

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

mgr Michał Wyszomierski

ROZPRAWA DOKTORSKA

**ANALIZA TERENOWYCH METOD PROSPEKCJI
HYDROGEOLOGICZNEJ WYKORZYSTYWANYCH
NA POTRZEBY OCENY JAKOŚCI WÓD PIERWSZEGO
POZIOMU WODONOŚNEGO W WYBRANYCH PUNKTACH
KRAJOWEJ SIECI OBSERWACYJNO-BADAWCZEJ
WÓD PODZIEMNYCH PIG-PIB**

Promotor

prof. dr hab. Andrzej Sadurski

Rozprawa doktorska przyjęta pod względem

merytorycznym i formalnym

w formie papierowej i elektronicznej

3.06.2025 *Asadurski*

/data i podpis promotora/

Warszawa, czerwiec 2025 r.

Mojej Żonie Marcie oraz Dzieciom Konstantemu i Kornelii.

*Składam serdeczne podziękowania dla Pana Promotora prof. dr hab. Andrzeja Sadurskiego
za okazaną życzliwość, konstruktywne uwagi, merytoryczne dyskusje,
cierpliwość oraz nieustanną motywację.*

Składam serdeczne podziękowania dla Pani Anny Rojek za okazaną pomoc i życzliwość.

SPIS TREŚCI

1. Wstęp	6
1.1. Cel pracy	6
1.2. Zakres pracy	7
2. Rozwój krajowego monitoringu wód podziemnych, historia badań	9
3. Przegląd wytycznych i uregulowań prawnych w zakresie prowadzenia krajowego monitoringu wód podziemnych	22
3.1. Prawo Unii Europejskiej	22
3.1.1. Dyrektywa Azotanowa 91/676/EWE (Dyrektywa Rady z dnia 12 grudnia 1991 r.)	22
3.1.2. Ramowa Dyrektywa Wodna (Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r.)	23
3.1.3. Dyrektywa w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu (Dyrektywa 2006/118/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dn. 12 grudnia 2006 roku) – tzw. Dyrektywa Wód Podziemnych	25
3.2. Prawo krajowe	26
3.2.1. Ustawa Prawo wodne z dnia 20 lipca 2017 r. (z późniejszymi zmianami Dz.U. 2023 poz. 1478)	26
3.2.2. Ustawa Prawo geologiczne i górnicze z dnia 9 czerwca 2011 r. (z późniejszymi zmianami Dz.U. 2023 poz. 633).....	27
3.2.3. Rozporządzenia i programy regulujące zasady i funkcjonowanie monitoringu wód podziemnych w Polsce.	27
3.2.3.1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 13 lipca 2021 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2021 poz. 1576 ze zmianami obowiązującymi od 1 stycznia 2022r.).	28
3.2.3.2. Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r, w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych.	29
3.2.3.3. Program monitoringu jednolitych części wód podziemnych ...	29
3.3. Wytyczne poradników Komisji Europejskiej oraz krajowe metodyki wykorzystywane w ocenie stanu JCWPd w Polsce	30

3.3.1.	Wytyczne poradników Komisji Europejskiej	30
3.3.2.	Krajowe metodyki i poradniki wykorzystywane w ocenie stanu JCWPd w Polsce	31
3.4.	Wymagania systemu zarządzania i kontroli jakości zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025	33
4.	Kryteria doboru punktów badawczych	36
4.1.	Kryteria techniczne i konstrukcyjne punktów badawczych	37
4.2.	Ocena reprezentatywności i sprawności technicznej - eksploatacyjnej (hydraulicznej) punktów badawczych w zakresie prawidłowości pobierania próbek wód podziemnych	40
5.	Charakterystyka hydrogeologiczna punktów badawczych (pomiarowych)	42
6.	Metody prospekcji hydrogeologicznej (opróbowań) wykorzystywane w badaniach terenowych monitoringu wód podziemnych	46
6.1.	Wymagania normatywne, rekomendowane metody, założenia metodyczne .	48
6.1.1.	Założenia metodyczne. Konwencjonalne metody poboru próbek wód podziemnych - pompowania oczyszczające, pompowania wolumetryczne (zanurzeniowe pompy wirnikowo-odśrodkowe oraz pompy ssące)	50
6.1.2.	Założenia metodyczne. Metody poboru próbek wód podziemnych umożliwiających pobór próbek wód podziemnych w reżimie „low flow” – pobór próbek z minimalną wydajnością	51
6.1.3.	Założenia metodyczne. Metody bezpompowe - dyskretne techniki opróbowań „no purge sampling”	52
6.1.4.	Założenia metodyczne. Metody poboru próbek wód podziemnych pompami wykorzystującymi sprężony gaz/powietrze	55
6.2.	Założenia metodyczne. Pochodzenie próbki wody w zależności od stosowanej metody opróbowania	56
7.	Przebieg testu i badań doświadczalnych	60
7.1.	Metoda bezpompowa - dyskretne techniki opróbowań „no purge sampling” - rękawowy dyskretny próbnik pasywny HydraSleeve® (NP)	61
7.2.	Metoda poboru próbek z pompowaniem z minimalną wydajnością w reżimie „low flow” – elektryczna pompa perystaltyczna (LF)	62
7.3.	Metoda konwencjonalna (pompowania oczyszczające – wolumetryczne) - zanurzeniowa pompa wirnikowa – odśrodkowa (RP)	64

7.4. Metoda konwencjonalna (pompowania oczyszczające – wolumetryczne) - pompa ssącą (S)	66
7.5. Metoda bezpompowa - dyskretne techniki opróbowania „past purging sampling” - rękawowy dyskretny próbnik pasywny HydraSleeve® (PP)	67
8. Zakres analizowanych parametrów fizykochemicznych elementów nieorganicznych w wodach podziemnych	68
9. Procedury zapewnienia ważności i wiarygodności wyników badań	70
10. Ocena jakości procesu opróbowania na podstawie analizy próbek zerowych	77
11. Omówienie wyników, analiza statystyczna wyników badań doświadczalnych ...	79
11.1. Analiza statystyczna wyników badań doświadczalnych	81
11.1.1. Uogólnione modele liniowe GLM (Generalized Linear Models)	82
11.2. Ocena ilościowa stosowanych terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej	85
11.3. Ocena jakościowa stosowanych terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej	87
11.4. Analiza Post-Hoc Test HSD Tukey’a (analiza istotnych różnic)	92
11.5. Pośrednia ocena jakości terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej, na podstawie bilansu jonowego wyników analiz chemicznych wód podziemnych	122
12. Model regresji odpornej Bablok-Passing - empiryczne wzory przeliczeniowe (transformacje) z referencyjnej metody opróbowania RP do pozostałych stosowanych metod	127
13. Ocena wpływu stosowanych metod prospekcji hydrogeologicznej na interpretację wyników monitoringu, klasyfikację jakości wód podziemnych i ocenę stanu chemicznego JCWPd	133
14. Analiza kosztów związana ze stosowaniem różnych metod prospekcji hydrogeologicznej	140
15. Podsumowanie i wnioski	145
16. Literatura i materiały archiwalne	148

Wykaz skrótów i oznaczeń stosowanych w opracowaniu

Spis figur

Spis tabel

Spis fotografii

Zbiór załączników (w formie cyfrowej PDF na załączonym nośniku danych)

1. Wstęp

Proces pozyskania próbek (opróbowania) wód podziemnych na potrzeby oznaczenia ich jakości jest nierozłącznym etapem badań monitoringowych. Opróbowanie wód podziemnych i uzyskiwane wyniki bardzo często są określane jako „zdjęcie hydrogeologiczne” (Gołąb, 1959). Badania terenowe są podstawą każdego monitoringu wód podziemnych, mającego na celu określenie i ocenę jakości chemizmu wód podziemnych. Nieodpowiedni pobór próbek wody, niedostosowanie metody opróbowania do określonego celu, często bywa przyczyną otrzymywania błędnych wyników i generuje błędy grube. Bez względu na stosowanie wysokiej klasy aparatury pomiarowej, dużą dokładność i precyzję oznaczeń laboratoryjnych, źle przeprowadzony etap opróbowania i źle pobrane próbki do badań, w sposób istotny mają wpływ na reprezentatywność i wiarygodność badań, uniemożliwiając ich odpowiednią interpretację. Wraz z wdrożeniem w Polsce w 2017 roku nowego wydania normy PN-ISO 5667-11:2017-10 „Jakość wody Pobieranie próbek Część 11: Wytyczne dotyczące pobierania próbek wód podziemnych” oraz nowelizacją w 2018 roku normy PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02 „Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących”, po raz pierwszy zwrócona została szczególna uwaga i nacisk na ważność etapu opróbowania, pozyskania wartościowych i miarodajnych próbek w procesie analitycznym. W wymienionych dokumentach normatywnych wskazuje się, że „wśród zdefiniowanych procesów laboratoryjnych (analizy laboratoryjnej) (...) jednym z najważniejszych aspektów jest pobieranie próbek i zebranie reprezentatywnego materiału”.

Dostępnych jest niewiele analiz porównawczych w omawianym zakresie lub publikowane materiały bardzo często są niekompletne, obejmują zbyt małą populację próbek aby móc uwzględnić w wymaganym przedziale wiarygodności parametry statystyczne. Wskazane braki uniemożliwiają ich praktyczne zastosowanie w szerszym zakresie. Autorzy dostępnych charakterystyk porównawczych zazwyczaj skupiali się na porównaniu 2 metod między sobą (Robin, Gillham, 1987; Parsons, 2005; Imbrigiotta, Harte, 2020) Były one ukierunkowane na metody opróbowania pasywnych oraz opróbowania typu „low flow”.

1.1. Cel pracy

Głównym celem i przedmiotem opracowania jest analiza oraz ocena jakościowa i ilościowa metod opróbowania wód podziemnych wykorzystywanych na potrzeby oceny ich jakości podczas realizacji prac monitoringu chemicznego. Kluczowym zadaniem jest

określenie wpływu stosowanej metody opróbowania wód podziemnych na zmienność uzyskiwanych wyników oraz ocenę wiarygodności i reprezentatywności badań terenowych wód podziemnych.

1.2. Zakres pracy

Przedmiotowa analiza bazuje na wynikach przeprowadzonych przez autora terenowych prac doświadczalnych, podczas których wykonane zostało jednoczesne opróbowanie punktów badawczych (studnie i piezometry krajowej Sieci Obserwacyjno-Badawczej Wód Podziemnych PIG-PIB) pięcioma różnymi metodami.

W analizie terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej zostały uwzględnione zarówno metody klasyczne (konserwatywne) wymagające przed pobraniem próbek przeprowadzenia pompowań oczyszczających, jak i nowoczesne metody z wykorzystaniem pomp do opróbowania w reżimie „low flow”, dyskretne techniki opróbowania „no purge” oraz „past purging”.

Autor w omawianej rozprawie przedstawia wytyczne metodyczne opróbowania dla każdej z analizowanych metod prospekcji. Ze względu na różny sposób pozyskania próbki wody podziemnej we wskazanych metodach oraz zróżnicowane warunki fizyczne i hydrodynamiczne w trakcie opróbowania, istniało przypuszczenie, że uzyskane w jednoczesnym teście wyniki mogą się różnić. Przyjmowanie dotychczasowego założenia równoważności metod opróbowania, może prowadzić do błędnych interpretacji wyników.

Ustalając zakres analizowanych parametrów fizykochemicznych, zwrócono szczególną uwagę na użyteczność i możliwość jak najszerszego zastosowania otrzymanych wyników doświadczalnych w analizie i ocenie jakościowej wód podziemnych. Spektrum, wykonanych oznaczeń fizykochemicznych odpowiada zakresowi analitycznemu monitoringu stanu chemicznego wód zgodnie z wytycznymi Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r, w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019 poz. 2148).

Na potrzeby analizy wyników oraz przeprowadzenia oceny statystycznej terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej, w badaniach monitoringowych jakości wód pierwszego poziomu wodonośnego, zostały wykorzystane dane zebrane przez Autora w trakcie prowadzonych prac doświadczalnych.

Wszystkie metody opróbowania, które zostały wykorzystane w pracach doświadczalnych, są metodami rekomendowanymi przez normę PN-ISO 5667-11:2017-10

i są traktowane jako metody równoważne, tym samym uzyskiwane wyniki powinny być tożsame.

W analizie i ocenie statystycznej wyników, wykorzystano oprogramowanie statystyczne SAS/Stat v 15.2 (https://www.sas.com/pl_pl/software/visual-statistics/features-list.html), umożliwiające przeprowadzenie wielowymiarowej analizy matematycznej (statystycznej). Zastosowano wieloparametryczny model statystyczny GLM (Generalized Linear Models) obejmujący szereg różnych modeli statystycznych analizowanych ze sobą wzajemnie: ANOVA, ANCOVA, MANOVA, MANCOVA.

Przeprowadzona analiza umożliwiła ocenę ilościową oraz jakościową stosowanych terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej.

Ponadto została dokonana ocena różnic istotnych statystycznie (Analiza Post-Hoc Test HSD Tukey'a), która umożliwia wykrycie znaczących różnic między analizowanymi metodami opróbowania wód podziemnych i pozwala zidentyfikować wpływ stosowanej metody opróbowania wód podziemnych na zmienność uzyskiwanych wyników.

W dalszej części opracowania statystycznego wykorzystano model regresji odpornej Passinga-Babloka, pozwalający na zdefiniowanie procedur kalibracyjnych i korekcję obciążeń technicznych przypisanych do danej metody. Opracowane procedury kalibracyjne umożliwiają rekonyliację wyników, tj. uzgodnienie wyników pochodzących z różnych metod opróbowania na poziomie jednej stosowanej metody i zostały zaprezentowane w postaci empirycznych wzorów (transformacji) przeliczeniowych dla stosowanych w pracach doświadczalnych metod prospekcji hydrogeologicznej.

2. Rozwój krajowego monitoringu wód podziemnych, historia badań

Pierwsze wzmianki o prowadzeniu cyklicznego monitoringu wód podziemnych na terenie Polski oraz udokumentowane prace pochodzą z okresu 20-lecia międzywojennego z rejonu Polesia. Po zakończeniu II Wojny Światowej, w 1945 r. Instytut Hydrologiczno-Meteorologiczny (IHM) zaczął rozwijać na obszarze całego kraju sieć monitoringową. Sieć ta obejmowała wody pierwszego poziomu wodonośnego - posterunki wód gruntowych (Kolago, 1959).

Wraz z rozwojem przemysłu i wzrostem eksploatacji wód podziemnych, na przełomie lat 50. i 60. XX wieku, profesor Cyryl Kolago w 1959 r., zasygnalizował w Państwowym Instytucie Geologicznym potrzebę monitorowania wód podziemnych. Zaproponował koncepcję organizacji oraz wstępne zasady funkcjonowania sieci obserwacji wód podziemnych na obszarze Polski (Kolago, 1959; Przytuła, Mikołajczyk i in. 2019).

Funkcjonująca wówczas sieć posterunków wód gruntowych, prowadzona przez Państwowy Instytut Hydrologiczno-Meteorologiczny (PIHM) – obecnie Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW) – była uznawana za niewystarczającą, a uzyskane wyniki za nie w pełni reprezentatywne dla pięter i poziomów wodonośnych oraz wyznaczonych hydrogeologicznych jednostek strukturalnych wód podziemnych kraju (Kolago, 1970).

W 1969 r. Centralny Urząd Geologii (CUG) powierzył Instytutowi Geologicznemu opracowanie koncepcji organizacji i zasad funkcjonowania sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych. „Projekt podstawowej sieci obserwacji wód podziemnych na obszarze kraju” po uzyskaniu pozytywnej opinii Komisji Dokumentacji Hydrogeologicznych (KDH) został zaakceptowany i zatwierdzony w czerwcu 1972 r. (Pich, Załuski, 1972; Pich, 1979). W tym samym roku, prezes CUG wydał zarządzenie nr 27 w sprawie organizacji podstawowej sieci obserwacyjnej wód podziemnych. Na mocy niniejszego zarządzenia Instytut Geologiczny został zobowiązany do utworzenia na obszarze kraju, podstawowej sieci obserwacyjnej wód podziemnych. Głównym założeniem było objęcie obserwacjami wód podziemnych nadających się do wykorzystania komunalnego, przemysłowego i rolniczego. (Kolago, 1972).

Pierwsza koncepcja sieci punktów badawczych obserwacji wód podziemnych, przygotowana w Instytucie Geologicznym, zakładała utworzenie trzech systemów obserwacji:

- sieć podstawowa - stały system obserwacji regionalnych z rozmieszczonymi równomiernie punktami monitoringowymi na obszarze całego kraju

(ok. 2 punkty na 1000 km²) obejmujący użytkowe poziomy wodonosne wód zwykłych w warunkach naturalnych lub w niewielkim stopniu zakłóconych antropopresją,

- sieć specjalna uszczegółwiająca obserwacje w wybranych rejonach, ze szczególnym naciskiem na prowadzenie obserwacji w obszarach podlegających silnej antropopresji i rozwiązywanie problemów lokalnych (odwodnienia kopalń, intensywnej eksploatacji ujęć),
- sieć okresowa, przewidziana do rozwiązywania określonych, lokalnych problemów w ściśle oznaczonym czasie.

Głównym celem punktów monitoringowych należących do sieci podstawowej było prowadzenie cyklicznych obserwacji stanu naturalnego wód zwykłych wszystkich użytkowych pięter i poziomów wodonosnych. Obawiano się w tym czasie zubożenia zasobów wód podziemnych w skali kraju. Dlatego punkty badawcze były lokalizowane poza obszarami o intensywnej eksploatacji lub objętymi antropopresją oraz poza strefami występowania wód mineralnych i termalnych. W ramach sieci podstawowej wyodrębniono trzy rodzaje (rzędy) punktów monitoringowych:

- I rząd - tzw. stacje hydrogeologiczne – główne punkty reperowe sieci podstawowej obejmujące wszystkie występujące w danym rejonie poziomy wodonosne wód zwykłych,
- II rząd - studnie i źródła, będące uzupełnieniem dla punktów I-go rzędu, lokalizowane w rejonach istotnych z punktu widzenia gospodarczego lub badawczego,
- III rząd - piezometry zagęszczające obserwacje stanów wód (wówczas nie przewidywano prowadzenia w nich badań jakości wód podziemnych).

Wyniki monitoringu wód podziemnych, w ramach zorganizowanej przez Instytut Geologiczny sieci punktów badawczych obserwacji wód podziemnych, w skali regionalnej miały za zadanie umożliwić:

- ocenę zmian położenia zwierciadła i składu chemicznego wód podziemnych,
- ustalenie wielkości zasilania i drenażu poziomów wodonosnych,
- określenie związków hydraulicznych między piętrami lub też poziomami wodonosnymi oraz wodami powierzchniowymi,
- identyfikację czynników oddziaływania i określenie ich wpływu na wody podziemne,
- uszczegółowienie hydrogeologicznego podziału regionalnego Polski.

W 1974 r. rozpoczęto pierwsze pomiary głębokości do zwierciadła wód podziemnych i wydajności źródeł w 150 punktach badawczych. W 1979 r. w krajowej sieci monitoringu wód podziemnych funkcjonowało już blisko 400 punktów. Wzrost liczby punktów ww. sieci, możliwy był dzięki włączeniu do sieci ogólnokrajowej już wcześniej funkcjonujących obiektów punktów monitoringu lokalnego lub regionalnego (Pich, 1979; Kazimierski, 2022).

Były to przede wszystkim:

- źródła i studnie kopane w Tatrach i na Podhalu (kontynuacja badań prowadzonych na Wydziale Geologii Uniwersytetu Warszawskiego przez zespół profesor Danuty Małeckiej (Małecka, 1985; Małecka, Lipniacka, 1989),
- punkty rejonu kłobucko-częstochowskiego - związane z monitorowaniem wypełniającego się leja depresji, w związku z likwidacją 14 kopalń rud żelaza w Kłobucko-Częstochowskim Zagłębiu Rud Żelaza (Pacholewski i in., 1995);
- punkty w zlewni Wiercicy – badania reżimu i bilansu wód w eksperymentalnej zlewni (Pacholewski, Rózkowski, 1982);
- punkty w rejonie Warszawy wykorzystywane do obserwacji oligoceńskiego poziomu wodonośnego niecki mazowieckiej (Bażyński, 1997),
- punkty obserwacji hydrogeologicznych pod planowany stopień wodny na Wiśle w rejonie Puław i Janowca (Przytuła, Mikołajczyk i in., 2019).

W latach 80. XX w. realizowano pierwotne założenia projektu z 1972 r. Po 10 latach realizacji projektu, w związku z nowymi wyzwaniem i potrzebami, niezbędna była weryfikacja i modyfikacja organizacji sieci monitoringowej. W 1983r. opracowany został aneks do projektu (Duchnowski, Miecznicki, 1983), w którym zapisano konieczność dalszego rozwoju infrastruktury obserwacyjnej oraz potrzebę analizy i wstępnych interpretacji wyników (Pacholewski, Rózkowski, 1982; Małecka, 1985; Małecka, Lipniacka, 1989).

Do końca lat 80., zakończono wiercenie większości stacji hydrogeologicznych i punktów II rzędu. Liczba otworów badawczych funkcjonujących w krajowej sieci obserwacyjnej wód podziemnych zwiększyła się z 400 do 600. Sieć ta w zbliżonym zarysie funkcjonowała aż do pierwszych lat XXI w.

Na początku lat 90. XX w., w związku ze zmianami ustrojowymi w Polsce i tym samym zmianami formalno-prawnymi, niezbędna okazała się modyfikacja funkcjonowania sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych. W 1990 r. powołano monitoring jakości

wód podziemnych, jako podsystem monitoringu środowiska. Opracowana została koncepcja monitoringu jakości wód podziemnych (Błaszczuk i in., 1991) oraz program badań monitoringowych w sieciach reperowej i podstawowej. W założeniach niniejszego programu opracowano 4 odrębne projekty sieci obejmujące monitoring jakości wód wglębnych i gruntowych. W koncepcji funkcjonowania monitoringu, przy tworzeniu monitoringów lokalnych i regionalnych, uwzględnione zostały doświadczenia zespołów naukowych z uczelni wyższych (Rózkowski, in., (red.) 1990; Staniewicz-Dubois, 1991, 1995; Błaszczuk, Macioszczyk, 1993; Hordejuk 1993; Kleczkowski i in., 1993, 1995; Osmęda-Ernst i in., 1995; Kazimierski, Sadurski, red., 1999; Kmiecik, 2011; Witczak, Kania, Kmiecik, 2013). W omawianej koncepcji zasygnalizowano możliwość i potrzebę szerszego wykorzystania prac naukowych z innych dziedzin, m.in. wykorzystanie teledetekcji (Graniczny i in., 1995).

W związku z nowym podejściem, w 1991 r. Państwowy Instytut Geologiczny przeprowadził weryfikację terenową około 1100 perspektywicznych obiektów hydrogeologicznych na obszarze całego kraju. W 930 otworach badawczych przeprowadzono pierwsze badania monitoringowe jakości wód podziemnych. Zakres badań obejmował pomiary stanu zwierciadła wód, pomiary wydajności oraz oznaczenia składu fizykochemicznego wód podziemnych. Analizy jakościowe odpowiadały zakresowi ustanowionemu przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska (Hordejuk, Miecznicki, Pich, 1992; Błaszczuk, Macioszczyk, 1993; Pich, Kazimierski, 1994; Kazimierski, 2022). Dodatkowo przeprowadzona została ocena wyników 20. letnich pomiarów (Malinowski, Przytuła, 1991; Malinowski, Przytuła, Komorowski, 1991).

W 1991 r. utworzono bazę danych MONBADA (Monitoringowa Baza Danych), której zadaniem było gromadzenie wyników analiz chemicznych wód, wykonywanych w ramach monitoringu wód podziemnych, stanowiącego podsystem Państwowego Monitoringu Środowiska (Gawin, Pachlaj, 1993). Intensywny rozwój technik teleinformatycznych, zmiany legislacyjne oraz nowe wyzwania stawiane przed twórcami i administratorami Bazy przynosiły jej ciągłą ewolucję. W 2004 r. z połączenia baz MONBADA i SOH (Sieci Obserwacji Hydrogeologicznych) utworzona została baza Monitoring Wód Podziemnych (MPW), która wraz z innymi bazami hydrogeologicznymi, została częścią Platformy Integracyjnej PSH (Cabalska i in., 2005a, b). Obecnie stanowi element systemu przetwarzania danych państwowej służby hydrogeologicznej SPD-PSH (Felter i in., 2012).

Na mocy ustawy z dn. 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska (Dz. U. 1991 nr 77, poz. 355 z późn. zm.), w 1992 r. w zespole monitoringu Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska (PIOŚ) opracowano pierwszy Program Państwowego Monitoringu Środowiska (zaakceptowany przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska). W 1993 r., w związku z korektą założeń programowych, wprowadzono określenie „sieć krajowa”, jednocześnie zrezygnowano z sieci reperowej i podstawowej. Z sieci krajowej wyeliminowano ujęcia brzegowe oraz ograniczono liczbę punktów obserwacyjnych.

Dalszy rozwój sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych i prace monitoringowe opierały się na wytycznych aneksu nr 2 do „Projektu podstawowej sieci obserwacji wód podziemnych na obszarze kraju” (Pich, Przytuła, 1993).

W 1994 roku opracowano „Program monitoringu jakości wód podziemnych” (Hordejuk (red.), in., 1994) oraz „Projekt sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych na terenie Polski i jej funkcjonowanie” (Pich, Kazimierski 1994; Kazimierski 2022). Zgodnie z przyjętymi w ww. projekcie założeniami, rozszerzono zakres badań o:

- rejon występowania wód mineralnych i termalnych,
- rejon zdepresjonowane lub z wodami o zdegradowanej jakości (w obszarach górnictwa odkrywkowego i podziemnego oraz w dużych aglomeracjach miejskich),
- wody gruntowe,
- pomiary wilgotności strefy aeracji.

Reorganizacja sieci w pierwszej połowie lat 90. uprościła klasyfikację punktów, wydzielając dwa rodzaje punktów obserwacyjnych (I i II rzędu). Stacje hydrogeologiczne zaklasyfikowano jako punkty I rzędu, a pozostałe jako punkty obserwacyjne II rzędu, w obu przypadkach punkty obserwacyjne mogły być piezometrami.

Realizacja projektu z 1994 r. (Pich, Kazimierski, 1994) wiązała się z weryfikacją funkcjonowania sieci i w znaczący sposób przyczyniła się do jej ewolucji. Z sieci krajowej wyłączono szereg punktów (głównie źródeł) w obszarach, gdzie zidentyfikowano zbyt duże zagęszczenie punktów obserwacyjnych (rejon Karpat i Sudetów) oraz tam, gdzie sieć podstawowa pełniła w ograniczonym stopniu charakter sieci specjalnej czy okresowej.

Przeprowadzona reorganizacja sieci przyczyniła się do wzrostu roli stacji hydrogeologicznych, na których prowadzono obserwacje wielu poziomów wodonośnych. Zwiększono w nich zakres obserwacji i badań oraz wdrożono ciągłą, automatyczną rejestrację

pomiarów. Część stacji została wyposażona w automatyczne stacje meteorologiczno-hydrologiczne, umożliwiające pomiary takich elementów środowiska jak: głębokość zwierciadła wód podziemnych we wszystkich otworach, temperatura gruntu, wilgotność gleby, przewodność roztworów glebowych, kierunek i prędkość wiatru, opad atmosferyczny pionowy i poziomy, ciśnienie, temperatura i wilgotność powietrza oraz nasłonecznienie (promieniowanie padające) (Przytuła, Mikołajczyk, i in. 2019).

W 2001 r. powołano państwową służbę hydrogeologiczną (PSH) na mocy ustawy *Prawo wodne* z dn. 18 lipca 2001 r. (Dz.U. 2002 Nr 115 poz. 1229 z późn. zm.). Zgodnie z ustawą, rolę i obowiązki państwowej służby hydrogeologicznej powierzono Państwowemu Instytutowi Geologicznemu (art. 102). Ustanowienie PSH miało za zadanie wyeksponowanie roli wód podziemnych w gospodarce krajowej oraz usystematyzowanie zadań hydrogeologicznych w związku z planowanym przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej w 2004 r. (Sadurski i in., 2019).

W wyniku podjętych działań w 2005 r., na mocy nowelizacji ustawy *Prawo Wodne*, funkcjonujące dotychczas sieć monitoringu jakości wód oraz sieć stacjonarnych obserwacji wód podziemnych, zostały połączone w sieć obserwacyjno-badawczą wód podziemnych (SOBWP). SOBWP w tej postaci działa od 2006 r. i do dziś funkcjonuje na podstawie programu badań, aktualizowanego w każdym sześcioletnim cyklu planistycznym.

W związku z procesem wdrażania zapisów dyrektywy 2000/06/EC Parlamentu Europejskiego i Rady Europejskiej z 23.10.2000 r., zmieniło się podejście do sposobu prowadzenia monitoringu wód podziemnych. Bardzo istotnym czynnikiem, regulującym gospodarowanie wodami podziemnymi na obszarze Polski, było wyznaczenie jednolitych części wód podziemnych (początkowo 161 JCWPd). Szczególny nacisk położono na badania związków przyczynowo - skutkowych, oddziaływania antropopresji oraz wzajemnych interakcji pomiędzy wodami podziemnymi i powierzchniowymi oraz współistniejącymi ekosystemami wodno-ładowymi. Powyższe zmiany sprawiły, że zaczęto przywiązywać większą wagę do badań pierwszego poziomu wodonośnego (Kazimierski, Sadurski, 2002; Przytuła, Mikołajczyk i in., 2019).

Pierwszy „Program monitoringu jednolitych części wód podziemnych na terenie Polski” został opracowany w 2005 roku w podziale na 161 JCWPd (Kazimierski i in., 2005). W związku z rozwojem i modernizacją SOBWP opracowano zweryfikowany program monitoringu wód podziemnych w układzie dorzeczy na lata 2016–2021 (Kazimierski in., 2014). Od 2016 r. na terenie Polski zastosowano podział na

172 jednolite części wód podziemnych. Kolejna aktualizacja programu monitoringu wód podziemnych w układzie dorzeczy na lata 2022-2027 odbyła się w 2020 roku (Kuczyńska i in., 2020), w którym obowiązuje podział na 174 JCWPd. Prowadzenie ciągłych badań monitoringowych i dogłębna analiza uzyskiwanych wyników, umożliwia coraz lepsze rozpoznanie i większe uszczegółowienie identyfikowanych zagrożeń dla wód podziemnych. Wzrost liczby jednolitych części wód podziemnych, na przestrzeni 15 lat (wzrost ze 161 JCWPd do 174 JCWPd), jest szczególnym dowodem na coraz lepsze i bardziej szczegółowe rozpoznanie warunków hydrogeologicznych kraju.

Terminy monitoring stanu ilościowego oraz monitoring stanu chemicznego i przyjęta w pierwszym programie nomenklatura, obowiązują do chwili obecnej. Monitoring stanu ilościowego jest kontynuacją pomiarów i badań realizowanych w sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych. W ramach monitoringu stanu ilościowego, wykonywane są pomiary głębokości zwierciadła wód podziemnych oraz wydajności źródeł. Pierwotnie pomiary te prowadzono w sposób manualny, a od 2013 r. po wieloletnich testach sięgających 1996 r. (Sprawozdania z działalności PSH, 1997-rec), w wybranych punktach prowadzone są pomiary automatyczne i ich liczba sukcesywnie wzrasta - obecnie wynosi 666. (Brzezińska, Janica, Otwinowski, 2016; Brzezińska, 2022).

Głównym zadaniem przed jakim stanęła SOBWP na przełomie I i II dekady XXI w. to potrzeba znacznego zwiększenia liczby punktów obserwacyjnych w poszczególnych JCWPd. W latach 2011-2015 zaadaptowano 133 i wywiercono 286 nowych otworów badawczych. Obecnie według stanu na 2022 r. SOBWP liczy 1165 punktów badawczych (fig. 2.1.) (Komorowski, i in. 2022).

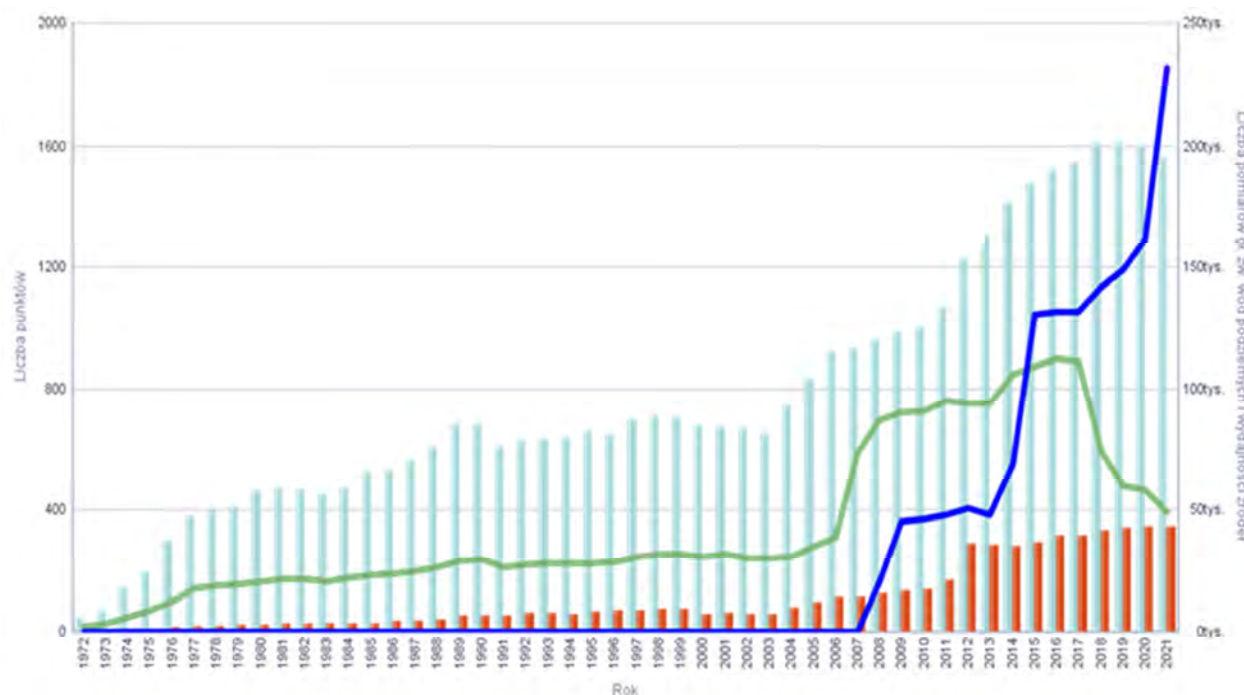


Fig. 2.1. Rozwój sieci – liczba punktów obserwacyjnych i pomiarów położenia zwierciadła wód podziemnych i wydajności źródeł 1972–2021 (Komorowski i in. 2022)

Monitoring stanu chemicznego jest kontynuacją pomiarów i badań realizowanych w sieci krajowej monitoringu jakości zwykłych wód podziemnych. Jest on realizowany w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska, a jego celem jest dostarczenie informacji o stanie chemicznym wód podziemnych oraz śledzenie kierunków jego zmian. W ramach monitoringu chemicznego realizowany jest monitoring diagnostyczny oraz operacyjny. Celem monitoringu diagnostycznego jest stwierdzenie aktualnego stanu wód podziemnych we wszystkich jednolitych częściach wód podziemnych na terenie całego kraju oraz wczesne wykrycie zmian ich jakości (Rojek, i in., 2022 a,b). Zgodnie z założeniami, monitoring diagnostyczny, powinien być realizowany nie rzadziej niż raz na sześć lat (Kuczyńska i in. 2020). W związku z ewolucją wymogów prawnych oraz definiowaniem nowych celów środowiskowych, w praktyce monitoring diagnostyczny realizowany jest częściej – badania przeprowadzono w latach 2006, 2007, 2010, 2012, 2016, 2019 i 2022. Liczba opróbowywanych punktów na przestrzeni lat ulegała stopniowemu zwiększaniu i osiągnęła liczbę 1405 w 2022 r. (fig. 2.2.) (Rojek, i. i ., 2022b)

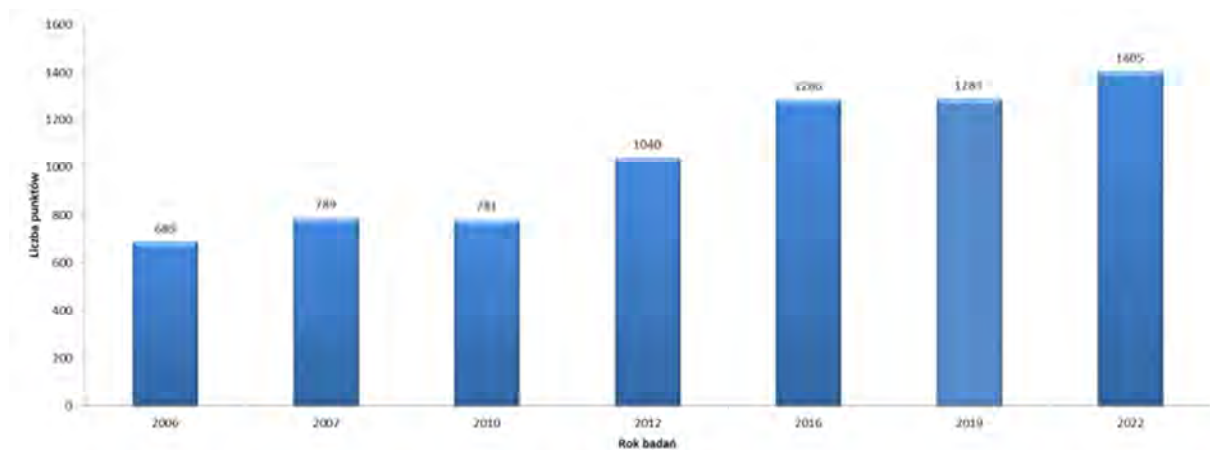


Fig. 2.2. Liczba punktów monitoringu diagnostycznego w latach 2006–2022 (Rojek i in. 2022b)

W pozostałych latach, pomiędzy monitoringami diagnostycznymi, prowadzony jest monitoring operacyjny. Monitoring operacyjny obejmuje swym zasięgiem jednolite części wód podziemnych zagrożone nieosiągnięciem ustalonych dla nich celów środowiskowych, a jego zakres, ustalany jest na podstawie wyników monitoringu diagnostycznego. Liczba opróbowywanych punktów zależy od ilości oraz powierzchni JCWPd uznanych za zagrożone niespełnieniem wyznaczonych dla nich celów środowiskowych. Szczegółowe cele są zawarte w bieżących cyklach planistycznych (Rojek i in., 2022a). Zgodnie z wytycznymi i dobrą praktyką, monitoring operacyjny jest przeprowadzany dwa razy do roku. Jego głównym celem jest obserwacja stanu jakości wód na obszarach o stwierdzonym oddziaływaniu antropopresji. Na podstawie wyników analiz fizykochemicznych próbek pobranych podczas badań terenowych opracowywane są oceny punktowe jakości wód podziemnych.

Pierwsza ocena stanu chemicznego i ilościowego jednolitych części wód podziemnych przeprowadzona została na podstawie wyników monitoringu diagnostycznego z 2007 r. (Mitręga i in., 2010). Kolejne oceny stanu jednolitych części wód podziemnych przedstawiono w raportach wg. danych z lat 2010, 2012, 2016, 2019, 2022 (Kuczyńska i in., 2013, 2015a,b, 2016, 2017; Mitręga i in., 2010; Palak i in. 2011; Palak-Mazur i in. 2020, 2023; Rojek, i in., 2020a, b).

Implikacje zaistniałych zmian znalazły swoje odzwierciedlenie również w przebudowie zadań i redefinicji sieci specjalnej oraz okresowej obserwacji wód podziemnych. Zadania dedykowane sieci specjalnej przejął monitoring badawczy - Monitoring wód podziemnych w strefach przygranicznych Polski (Gidziński, 2003; Kazimierski, Gidziński, 2009; Nałęcz, Gidziński, i in. 2011; Gidziński, Galczak, i in. 2022a) oraz Monitoring badawczy wód podziemnych na obszarach obciążonych silną antropopresją

(Prażak, Woźnicka, 2015; Prażak, 2022). Sieci okresowej odpowiada natomiast zadanie pt. „Działania zespołu ds. badań zasięgów zanieczyszczeń zaistniałych w wyniku zdarzeń incydentalnych, awarii lub katastrof” (Janica, Otwinowski, Brzezińska, 2013; Sprawozdania z działalności PSH 2010-rec; Brodecki, 2022).

„Monitoring wód podziemnych w strefach przygranicznych Polski” obejmuje swym zakresem obserwacje monitoringowe dotyczące zarówno stanu ilościowego, jak i jakościowego. Organizacja sieci obserwacyjnych oraz prowadzenie badań i pomiarów monitoringowych wód podziemnych w strefach przygranicznych Polski wynika z realizacji warunków umów oraz uzgodnień międzynarodowych. Za ustalenia odpowiedzialne są specjalnie powołane międzynarodowe Komisje i Grupy Robocze (Skrzypczyk, 2020).

Sieć monitoringu badawczego wód podziemnych, w wybranych rejonach przygranicznych Polski stanowi uzupełnienie sieci monitoringu krajowego i uwzględnia podział na dorzecza wzdłuż granic RP. Szczególny nacisk położono na uwzględnienie wpływów antropogenicznych. Zakres obserwacji i badań w poszczególnych strefach przygranicznych jest zróżnicowany i zależy od zidentyfikowanej presji. Sieć monitoringu badawczego wód podziemnych w wybranych obszarach przygranicznych Polski prowadzona jest w następujących rejonach: 1. rejon polskiej części wyspy Uznam; 2. rejon na zachód od Szczecina; 3. rejon Gubina; 4. rejon Łęknicy; 5. rejon Krzeszów –Adršpach; 6. rejon zlewni górnej Ścinawki; 7. rejon Kudowa–Police; 8. strefa przygraniczna na obszarze woj. śląskiego i woj. opolskiego; 9. strefa przygraniczna Polski ze Słowacją; 10. strefa przygraniczna Polski z Ukrainą; 11. strefa przygraniczna Polski z Białorusią; 12. strefa przygraniczna Polski z Litwą; 13. strefa przygraniczna Polski z obwodem królewieckim (do 2023 r. obwodem kaliningradzkim) Federacji Rosyjskiej (Gidziński i in. 2022) (fig. 2.3.).



Fig. 2.3. Sieci monitoringu wód podziemnych w wyznaczonych rejonach przygranicznych Polski (Gidziński i in. 2022)

Monitoring badawczy wód podziemnych na obszarach obciążonych silną antropopresją prowadzony jest od 2009 r., w ramach krajowego monitoringu wód podziemnych. Swym zasięgiem obejmuje obszary wymagające bardziej szczegółowego rozpoznania i monitorowania, ze względu na większą niż gdzie indziej dynamikę zmian warunków hydrogeologicznych i/lub jakości wód podziemnych. Głównym jego celem jest uzupełnienie informacji na temat oddziaływania presji, bardzo często powodowanej przez odwodnienia kopalń lub drenaż w obszarach poszczególnych jednolitych części wód podziemnych. Wyniki monitoringu badawczego są uwzględniane w ocenie stanu JCWPd. Obecnie monitoring badawczy wód podziemnych na obszarach obciążonych silną antropopresją prowadzony jest w następujących regionach (fig. 2.4): 1. Kopalnia Węgla Brunatnego Konin, 2. Kopalnia węgla brunatnego Adamów, 3. Kopalnia Węgla Brunatnego Bełchatów, 4. Kopalnia węgla brunatnego Turów, 5. Kopalnie Górnośląskie Zagłębia Węglowego (GZW), 6. Kopalnia Węgla Kamiennego Bogdanka, 7. Kopalnia Siarki Rodzimej Osiek, 8. Kopalnia Siarki Rodzimej Basznia, 9. Kopalnie legnicko-głogowskiego zagłębia miedziowego, 10. Kopalnie surowców skalnych węglanowych w rejonie Kielc, 11. Kopalnia surowców skalnych węglanowych – Rejowiec, 12. Aglomeracja górnośląska oraz następujących JCWPd nr: 15, 79, 95, 135, 164 (Prażak, 2022).

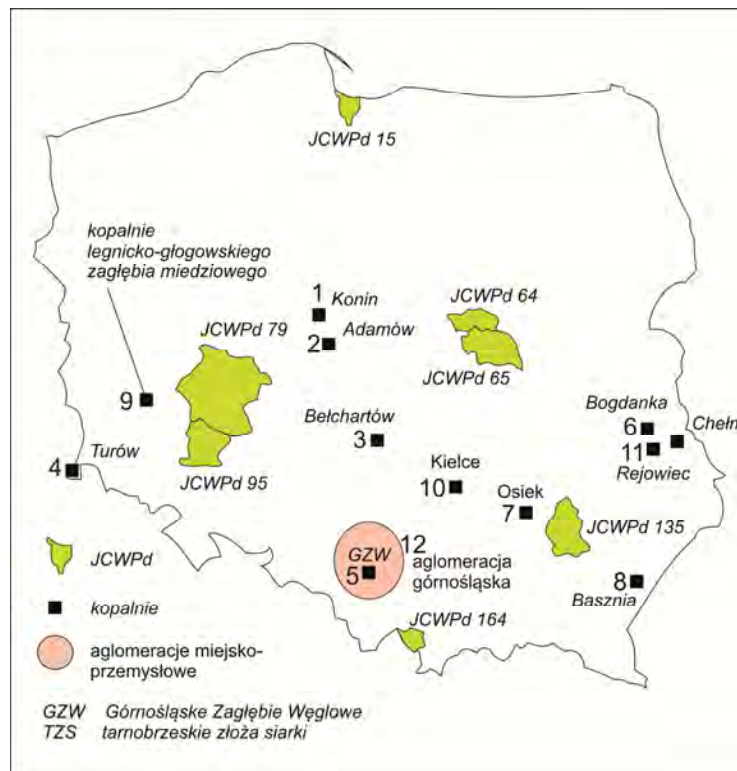


Fig. 2.4. Rejony monitoringu badawczego wód podziemnych na obszarach obciążonych silną antropopresją wytypowane do badań w latach 2022–2027 (Prażak, 2022)

Działania zespołu ds. badań zasięgów zanieczyszczeń zaistniałych w wyniku zdarzeń incydentalnych, awarii lub katastrof, są ukierunkowane na szybkie reagowanie na zgłoszenie o zaistniałym zanieczyszczeniu lub o zagrożeniu zanieczyszczeniem wód podziemnych. W ramach realizacji zadania prowadzona jest analiza informacji zawartych w bazach danych PSH oraz opracowanie prostego modelu hydrogeologicznego wskazującego potencjalne źródło zanieczyszczenia. Działania zespołu mają na celu opracowanie zaleceń dla wdrożenia niezbędnych działań zaradczych (Janica i in. 2013). Prace zespołu pozwalają na bieżące monitorowanie przez Państwową Służbę Hydrogeologiczną niebezpiecznych zjawisk zachodzących w strefach zasilania oraz poboru wód podziemnych. Jednym z zadań zespołu jest również wykonywanie prac w związku z zaistnieniem nagłych bądź katastrofalnych zjawisk związanych z podtopieniami gruntów czy przekształceniami powierzchni ziemi (Brodecki, 2022).

Prace realizowane w ramach monitoringu stanu chemicznego (część Państwowego Monitoringu Środowiska) i monitoringu stanu ilościowego, realizowanego przez PSH, w tym również Monitoringu wód podziemnych w strefach przygranicznych Polski, Monitoringu badawczego wód podziemnych na obszarach obciążonych silną antropopresją oraz Działania zespołu ds. badań zasięgów zanieczyszczeń zaistniałych w wyniku zdarzeń

incydentalnych, awarii lub katastrof, objęte są systemem zarządzania i kontroli jakości (Wyszomierski, 2021, Wyszomierski, Rojek, 2022).

Potwierdzeniem wdrożenia systemu zarządzania jest uzyskana w 2000 roku akredytacja Polskiego Centrum Akredytacji (PCA) numer AB283. W początkowej fazie system obejmował badania laboratoryjne oznaczeń fizykochemicznych próbek wód podziemnych, realizowane w Centralnym Laboratorium Chemicznym (obecnie Laboratorium Chemiczne PIG-PIB).

Mając na uwadze podniesienie standardów badań monitoringowych wód podziemnych, w latach 2014-2015 w Państwowej Służbie Hydrogeologicznej, do życia zostało powołane laboratorium terenowe monitoringu wód podziemnych (Samodzielna Sekcja Poboru Próbek Wód, obecnie Zespół Opróbowania Wód). Podjęte działania miały na celu wdrożenie przyjętych na poziomie międzynarodowym praktyk systemu zarządzania, określonych w normie PN-EN ISO/IEC-17025. W lutym 2016 r. Polskie Centrum Akredytacji (PCA) w wyniku niezależnej oceny certyfikującej, potwierdziło wysokie standardy prowadzonych badań i posiadane kompetencje, przyznając akredytację na badania i pomiary terenowe wód podziemnych. Tym samym został rozszerzony zakres akredytacji Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytut Badawczego (akredytacja laboratoriów badawczych AB283). Uzyskanie akredytacji PCA na badania terenowe wód podziemnych pozwoliło na dołączenie do grupy laboratoriów wykonujących prace według najwyższych światowych standardów (Wyszomierski 2018; Przytuła i in., 2019). Uzyskiwane wyniki badań są uznawane za równoważne na poziomie międzynarodowym, zgodnie z postanowieniami porozumienia ILAC MRA. Od 2005 r. PCA jest sygnatariuszem porozumienia ILAC MRA - International Laboratory Accreditation Cooperation Mutual Recognition Arrangement – porozumienie o wzajemnym uznawaniu, oparte na równoważności programów akredytacji (www.pca.gov.pl).

3. Przegląd wytycznych i uregulowań prawnych w zakresie prowadzenia krajowego monitoringu wód podziemnych

Pierwsze wytyczne i uregulowania prawne dotyczące monitoringu wód podziemnych w Polsce, pojawiły się w 1972 roku. Na mocy wydanego przez prezesa CUG zarządzenia nr 27 w sprawie organizacji podstawowej sieci obserwacyjnej wód podziemnych zaczął obowiązywać „Projekt podstawowej sieci obserwacji wód podziemnych na obszarze kraju” (Pich, Załuski, 1972).

Szerszy opis historii badań i rozwoju formalnej koncepcji monitoringu wód podziemnych w Polsce, zamieszczono w rozdziale 2.

Obowiązująca we wszystkich krajach członkowskich Unii Europejskiej wspólna polityka wodna, została zdefiniowana w Ramowej Dyrektywie Wodnej i innych powiązanych dyrektywach unijnych. Przepisy i główne wytyczne przyjęte na poziomie Wspólnotowym, muszą być implementowane do zapisów prawa krajowego i mają nad nimi niejako charakter nadrzędny (Sadurski i in., 2019).

W związku z powyższym, w niniejszym rozdziale, główne wytyczne prawne regulujące funkcjonowanie monitoringu wód podziemnych w Polsce, zostaną przedstawione w następującej kolejności: prawo Unii Europejskiej, prawo krajowe, wytyczne poradników Komisji Europejskiej, krajowe metodyki wykorzystywane w ocenie stanu JCWPd w Polsce oraz wymagania systemu zarządzania i kontroli jakości zgodnie z normą ISO/IEC 17025.

3.1. Prawo Unii Europejskiej

3.1.1. Dyrektywa Azotanowa 91/676/EWE - Dyrektywa Rady z dnia 12 grudnia 1991 r.

Pierwszym dokumentem przyjętym na poziomie Wspólnotowym w zakresie powszechnych wytycznych monitoringu wód podziemnych jest obowiązująca do dnia dzisiejszego Dyrektywa Azotanowa 91/676/EWE (Dyrektywa Rady z dnia 12 grudnia 1991 r.). Omawiana Dyrektywa wskazuje potrzebę monitoringu wód podziemnych w odniesieniu do jednolitych części wód podziemnych w zakresie kontroli stężeń azotanów pochodzenia rolniczego. Zgodnie z postanowieniami niniejszej dyrektywy, monitoring ukierunkowany jest na obszary szczególnie narażone na wskazane zanieczyszczenia tzw. OSN. Wytyczne do wyznaczania OSN charakteryzuje załącznik I Dyrektywy 91/676/EWE. Częstotliwość pomiarów i sposób raportowania został określony w art. 6.

3.1.2. Ramowa Dyrektywa Wodna - Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r.

Głównym aktem prawnym Unii Europejskiej w zakresie polityki wodnej jest Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r., zwana Ramową Dyrektywą Wodną (RDW, ang. WFD) ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej. Wdrożenie Ramowej Dyrektywy Wodnej (RDW) w Polsce nastąpiło poprzez wejście w życie ustawy z dnia 18 lipca 2001 r. – Prawo wodne (Dz.U. 2001 nr 115 poz. 1229).

Głównym celem, zawartym w art. 1 RDW jest „zapewnianie stopniowego ograniczania zanieczyszczenia wód podziemnych i zapobieganie ich dalszemu zanieczyszczeniu”. Aby spełnić wymogi tego celu, „państwa członkowskie zobligowane są do opracowania programów monitoringu stanu wód” (art. 8). Tym samym przyjęto, że warunkiem utrzymania dobrego stanu wód podziemnych jest zorganizowanie odpowiedniego systemu kontroli tego stanu.

Art. 7 RDW określa zasady prowadzenia monitoringu wód podziemnych i wskazuje na konieczność objęcia monitoringiem części wód, które dostarczają średnio powyżej 100 m³ wody na dobę. W warunkach polskich, oznacza to, że dotyczy to całego obszaru kraju.

Art. 8 RDW definiuje podstawowe wymagania dot. organizacji programów monitoringu. Dla wód podziemnych wydziela się monitoring stanu chemicznego i ilościowego. Zalecenia te mają charakter ogólny, a sieć monitoringu ma być „wystarczająca” aby oszacować poziom wód podziemnych (monitoring ilościowy) oraz umożliwić otrzymanie spójnego i całościowego obrazu stanu chemicznego wód podziemnych (monitoring chemiczny). Sieć monitoringu ma umożliwić „wykrycie długoterminowych, antropogenicznych trendów wzrostu zanieczyszczeń”

W Ramowej Dyrektywie Wodnej zostały określone i zdefiniowane cele funkcjonowania monitoringu diagnostycznego i operacyjnego.

Głównymi celami monitoringu diagnostycznego wód podziemnych są:

- dostarczanie informacji do uzupełnienia i sprawdzenia wyników przeprowadzonej analizy presji (art. 5),
- dostarczanie informacji koniecznych do przeprowadzenia analizy długoterminowej tendencji zmian stężeń wskaźników naturalnych, jak i antropogenicznych oraz wskazanie

JCWPd zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu, do objęcia ich monitoringiem operacyjnym.

Ramowa Dyrektywa Wodna nie określa częstotliwości monitoringu diagnostycznego. Wymagane jest ustanowienie jego programu na okres cyklu planistycznego, z wymogiem minimalnym - przynajmniej jeden raz w ciągu cyklu.

Program monitoringu operacyjnego wód podziemnych ustalany jest na podstawie wyników monitoringu diagnostycznego, a jego głównymi celami są:

- dostarczenie informacji do wykonania oceny stanu JCWPd zagrożonych,
- dostarczenie informacji niezbędnych do przeprowadzenia analizy długoterminowych tendencji zmian stężeń wskaźników zanieczyszczeń wynikających z działalności człowieka,
- dla JCWPd uznanych za zagrożone, wymagana jest analiza dodatkowych parametrów indykatorywnych, które w analizie presji zdecydowały o uznaniu tych JCWPd za zagrożone.

Zgodnie z wytycznymi Dyrektywy, monitoring operacyjny powinien być prowadzony w okresach między programami monitoringu diagnostycznego, z częstotliwością „wystarczającą dla wykrycia wpływu poszczególnych oddziaływań, ale co najmniej raz na rok”.

Załącznik V RDW zawiera wymogi dotyczące lokalizacji stanowisk pomiarowych. Punkty monitoringowe powinny być zlokalizowane również w jednolitych częściach wód podziemnych zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu oraz JCWPd transgranicznych. W JCWPd uznanych za zagrożone (na podstawie przeprowadzonej analizy presji oraz wyników monitoringu diagnostycznego), punkty powinny być lokalizowane w miejscach reprezentatywnych dla oceny danej JCWPd lub grupy JCWPd. W transgranicznych JCWPd, lokalizacja punktów pomiarowych powinna umożliwiać monitorowanie istotnych parametrów, tak aby woda mogła być wykorzystywana zgodnie ze swoim obecnym przeznaczeniem.

Wymagania zawarte w RDW wprowadzają obligatoryjny zestaw wskaźników fizykochemicznych, obejmujący 5 parametrów tzw. kluczowych, tj. zawartość tlenu, pH, PEW, azotany, azot amonowy.

Zapisy Ramowej Dyrektywy Wodnej nakładają na kraje członkowskie obowiązek aktualizacji i weryfikacji programów monitoringu wód podziemnych. Program monitoringu wód podziemnych powinien być aktualizowany gdy „wyniki monitoringu (...) wskazują,

że cele ustalone na mocy art. 4 dla części wód prawdopodobnie nie będą osiągnięte” (art. 11, ust. 5). Projektowanie sieci monitoringu jest zatem procesem ciągłym, który powinien zachodzić zawsze, gdy spodziewane jest nieosiągnięcie celów z art. 4, czyli (znacznie upraszczając treść tego artykułu) dobrego stanu wód podziemnych.

Dyrektywa ustala sposób raportowania wyników monitoringu z uwzględnieniem planu gospodarowania wodami w dorzeczu (art. 15). Plany powinny zawierać informacje (art. 4 i art. 13), zebrane w programy działań (art. 11) oraz załącznik VII.

Art. 17 RDW pt. „Strategie zapobiegania i ochrony przed zanieczyszczeniem wód podziemnych” zawiera dalsze ustalenia dot. wód podziemnych i podjęcie „szczególnych działań, aby zapobiegać zanieczyszczaniu wód podziemnych”.

3.1.3. Dyrektywa w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu (Dyrektywa 2006/118/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dn. 12 grudnia 2006 roku) – tzw. Dyrektywa Wód Podziemnych

Dyrektywa w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu (DWP, ang. GWD) ma na celu uzupełnienie przepisów RDW oraz ustanowienie szczególnych środków, obejmujących głównie zasady określania stanu JCWPd.

W pkt. 17 Dyrektywy Wód Podziemnych znalazł się wymóg zapewnienia: „Solidnych i porównywalnych metod monitorowania wód podziemnych, jako ważnego narzędzia oceny jakości wód podziemnych oraz wyboru najbardziej odpowiednich środków”. W dalszej kolejności, na przestrzeni lat, zapisy art. 17 DWP przyczyniły się do objęcia monitoringu wód podziemnych Systemem Zarządzania na poziomie międzynarodowym, zgodnym z normą ISO 17025.

Dyrektywa Wód Podziemnych wskazuje na konieczność prowadzenia współpracy międzynarodowej dla JCWPd znajdujących się na terytorium kilku państw członkowskich. Ponadto niezbędne jest wspólne ustalanie wartości progowych oraz identyfikacja odpowiednich substancji niebezpiecznych. W niniejszej Dyrektywie, w załączniku IV zawarte są wskazania dot. ustalania częstotliwości i lokalizacji punktów monitoringu w sposób umożliwiający przeprowadzenie analizy trendów. Zgodnie z załącznikiem V, sekcja 2.4 dyrektywy 2000/60/WE „wyniki uzyskane w ramach sieci monitoringu wód podziemnych,” są podstawą oceny stanu chemicznego wód.

DWP określa zakres obligatoryjnych wskaźników, dla których Państwa Członkowskie zobowiązane były wyznaczyć wartości progowe stanu dobrego JCWPd

(Załącznik II, część B), wyznacza normy jakości wód podziemnych na poziomie UE dla azotanów oraz pestycydów. Zdefiniowano następujące wskaźniki: arsen, kadm, ołów, rtęć, jony amonowe, jony chlorkowe, jony siarczanowe, trichloroetylen, tetrachloroetylen, oraz przewodność elektrolityczna właściwa. Zawarte w załącznikach I i II wskaźniki podlegają okresowej weryfikacji i aktualizacji. Pierwszą aktualizację przeprowadzono w 2014 roku, poprzez wdrożenie dyrektywy 2014/80/UE. W wyniku przeprowadzonej rewizji, listę wskaźników rozszerzono o azotyny i fosfor/fosforany, dla których wyznaczono wartości progowe. Dyrektywa wskazuje na konieczność rozpoczęcia prac nad rozszerzeniem monitoringu w zakresie poszukiwania i identyfikowania nowych zanieczyszczeń w wodach podziemnych. Zgodnie zalecaniami Dyrektywy, wymagane jest ustalenie dobrowolnej listy obserwacyjnej dla nowych zanieczyszczeń, które w przyszłości mogą być uregulowane w ramach kolejnej aktualizacji. Lista obserwacyjna ma na celu udokumentowanie występowania substancji, które dla przyjętych kryteriów, mogą stwarzać zagrożenie na poziomie europejskim. Wdrożenie przez kraje członkowskie monitoringu we wskazanym zakresie, ma umożliwić stwierdzenie, czy substancje objęte listą obserwacyjną stanowią problem w skali lokalnej czy europejskiej. Udokumentowanie omawianych wskaźników na poziomie europejskim, staje się podstawą do uregulowania w ramach kolejnych aktualizacji załączników I i II DWP.

3.2. Prawo krajowe

3.2.1. Ustawa Prawo wodne z dnia 20 lipca 2017 r.

(z późniejszymi zmianami Dz.U. 2023 poz. 1478)

Pierwsza i pełna implementacja Ramowej Dyrektywy Wodnej (RDW) w Polsce, wprowadzona została przez wejście w życie ustawy z dnia 18 lipca 2001 r. – Prawo wodne.

Obecnie obowiązującym aktem prawnym z zakresu gospodarki wodnej jest Ustawa Prawo Wodne z dnia 20 lipca 2017 r. zawierająca nowelizacje wprowadzone do czerwca 2023 r. (Dz.U. 2023 poz. 1478). Ustawa Prawo wodne reguluje wszystkie zagadnienia gospodarki wodnej w Polsce, część poświęcona kwestiom wód podziemnych, w szczególności ich monitoringowi, zawiera rozdział 4 Ustawy, dział VII (Monitoring wód).

W art. 349 zawarte są cele oraz zasady prowadzenia monitoringu wód – w zakresie wód podziemnych, monitoring „ma na celu pozyskanie informacji o stanie wód oraz o stanie wód obszarów chronionych na potrzeby planowania w gospodarowaniu wodami oraz oceny osiągnięcia celów środowiskowych”.

Na mocy art. 369 Ustawy Prawo wodne, Państwowa Służba Geologiczna wykonuje zadania państwa na potrzeby rozpoznawania, bilansowania i ochrony wód podziemnych w celu racjonalnego wykorzystania tych wód przez społeczeństwo oraz gospodarkę.

Art. 381 zawiera wskazania dotyczące konieczności utrzymania sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych. W kolejnych artykułach (382 i 383) istnieją zapisy dotyczące szczegółowej regulacji zasad ochrony elementów sieci oraz zapewnienia swobody pomiarów. Zasady własności i udostępniania wyników pomiarów zostały określone w art. 386 i 387 niniejszej Ustawy. Jako jeden z ważnych dokumentów planistycznych służących do opracowania planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wykorzystuje się program monitoringu wód podziemnych (art. 317, ust. 1, pkt. 7).

3.2.2. Ustawa Prawo geologiczne i górnicze z dnia 9 czerwca 2011 r. (z późniejszymi zmianami Dz.U. 2023 poz. 633)

Ustawa ta reguluje zasady i warunki podejmowania, wykonywania oraz zakończenia działalności w zakresie: prac geologicznych, wydobywania kopalin ze złóż, podziemnego bezzbiornikowego magazynowania substancji, podziemnego składowania odpadów, podziemnego składowania dwutlenku węgla.

Ustawa określa także wymagania w zakresie ochrony złóż kopalin, wód podziemnych oraz innych elementów środowiska w związku z wykonywaniem powyższej działalności. Ponadto zawiera zasady wykonywania nadzoru i kontroli nad działalnością regulowaną w niniejszej ustawie, zasady koncesjonowania, kwalifikacje w zakresie geologii i w zakresie górnictwa i ratownictwa górniczego. Reguluje kwestie odpowiedzialności za szkody górnicze oraz ustala wysokość stawek opłat eksploatacyjnych.

3.2.3. Rozporządzenia i programy regulujące zasady i funkcjonowanie monitoringu wód podziemnych w Polsce

Głównymi wykonawczymi aktami prawnymi do Ustawy prawo wodne, regulującymi zasady i funkcjonowanie monitoringu wód podziemnych w Polsce są:

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 13 lipca 2021 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2021 poz. 1576 ze zmianami obowiązującymi od 1 stycznia 2022r.);

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r, w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. z 2019 r., poz. 2148).

3.2.3.1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 13 lipca 2021 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2021 poz. 1576 ze zmianami obowiązującymi od 1 stycznia 2022r.)

Niniejsze rozporządzenie określa (§ 1, ust. 2):

- a) rodzaje monitoringu i cele ich ustanowienia,
- b) kryteria wyboru jednolitych części wód do monitorowania,
- c) kryteria wyznaczania punktów pomiarowo-kontrolnych (Załącznik nr 6 Rozporządzenia)
- d) zakres i częstotliwość monitoringu,
- e) metodyki referencyjne oraz warunki zapewnienia jakości monitoringu.

Wśród najistotniejszych zapisów niniejszego Rozporządzenia, regulujących organizację monitoringu wód podziemnych w Polsce, należy wspomnieć o określeniu zakresu i częstotliwość monitoringu stanu chemicznego, ilościowego oraz badawczego.

W załączniku nr 7 do niniejszego Rozporządzenia, określono zakres monitoringu stanu chemicznego. Dla monitoringu diagnostycznego stanu chemicznego, wskazany został obligatoryjny zakres 32 parametrów fizykochemicznych, spośród 55 parametrów, dla których określono wartości progowe dobrego stanu chemicznego. Dla monitoringu operacyjnego zakres definiuje charakter zidentyfikowanych oddziaływań antropogenicznych mających wpływ na wody podziemne. Zgodnie postanowieniami dotyczącymi monitoringu chemicznego, monitoring diagnostyczny prowadzi się przynajmniej raz w ciągu sześcioletniego cyklu planistycznego, natomiast monitoring operacyjny wykonuje się przynajmniej raz w roku, z wyłączeniem roku, gdy jest prowadzony monitoring diagnostyczny.

Monitoring stanu ilościowego JCWPd obejmuje pomiary położenia zwierciadła wody podziemnej, a także ustalanie dostępnych zasobów oraz wielkości średniego wieloletniego poboru wód podziemnych dla każdej JCWPd. Częstotliwość pomiarów nie została ściśle określona, ale ma być „wystarczająca dla dokonania oceny stanu ilościowego jednolitych

części wód podziemnych, uwzględniając zmienności krótko- i długoterminowe w zasilaniu jednolitych części wód podziemnych”.

Dla monitoringu badawczego JCWPd, rozporządzenie nie reguluje zakresu i częstotliwość pomiarów. Badania powinny być dopasowane do lokalnych warunków oraz występującego zagrożenia. Wyniki monitoringu badawczego mają pomagać we wszczęciu działań potrzebnych do osiągnięcia wyznaczonych celów środowiskowych lub innych środków zaradczych przeciwdziałających zagrożeniom dla wód podziemnych w danej JCWPd. Bardzo istotnym zapisem niniejszego Rozporządzenia (§. 24) jest wymóg zapewnienia należytej jakości pomiarów i badań, m.in. przez prowadzenie dwustopniowego systemu kontroli, zapewnienie walidacji i dokumentowania, zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025 lub innymi równorzędnymi normami przyjętymi na poziomie międzynarodowym. W załączniku 8 określono metodyki referencyjne pomiarów i badań.

3.2.3.2. Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r, w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych

Niniejsze Rozporządzenie określa:

- 1) klasyfikację elementów fizykochemicznych,
- 2) definicje klasyfikacji stanu ilościowego wód podziemnych oraz ich stanu chemicznego,
- 3) sposób interpretacji wyników badań elementów fizykochemicznych i ilościowych,
- 4) sposób prezentacji ich stanu,
- 5) częstotliwość dokonywania oceny ich stanu,
- 6) wartości progowe będące normami jakości środowiska wyrażonymi jako stężenie danej substancji zanieczyszczającej.

3.2.3.3. Program monitoringu jednolitych części wód podziemnych

Zgodnie z wymogami RDW oraz Ustawy prawo wodne, obecnie obowiązującym dokumentem planistycznym służącym do opracowania planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy jest „Aktualizacja programu monitoringu jednolitych części wód podziemnych w układzie dorzeczy na lata 2022–2027” (Kuczyńska i in., 2020).

3.3. Wytyczne poradników Komisji Europejskiej oraz krajowe metodyki wykorzystywane w ocenie stanu JCWPd w Polsce

Bardzo duża ogólność zaleceń i wytycznych zawartych w RDW i DWP, daje państwom członkowskim dość dużą swobodę interpretacji i tworzenia na ich podstawie przepisów w skali krajowej. Taki stan rzeczy i niekiedy niedostateczna wymiana informacji między instytucjami z różnych krajów, często jest przyczyną różnej interpretacji tych samych przepisów.

3.3.1. Wytyczne poradników Komisji Europejskiej

W celu harmonizacji działań wdrożeniowych, w 2000 r. wprowadzono strategię wdrażania RDW (Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive). Od 2001 r., w Komisji Europejskiej funkcjonuje ciała doradcze – Grupy Robocze, w skład których wchodzi przedstawiciele państw Wspólnoty. Głównym celem funkcjonowania Grup Roboczych jest wymiana wiedzy i doświadczeń. Zgodnie z założeniami, uczestnikami powinni być przedstawiciele administracji państwowej, jednostek naukowych, jak również organizacji i stowarzyszeń branżowych. Efektem ich prac są dokumenty zawierające wytyczne/zalecenia/zbiory wskazówek (przewodniki, ang. *Guidances*) dotyczące praktycznych aspektów wdrażania zapisów określonych w RDW i DWP oraz raporty techniczne (technical reports) podsumowujące różne podejścia w wdrażaniu poszczególnych wymogów przez kraje członkowskie.

Efekty prac Grup Roboczych, publikowane są na ogólnodostępnej platformie CIRCABC (ang. Communication & Information Resource Centre Administrations, Business and Citizens). Przewodniki dedykowane implementacji zagadnień monitoringu w RDW i DWP, przedstawia zestawienie poniżej (tab. 3.3.1.1.).

Tab. 3.3.1.1. Zestawienie poradników KE dotyczących monitoringu wód podziemnych

Lp.	Tytuł opracowania	Data wydania	Uwagi
1	Guidance document no 3. Analysis of Pressures and Impacts.		
2	Guidance document no 7. Monitoring under the Water Framework Directive	2003	
3	Policy summary to Guidance Document No. 7. Monitoring under the Water Framework Directive	po 2003, przed 2006	na podstawie dok. 1
4	Groundwater Monitoring – Technical report on groundwater monitoring as discussed at the workshop of 25 th June 2004	2004	na podstawie dok. 1
5	Guidance Document No. 15, Guidance on Groundwater Monitoring	2006	jest uzupełnieniem dok. 1, po wprowadzeniu DWP
6	Guidance document no 16. Guidance on Groundwater in Drinking Water Protected Areas	2006	
7	Guidance document no 17. Guidance on preventing or limiting direct and indirect inputs in the context of the groundwater directive 2006/118/EC	2007	
8	Guidance document no 18. Guidance on groundwater status and trend assessment	2009	
9	Technical report on groundwater quality trend and trend reversal assessment	2019	
10	Voluntary groundwater watch list concept & methodology. Technical Report	2019	
11	Water Framework Directive Reporting Guidance 2022	2023	

3.3.2. Krajowe metodyki i poradniki wykorzystywane w ocenie stanu JCWPd w Polsce

Głównym celem realizacji monitoringu wód podziemnych, jest wykonanie oceny stanu jednolitych części wód podziemnych. Pierwszymi szeroko wykorzystywanymi poradnikami z zakresu oceny stanu JCWPd były prace Szczepańskiej i Kmiecik (2005) oraz Witczaka i in. (2006, 2013).

Procedura oceny stanu JCWPd została opracowana w roku 2013 (Kuczyńska i in., 2015) i zaktualizowana w lipcu 2020 r. (Palak-Mazur i in., 2020).

Ocena stanu JCWPd prowadzona jest zarówno w zakresie stanu chemicznego, jak i ilościowego. W ramach oceny stanu chemicznego wykonuje się łącznie pięć testów klasyfikacyjnych, które przeprowadza się w odniesieniu do wszystkich JCWPd, niezależnie od wyników pozostałych testów.

Metodyka oceny stanu ilościowego, zakłada wykonanie w ramach oceny stanu ilościowego czterech testów klasyfikacyjnych oraz analizy wspierającej z zakresu analizy

położenia zwierciadła wody w punktach monitoringu stanu ilościowego. Łącznie w ramach oceny stanu jednolitych części wód podziemnych wykonuje się 9 testów klasyfikacyjnych (fig. 3.3.2.1.), gdzie stan wód podziemnych ocenia się na podstawie wybranych jakościowych i ilościowych wskaźników oraz charakterystyk wód podziemnych. Badane są implikacje pomiędzy ekosystemami, a także analizowane potrzeby receptorów wód podziemnych.

Dokładne wytyczne prowadzenia oceny zawarte są w następujących dokumentach: „Adaptacja metodyk przedstawionych w poradnikach UE dotyczących oceny stanu chemicznego i ilościowego wód podziemnych, opracowanie procedur i „makr” dla przeprowadzenia analiz, obliczeń i ocen” (Kuczyńska i in., 2015) oraz „Aktualizacja metodyki oceny stanu JCWPd wraz z opracowaniem metodyki analizy odwracania trendów zanieczyszczeń (Palak-Mazur i in., 2020).

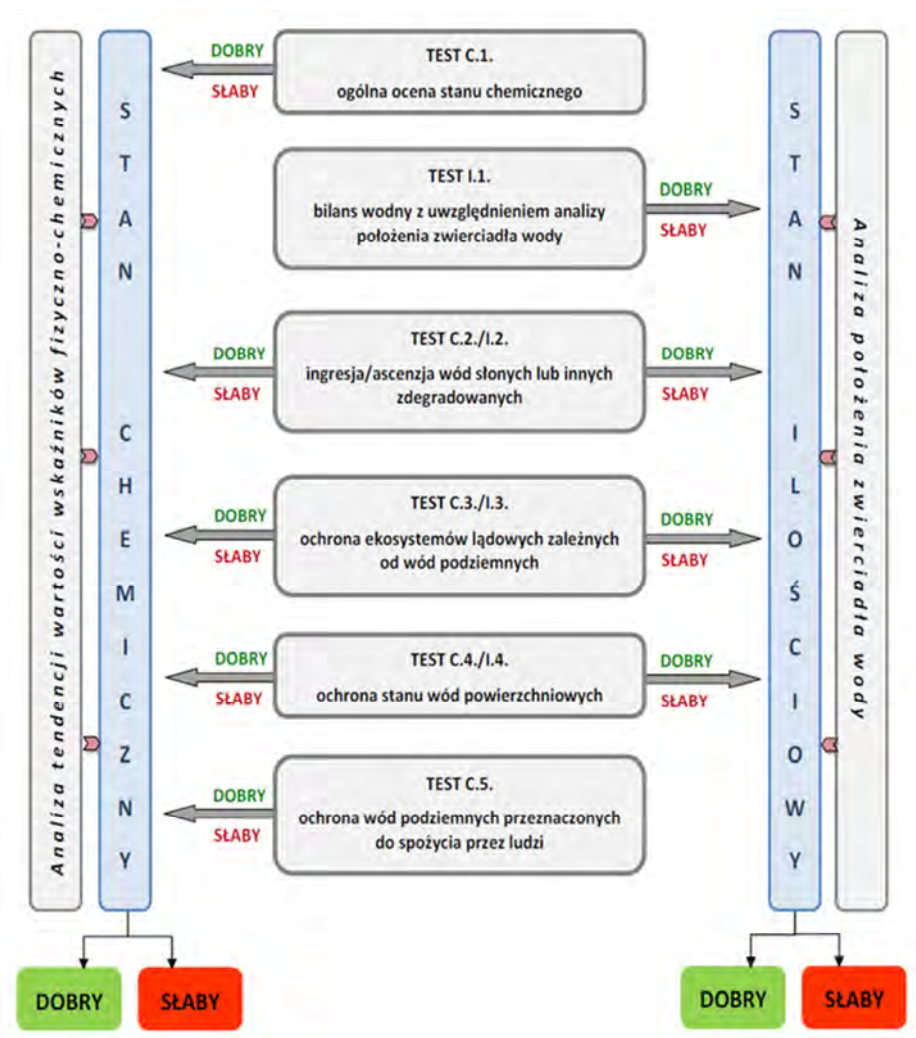


Fig. 3.3.2.1. Schemat testów klasyfikacyjnych stanu wód podziemnych (Kuczyńska i in., 2015)

3.4. Wymagania systemu zarządzania i kontroli jakości zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025

Wymóg zawarty w §.24 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 13 lipca 2021 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2021 poz. 1576), dotyczący „zapewnienia jakości i porównywalności wyników analiz zgodnie z przyjętymi na poziomie międzynarodowym praktykami systemu zarządzania, określonymi w normie PN-EN ISO/IEC 17025 lub w innych równorzędnych normach przyjętych na poziomie międzynarodowym, oraz wymóg wdrożenia przez laboratoria realizujące monitoring jednolitych części wód lub podmioty pracujące na zlecenie tych laboratoriów systemu zarządzania jakością zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025” oraz wdrożenia dwustopniowego systemu potwierdzenia ważności badań, determinuje sposób postępowania przez jednostki realizujące monitoring jednolitych części wód podziemnych. W szczególności wymóg ten dotyczy:

- a) pobierania próbek wody lub materiału biologicznego,
- b) utrwalania próbek wody oraz materiału biologicznego,
- c) transportowanie próbek wody oraz materiału biologicznego,
- d) przechowywanie lub przygotowanie próbek wody oraz materiału biologicznego, przed poddaniem ich badaniu w laboratorium,
- e) wykonywanie oznaczeń fizykochemicznych, a w przypadku materiału biologicznego – oznaczeń taksonomicznych.

Potwierdzeniem wdrożenia systemu zarządzania na poziomie międzynarodowym, zgodnego z normą PN-EN ISO/IEC 17025, jest uzyskanie certyfikatu akredytacji przyznanego przez organ certyfikujący odpowiedni dla danego kraju – w Polsce jednostką stwierdzającą i potwierdzającą zgodność funkcjonowania systemu zgodnie z powyższą normą, jest Polskie Centrum Akredytacji (PCA). Zapewnienie jakości i porównywalności wyników analiz zgodnie z przyjętymi na poziomie międzynarodowym praktykami systemu zarządzania (w szczególności zapewnienie porównywalności wyników) związane jest z międzynarodowym porozumieniem o wzajemnym uznawaniu ILAC MRA (International Laboratory Accreditation Cooperation Mutual Recognition Arrangement), uzanającym równoważności programów akredytacji prowadzonych przez zrzeszone w ILAC jednostki akredytujące, którego sygnatariuszem jest PCA (www.pca.gov.pl).

Państwowa Służba Geologiczna (Państwowa Służba Hydrogeologiczna, w latach 2001- 2023, powołana na mocy Ustawy Prawo Wodne), realizuje zadania Państwa w zakresie monitoringu wód podziemnych, w tym oceny stanu jednolitych części wód podziemnych. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy już w 2000 r. uzyskał akredytację Polskiego Centrum Akredytacji (nr AB283). Początkowo system obejmował badania laboratoryjne oznaczeń fizyko-chemicznych próbek wód podziemnych, a od 2016 r. akredytacją objęte zostały również badania i pomiary terenowe wód podziemnych, tym samym spełniając zapisy i wymogi §.24 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 13 lipca 2021 r. (Dz.U. 2021 poz. 1576).

4. Kryteria doboru punktów badawczych

W celu przeprowadzenia badań doświadczalnych i dokonania analizy terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej, wykorzystywanych na potrzeby oceny wód pierwszego poziomu wodonośnego, niezbędne było wytypowanie właściwego i wiarygodnego zbioru punktów pomiarowych.

Na etapie przygotowawczym w 2019 roku i na przełomie 2019/2020 roku przeanalizowano informacje i wyniki pozyskane z 1234 punktów (otworów, studni/piezometrów/źródeł) badawczych opróbowanych w 2019 roku przez Zespół Poboru Próbek Środowiskowych PIG-PIB.

Wyniki i dane wykorzystane do przeprowadzenia analizy zbioru badawczego, pochodziły z następujących zadań monitoringu wód podziemnych realizowanych przez Państwową Służbę Hydrogeologiczną: 1149 punktów – opróbowanie w ramach monitoringu diagnostycznego 2019 „Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w latach 2018-2021”. Ponadto z 50 punktów obserwacyjnych – w ramach zadania PSH pt. „Ocena stanu technicznego punktów sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych”. Kolejne 32 punkty opróbowano w ramach zadania PSH pt. „Monitoring wód podziemnych w strefach granicznych RP na potrzeby realizacji umów i współpracy międzynarodowej” oraz 3 punkty w ramach zadania PSH pt. „Organizacja oraz prowadzenie monitoringu badawczego wód podziemnych w obszarach obciążonych silną antropopresją”.

Prace doświadczalne, w tym opróbowania testowe w 2020 roku, były realizowane równolegle z cyklicznie prowadzonym monitoringiem wód podziemnych w ramach wyżej wymienionych zadań PSH.

Celem zapewnienia reprezentatywności i jednorodności punktów badawczych pod względem hydrogeologicznym, do studium metodyki pobierania próbek wód podziemnych, wytypowano piezometry i studnie wiercone ujmujące pierwszy poziom wodonośny (PPW), będące punktami I-ego i II-ego rzędu krajowej sieci monitoringu wód podziemnych należących do Sieci Obserwacyjno-Badawczej Wód Podziemnych PIG-PIB (SOBWP). Punkty te mają pełną dokumentację hydrogeologiczną w postaci profilu geologicznego i karty otworu zarejestrowaną i zgromadzoną w Centralnym Banku Danych Hydrogeologicznych - Banku HYDRO (baza danych hydrogeologicznych). Charakterystykę hydrogeologiczną omawianych otworów badawczych przedstawiono w rozdziale 5. Istotnym czynnikiem

determinującym wybór punktów, było zapewnienie stałego i nieograniczonego dostępu do obiektów.

Wytypowane obiekty uznawane są za charakterystyczne i reprezentatywne dla JCWPd, w której się znajdują i wykorzystywane są w ocenie stanu wód podziemnych, zarówno w monitoringu ilościowym, jak i chemicznym.

W wyborze punktów pomiarowych, uwzględniony został stan techniczny obiektów, do przeprowadzenia poboru próbek, zostały dopuszczone punkty o bardzo dobrym stanie technicznym otworu, jak i obudowy, nie wpływającym na analizowane wskaźniki jakościowe.

Z uwagi na wytyczne dotyczące realizacji monitoringu chemicznego i prowadzenie oceny stanu jednolitych części wód podziemnych z uwzględnieniem dorzeczy, w celu zachowania wymaganych kryteriów i przyjętej systematyki, lokalizacja punktów badawczych została ograniczona do jednego dorzecza – Dorzecza Wisły.

Kolejnym kryterium dla obiektów, w których prowadzono prace doświadczalne i testy, była sprawność hydrauliczna punktu monitoringowego – wymagane osiągnięcie sprawności hydraulicznej doskonałej lub bardzo dobrej. Autor dokonał kolejnej selekcji punktów na podstawie wyników pochodzących z analizy sprawności hydraulicznej przeprowadzonej w ramach zadania PSH pt. „Ocena stanu technicznego punktów sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych” (dla wszystkich opróbowanych w danym roku punktów SOBWP). Ocena ta jest prowadzona i dokumentowana na podstawie wyników pompowań sprawnościowo-oczyszczających (Kochanowski, 2019a). W celu potwierdzenia reprezentatywności obiektów pod względem uzyskiwanych wyników, autor ponowił przedmiotową analizę w trakcie realizacji prac terenowych. Dokładny przebieg i kryteria oceny są przedstawione w dalszej części rozdziału w podrozdziale 4.2. „Ocena reprezentatywności i sprawności technicznej punktów badawczych w zakresie prawidłowości pobierania próbek wód podziemnych”.

4.1. Kryteria techniczne i konstrukcyjne punktów badawczych

Czynnikami determinującym dobór zbioru punktów badawczych, na potrzeby niniejszego opracowania, były warunki techniczne i konstrukcyjne, które musiały być spełnione przy wyborze punktów.

Autor przed przystąpieniem do prowadzenia prac doświadczalnych, celem weryfikacji stanu technicznego i konstrukcji technicznej, dokonał przeglądu dokumentacji geologicznej wytypowanych otworów badawczych (profile i karty otworów CBDH - Banku Hydro,

Karty informacyjne punktów obserwacyjno-badawczych SOBWP). Powyższa analiza poprzedzała, ocenę terenową, która została wykonana bezpośrednio w terenie na punkcie badawczym i obejmowała weryfikację danych archiwalnych dotyczących średnicy, głębokości, drożności otworów badawczych oraz pomiaru głębokości zwierciadła statycznego wód podziemnych.

Inspekcja techniczna otworów badawczych została przeprowadzona poprzez wykonanie pomiarów bezpośrednich w otworach z wykorzystaniem, wzorcowanej w akredytowanym laboratorium wzorcującym, sondy dźwiękowo-światłowej do pomiaru głębokości otworu i zwierciadła wód podziemnych (tzw. „świstawka elektryczna”). Zidentyfikowanie niedrożności otworu oraz istnienie znacznego zasypu w otworze w sposób istotny oddziaływałoby na stabilność otworu i w znaczący sposób wpływałoby na uzyskiwane wyniki parametrów zarówno ilościowych, jak i jakościowych. Obecność znacznego zasypu w otworze, może świadczyć o uszkodzeniu części filtra (kolumny filtrowej) prowadzącego do niesprawności hydraulicznej otworu i zaburzenia przepływu naturalnego w otworze w strefie zafiltrowania.

W dalszej kolejności ocena obejmowała weryfikację stanu technicznego obudowy i rur kolumny otworu. Szczególna uwaga została zwrócona na jej szczelność i brak obecności wód gruntowych w obudowie – ewentualne nieszczelności i zły stan obudowy ze względu na ryzyko „przelewu” wód gruntowych lub sączeń do kolumny filtrowej, dyskwalifikowałyby dany otwór z dalszych prac ze względu na ryzyko zaburzenia stabilności warunków i parametrów fizyko-chemicznych w otworze, tym samym wpływając na ważność oraz reprezentatywność opróbowań. We wszystkich rozpatrywanych stanowiskach badawczych, rozbieżności względem dokumentacji nie przekraczały 5%, co należy uznać za bardzo dobry wynik, potwierdzający przydatność otworów do uzyskiwania wiarygodnych wyników.

Przeprowadzona ocena była ukierunkowana na zapewnienie odpowiednich warunków technicznych umożliwiających pobieranie reprezentatywnych próbek wód podziemnych, tj. stanu technicznego niewpływającego w sposób negatywny i niezaburzającego składu fizyko-chemicznego pobieranych próbek, tym samym potwierdzając przydatność ww. otworów badawczych do prowadzenia dalszych eksperymentów.

Oprócz oceny stanu technicznego, parametrów technicznych i konstrukcyjnych prezentowanych punktów, do przeprowadzenia doświadczenia niezbędne było uwzględnienie

wymagań technicznych pomp i próbników (przedstawione w rozdziale 7.) w wykorzystywanych na potrzeby przedmiotowej oceny metod prospekcji hydrogeologicznej.

Na podstawie ww. kryteriów, wszystkie z wytypowanych punktów badawczych musiały spełniać jednocześnie wszystkie poniższe wymogi:

- konstrukcja otworu i obudowy umożliwiająca jednoczasowy pobór próbek wód podziemnych pięcioma metodami,
- średnica otworów (studni/piezometrów) ≥ 100 mm,
- jednorodna konstrukcja otworu – jednakowa średnica filtra, kolumny nadfiltrowej i rury podfiltrowej, umożliwiająca bezproblemową instalację próbniaka/punktu pobrania próbki wody w strefie zafiltrowania,
- występowanie zwierciadła statycznego $\leq 6-7$ m p.p.t. i dynamicznego $\leq 8-9$ m p.p.t. przy stosowej w trakcie doświadczeń wydajności pompowań ($Q = 2,4\text{m}^3$) wolumetrycznych (wymóg dla pomp ssących i perystaltycznych).

Uwzględniając powyższe kryteria oraz wytyczne przewodników statystycznych (Eurachem, 2019) i normy PN-EN ISO 5667-14:2016 w zakresie populacji statystycznej, do testu metodyki opróbowań, spośród 1234 otworów wytypowane zostały 24 punkty monitoringu sieci krajowej SOBWP PIG-PIB. Omawiane obiekty stanowią jednocześnie punkty monitoringu chemicznego (numeracja i baza MONBADA). Wytypowane otwory to: II/396/1 Guzów (MONBADA 289); II/1072/1 Wymyśle Polskie (MONBADA 2176); II/1375/1 Mroczków (MONBADA 2324); II/896/1 Rytwiany (MONBADA 1404); II/596/1 Zaświatycze (MONBADA 1368); II/1746/1 Sztutowo (MONBADA 1457); II/1749/1 Piaski (MONBADA 1459); II/1390/1 Januszewice (MONBADA 2315); II/964/1 Nowe Iganie (MONBADA 2095); II/1392/1 Cieblowice (MONBADA 2304); II/1751/1 Kluki (MONBADA 1751); II/707/1 Hel (MONBADA 1423); II/1909/1 Jastarnia (MONBADA 2026); II/1873/1 Gralewo (MONBADA 1609); I/960/2 Granica-2 (MONBADA 1702); I/970/3 Radzymin-3 (MONBADA 1537); II/1391/1 Sulejów (MONBADA 2345); II/98/1 Płońsk (MONBADA 435); II/1726/1 Pętkowo Wielkie (MONBADA 1456); II/1605/1 Narew (MONBADA 2096); II/567/1 Międzyłże (MONBADA 1168); I/704/2 Lubochenek (MONBADA 248); II/1395/1 Strzyżowice (MONBADA 2061); II/571/1 Janów Podlaski (MONBADA 1140). Ogólna oraz szczegółowa lokalizacja punktów badawczych została przedstawiona w rozdziale 5. (fig. 5.1. oraz załączniku 1 - fig. 1.1.1.Z. – 1.18.1.Z.).

4.2. Ocena reprezentatywności i sprawności technicznej - eksploatacyjnej (hydraulicznej) punktów badawczych w zakresie prawidłowości pobierania próbek wód podziemnych.

Z uwagi na funkcję jaką pełnią wytypowane do testu i prac doświadczalnych punkty pomiarowe (Krajowa Sieć Obserwacyjno-Badawcza Wód Podziemnych), warunki hydrogeologiczne oraz ich lokalizację, należy uznać za reprezentatywne do prowadzenia monitoringu wód podziemnych w zakresie monitoringu ilościowego, jak i chemicznego. Szczegółowe omówienie warunków hydrogeologicznych na tle danej JCWPd, zostało przedstawione w rozdziale 5.

Na potrzeby weryfikacji sprawności technicznej (hydraulicznej) otworu, w każdym z wytypowanych punktów badawczych zostały przeprowadzone pompowania sprawnościowo – oczyszczające. Wykorzystano wytyczne stosowane w PIG-PIB w ramach zadania PSH pt. „Ocena stanu technicznego punktów sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych”. Mierzone parametry uwzględniały pomiar wydajności (natężenia) pompowania i depresji jednostkowej w otworze w trakcie pompowania w celu określenia wydatku jednostkowego studni oraz przeprowadzono pomiary stabilizacji zwierciadła wody.

Natężenie pompowania Q (wydatek, wydajność pompowania) definiowane jako objętość wody uzyskiwana w określonych warunkach w danej jednostce czasu [m^3/h].

Depresja jednostkowa (s) jest wartością depresji [m] przypadającą na jednostkowe natężenie pompowania (wydatku).

Wydatek jednostkowy studni q (wydajność jednostkowa studni) – wydatek studni przeliczony na 1 m depresji [$m^3/h \cdot 1m \cdot s$], określany ze wzoru $q = Q/s$.

Stabilizacja zwierciadła wody – podnoszenie się zwierciadła wód podziemnych w otworach hydrogeologicznych związane jest z wyrównywaniem się ciśnienia piezometrycznego. W otworach pompowanych – powrót zwierciadła dynamicznego do stanu naturalnego (zwierciadła statycznego), wyrażony poprzez pomiar depresji (s), w określonej jednostce czasu. Parametr wykorzystywany do pełniejszej analizy sprawności hydraulicznej otworu (Kleczkowski, Rózkowski, 1997). Wymienione pomiary hydrogeologiczne umożliwiają ocenę zdolności eksploatacyjnej studni w warunkach bieżącej eksploatacji (Prażak, 2024).

Powyższa analiza parametrów hydraulicznych, uwzględniała dla każdego z otworów testowych, porównanie statystyczne wydatku jednostkowego studni z okresu budowy $q_{okr\ bud}$

z wydatkiem jednostkowym studni $q_{dośw.}$ w trakcie badań. Dane uzyskane w oparciu o wyniki pompowań sprawnościowo-oczyszczających prowadzonych przez autora, potwierdziły dobry stan hydrauliczny wszystkich otworów badawczych i niewielką zmienność sprawności na przestrzeni lat. Zaobserwowane spadki sprawności hydraulicznej na podstawie analizy wydatku jednostkowego studni, nie przekraczały 20% wydatku z okresu budowy otworu. Tylko w przypadku 2 otworów II/596/1 Zaświatycze (MONBADA 1368) oraz II/98/1 Płońsk (MONBADA 435) zaobserwowano większy spadek wydajności jednostkowej (q), jednakże czas stabilizacji zwierciadła pozwolił zaklasyfikować sprawność otworu jako bardzo dobrą. W niektórych z badanych otworów stwierdzono jednocześnie poprawę sprawności hydraulicznej.

Analiza czasu stabilizacji zwierciadła wody została wykonana w oparciu o wytyczne merytoryczne i techniczne (Kochanowski, 2019a; Janica, Kucharczyk, 2019, 2020; Prażak, 2024) stosowane w PSH w trakcie realizacji zadania „Ocena stanu technicznego...” oraz przy wyznaczaniu stref ochronnych ujęć wód podziemnych. Przyjęte kryteria oceny sprawności hydraulicznej dla otworów badawczych wykorzystywanych do monitoringu stanu ilościowego wód podziemnych, zakładają:

- dla otworów o sprawności hydraulicznej znakomitej:
wznios zwierciadła $\geq 80\%$ depresji w czasie do 15 minut,
- dla otworów o sprawności hydraulicznej bardzo dobrej:
wznios zwierciadła $\geq 60\%$ depresji w czasie do 15 minut.

Pomiary wydatku jednostkowego dokonane we wszystkich testowych otworach i ocena czasu 80% wzniosu, dla wszystkich punktów badawczych nie przekroczyła 10 minut, tym samym została potwierdzona ich bardzo dobra i znakomita sprawność hydrauliczna. Dane pomiarowe i wyniki pełnej analizy zostały przedstawione w tabeli „Ocena sprawności technicznej – eksploatacyjnej (hydraulicznej) punktów badawczych” (tab. 4.2.1.).

Wymienione elementy oceny stanu technicznego i sprawności hydraulicznej punktów SOBWP, potwierdziły właściwy dobór otworów obserwacyjnych. Nie stwierdzono czynników mogących powodować zaburzenia przepływu wód podziemnych w otworach badawczych. Uznano zatem, że dobór punktów badawczych jest właściwy do prowadzenia w nich prac doświadczalnych oraz badań monitoringu ilościowego i chemicznego wód podziemnych.

Tab. 4.2.1. Ocena sprawności technicznej – eksploatacyjnej (hydraulicznej) punktów badawczych.

lp.	Miejscowość	nr SOBWP	nr MONBADA	nr CBDH	Q okr. bud. [m ³ /h]	s okr. bud. [m]	q okr. bud. [m ³ /h*1m*s]	Q dośw. [m ³ /h]	s dośw. [m]	q dośw. [m ³ /h*1m*s]	q dośw./ q okr. bud. [%]	Prędkość stabilizacji zwierciadła dynamicznego, % wznios po 15 min.	Czas stabilizacji zwierciadła dynamicznego do 100% [min.]	Sprawność
1	Kluki	II/1751/1	1751	20005	3,0	1,37	2,19	2,4	0,81	2,96	135	100	15	znakomita
2	Hel	II/707/1	1423	170017	6,0	0,80	7,50	2,4	0,28	8,57	114	100	2	znakomita
3	Jastarnia	II/1909/1	2026	70034	4,0	1,22	3,28	2,4	0,64	3,75	114	100	15	znakomita
4	Sztutowo	II/1746/1	1457	570087	3,0	2,21	1,36	2,4	1,05	2,29	168	100	5	znakomita
5	Piaski (Nowa Karczma)	II/1749/1	1459	310034	3,0	1,32	2,27	2,4	0,81	2,96	130	99	20	znakomita
6	Gralewo	II/1873/1	1609	2880128	3,3	1,47	2,22	2,4	0,61	3,93	177	100	4	znakomita
7	Wymyśle Polskie	II/1072/1	2167	4830039	20,4	1,10	18,55	2,4	0,06	40,00	216	100	1	znakomita
8	Płońsk	II/98/1	435	4470037	7,8	1,39	5,58	2,4	0,55	4,36	78	100	4	bardzo dobra
9	Narew	II/1605/1	2096	3810030	3,0	0,40	7,50	2,4	0,25	9,60	128	100	15	znakomita
10	Radzymin3	I/970/3	1537	4880362	5,0	0,75	6,67	2,4	0,19	12,63	189	100	3	znakomita
11	Pętkowo Wielkie	II/1726/1	1456	4150062	3,0	0,16	18,75	2,4	0,10	24,00	128	100	2	znakomita
12	Nowe Iganie	II/964/2	2095	5280072	5,5	0,86	6,40	2,4	0,28	8,57	134	100	2	znakomita
13	Granica2	I/960/2	1702	5210165	5,0	0,43	11,63	2,4	0,13	18,46	159	100	5	znakomita
14	Janów Podlaski	II/571/1	1140	5330004	15,5	3,30	4,70	2,4	0,47	5,11	109	100	8	znakomita
15	Międzyłże	II/576/1	1168	6060010	15,0	9,00	1,67	2,4	1,31	1,83	110	97	>60	bardzo dobra
16	Zaświatycze	II/596/1	1368	6430001	7,6	0,40	19,00	2,4	0,29	8,28	44	100	15	bardzo dobra
17	Cieblowice	II/1392/1	2304	6670256	2,5	1,50	1,67	2,4	0,98	2,45	147	100	2	znakomita
18	Strzyżowice	II/1395/1	2061	6750105	0,8	3,00	0,27	2,4	1,08	2,22	833	100	3	znakomita
19	Lubocheń2	I/704/2	248	6670179	60,0	7,00	8,57	2,4	0,18	13,33	156	100	3	znakomita
20	Sulejów	II/1391/1	2345	7020171	2,5	4,00	0,63	2,4	1,38	1,74	278	100	15	znakomita
21	Januszewice	II/1390/1	2315	8120084	3,2	0,93	3,44	2,4	0,64	3,75	109	100	4	znakomita
22	Guzów	II/396/1	289	7420084	5,1	7,30	0,70	2,4	2,06	1,17	167	90	60	znakomita
23	Mroczków	II/1375/1	2324	7780012	1,6	3,00	0,53	2,4	1,16	2,07	388	99	20	znakomita
24	Rytwiany	II/896/1	1404	8860095	5,7	3,90	1,46	2,4	1,58	1,52	104	95	30	znakomita

5. Charakterystyka hydrogeologiczna punktów badawczych (pomiarowych)

Wytypowane do przeprowadzenia prac doświadczanych punkty badawcze w ramach niniejszej pracy są zlokalizowane w różnych Jednolitych Częściach Wód Podziemnych (JCWPd).

Dobór punktów był podyktowany koniecznością zapewnienia reprezentatywności i jednorodności punktów badawczych pod względem hydrogeologicznym. Wytypowane zostały poszczególne punkty monitoringu wód podziemnych na obszarze dorzecza Wisły. Do hydrogeologicznego studium metodyki pobierania próbek wód podziemnych, wyselekcjonowane zostały 24 punkty obserwacyjne ujmujące pierwszy poziom wodonośny. Podstawowe informacje i parametry hydrogeologiczne omawianych otworów zestawiono w tab. 5.1. na końcu rozdziału. Rozpatrywane otwory uznaje się za charakterystyczne dla dorzecza Wisły i reprezentatywne dla danej JCWPd.

Dla wód pierwszego poziomu wodonośnego na obszarze Polski charakterystyczne jest ich występowanie w ośrodkach porowych bądź porowo-szczelinowych, o braku lub znikomej izolacji od powierzchni terenu, ze zwierciadłem swobodnym lub lekko napiętym (Kazimierski, 2001; Paczyński, Sadurski, 2007). Głębokość występowania płytkich warstw wodonośnych, waha się zazwyczaj od kilku do kilkunastu m. Otwory obserwacyjne rzadko przekraczają głębokość 30 m. W związku z powyższym, dominującym typem zasilania jest zasilanie przez infiltrację oraz częściowo dopływ lateralny. Wszystkie punkty badawcze reprezentują lokalny system krążenia (Pazdro, Kozerski, 1990), potwierdzony datowaniami izotopowymi wód podziemnych metodą Trytu (^3H) (Leśniak, Wilamowski, 2017; Wilamowski, 2021). Chemizm wód w prezentowanych punktach badawczych, reprezentujących pierwszy poziom wodonośny, warunkowany jest przede wszystkim charakterem utworów wodonośnych, warstwą gleby w nadkładzie warstwy wodonośnej, zmiennymi lokalnymi warunkami przepływu oraz warunkami atmosferycznymi. Główne typy hydrogeochemiczne wód podziemnych w omawianych otworach badawczych to wody typu: $\text{HCO}_3\text{-Ca}$; $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$; $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na-Ca}$. Ze względu na przedstawione powyżej warunki, wody te w wysokim stopniu są podatne na zanieczyszczenia i antropopresję (w szczególności związane z intensywnym rolnictwem i nawożeniem) oraz sezonową zmienność składu chemicznego (Pazdro, Kozerski, 1990; Prażak, 2002; Krogulec, Sawicka, 2012; Krogulec i in., 2022;).

Wśród wytypowanych punktów badawczych znajdują się piezometry i studnie wiercone, będące jednocześnie punktami I-ego i II-ego rzędu krajowej sieci monitoringu wód podziemnych – Sieci Obserwacyjno-Badawczej Wód Podziemnych PIG-PIB. Otwory badawcze, charakteryzują się bardzo dobrą lub znakomitą sprawnością hydrauliczną,

tym samym warunki naturalne, parametry techniczne i hydrauliczne punktów badawczych nie zaburzają i nie wpływają negatywnie na jakość oznaczeń.

Ze względu na warunki hydrogeologiczne oraz techniczne, wytypowane punkty są zlokalizowane w różnych Jednolitych Częściach Wód Podziemnych (w podziale na 172 JCWPd), ogólną lokalizację przedstawia figura 5.1.

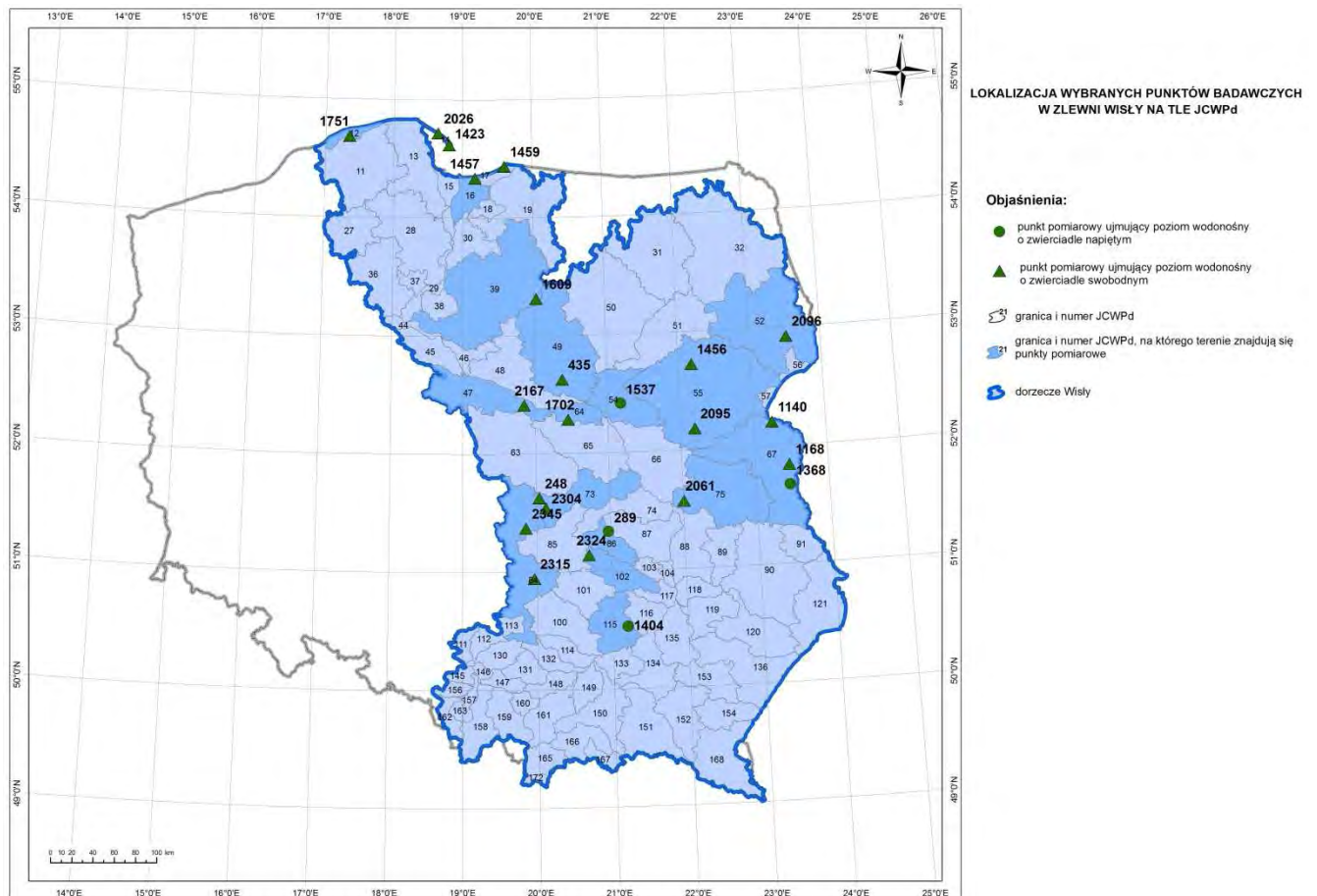


Fig. 5.1 Mapa lokalizacyjna punktów badawczych w Dorzeczu Wisły na tle JCWPd

Szczegółowa charakterystyka hydrogeologiczna punktów badawczych na tle poszczególnych JCWPd została przedstawiona w załączniku 1. W opisie uwzględniono regiony wodne wg. Paczyńskiego i Sadurskiego (red., 2007). Ponadto wykorzystano Karty charakterystyk JCWPd (zadanie 31, PSH 2020), dokumentację zgromadzoną w Centralnej Bazie Danych Hydrogeologicznych – Bank Hydro (karty i profile otworów), materiały archiwalne Centralnego Archiwum Geologicznego PIG-PIB oraz wieloletnie wyniki monitoringu chemicznego prowadzonego przez PIG-PIB. W opisie lokalizacji uwzględniono regionalizację fizyczno-geograficzną Polski zgodnie z podziałem Kondrackiego (2023).

Tab. 5.1. Zestawienie podstawowych informacji o punktach badawczych

Numer ICWPD	Miejscowość	nr SOBWP	nr MONBADA	nr CBDEH	Rodzaj punktu badawczego	Głębokość otworu [m]	Srednica otworu [mm]	Głębokość zafiltrowania (przedział głębokości) [m]	Charakter zwierciadła	Stratygrafia	Litologia wałstwy wodonośnej	Typ osadka wodonośnego	
Obszar pwn nadmorskiego	12	Ktubi	1751	20005	piezometr	15,0	110	12,0 - 14,0	swobodne	Q	piaski drobnoziarniste	porowy	
	14	Hd	1423	170017	piezometr	20,0	110	17,0 - 19,0	swobodne	Q	piaski średnio- i gruboziarniste	porowy	
	14	Jastarnia	2026	70034	piezometr	11,0	110	8,0 - 10,0	swobodne	Q	piaski drobno- i średnioziarniste	porowy	
	16	Szutowo	1457	570087	piezometr	13,9	110	10,9 - 12,9	swobodne	Q	piaski drobnoziarniste	porowy	
	17	Piaski (Nowa Karczma)	1459	310034	piezometr	15,0	110	12,0 - 14,0	swobodne	Q	piaski średnio- i gruboziarniste	porowy	
	39	Gralewo	1609	2880128	piezometr	12,25	110	9,25 - 11,25	swobodne	Q	piaski drobno- i średnioziarniste	porowy	
	47	Wynysle Polskie	2167	4830039	studnia	15,0	244	9,0 - 12,0	swobodne	Q	piaski średnio- i gruboziarniste	porowy	
	49	Płonsk	435	4470037	studnia	15,0	194	7,8 - 10,8	swobodne	Q	piaski średnioziarniste ze zwiżem	porowy	
	52	Narew	2096	3810030	piezometr	6,5	100	1,5 - 5,5	swobodne	Q	piaski drobno- i średnioziarniste	porowy	
	54	Radzymin3	1537	4880362	piezometr	15,0	100	10,0 - 14,0	lekko napięte	Q	piaski drobno- i średnioziarniste	porowy	
	55	Pętkowo Wielkie	1456	4150062	piezometr	9,7	110	4,5 - 8,6	swobodne	Q	piaski średnio- i gruboziarniste	porowy	
	55	Nowe Iganie	2095	5280072	piezometr	22,0	110	14,8 - 17,8	swobodne	Q	piaski drobnoziarniste	porowy	
	64	Granica2	19602	5210165	piezometr	14,2	100	10,2 - 12,2	swobodne	Q	piaski średnio- i gruboziarniste	porowy	
	Obszary nizinne												

Tab. 5.1. cd. Zestawienie podstawowych informacji o punktach badawczych

Numer JCWPd	Miejscowość	nr SOBWP	nr MONBADA	nr CBDH	Rodzaj punktu badawczego	Głębokość otworu [m]	Średnica otworu [mm]	Głębokość zafiltrowania (przedział głębokości) [m]	Charakter zwierciadła	Stratygrafia	Litologia warstwy wodonośnej	Typ osadka wodonośnego
Obszar województwa łódzkiego	67	Janów Podlaski	II/571/1	5330004	studnia	17,0	245	5,5 - 15,5	swobodne	Q	piaski drobno- i średnioziarniste	porowy
	67	Miedzylesie	II/576/1	6060010	studnia	15,0	254	9,5 - 13,5	swobodne	Q	piaski drobno- i średnioziarniste	porowy
	67	Zaświatycze	II/596/1	6430001	studnia	13,4	203	9,3 - 13,0	swobodne	Q	piaski gruboziarniste ze zwiřren	porowy
	73	Cieblewice	II/1392/1	6670256	piezometr	10,0	110	5,0 - 8,0	swobodne	Q	piaski średnio- i gruboziarniste	porowy
	75	Stryszowice	II/1395/1	6750105	piezometr	10,0	110	6,0 - 9,0	swobodne	Q	piaski średnio- i gruboziarniste ze zwiřren	porowy
	84	Lubochonek2	I/704/2	6670179	studnia	28,0	244	17,0 - 25,0	swobodne	Q	piaski średnioziarniste	porowy
	84	Sulejów	II/1391/1	7020171	piezometr	12,0	110	8,0 - 11,0	swobodne	Q	piaski różnoziarniste	porowy
	84	Januszewice	II/1390/1	8120084	piezometr	18,0	110	13,0 - 17,0	swobodne	Q	piaski różnoziarniste	porowy
	86	Guzów	II/596/1	7420084	studnia	17,0	305	14,3 - 17,0	swobodne	Q, J ₃	zwietrzelina piaszczysta z runoszeniem	porowo-szczelinawy
	102	Mroczków	II/1375/1	7780012	studnia	12,6	203	7,1 - 9,8	swobodne	Q	piaski średnioziarniste ze zwiřren	porowy
115	Rytwiany	II/896/1	8860095	studnia	8,7	356	3,6 - 5,6	lekko napięte	Q	piaski średnioziarniste ze zwiřren	porowy	
Obszar wyżynny												

6. Metody prospekcji hydrogeologicznej (opróbowań) wykorzystywane w badaniach terenowych monitoringu wód podziemnych

Proces pozyskania próbek (opróbowania) wód podziemnych na potrzeby oznaczania ich jakości jest nierozłącznym etapem badań monitoringowych. Opróbowanie wód podziemnych i uzyskiwane wyniki określane są bardzo często jako „zdjęcie hydrogeologiczne” (Gołąb, 1959, 1964).

Badania terenowe są podstawą każdego monitoringu wód podziemnych, mającego na celu określenie i ocenę jakości chemizmu wód podziemnych. Nieodpowiedni pobór próbek, niedostosowanie metody opróbowania do określonego celu, często bywa przyczyną otrzymywania różnych wyników. Bez względu na stosowanie wysokiej klasy aparatury pomiarowej, dużą dokładność i precyzję oznaczeń laboratoryjnych, źle przeprowadzony etap opróbowania i źle pobrane próbki do badań, w istotny sposób mogą mieć wpływ na reprezentatywność i wiarygodność badań, uniemożliwiając ich odpowiednią interpretację (Drever, 1982; Barcelona i in., 1985; Kazimierski, 2005, Kazimierski, Pilichowska-Kazimierska, 2006; Witczak i in., 2013; Zdechlik i in., 2013; Porowska, 2015; Wyszomierski 2017, 2022;).

Wraz z wdrożeniem w Polsce w 2017 roku nowego wydania normy PN-ISO 5667-11:2017-10 „Jakość wody. Pobieranie próbek Część 11: Wytyczne dotyczące pobierania próbek wód podziemnych” oraz wraz z nowelizacją w 2018 r. normy PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02 „Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących”, po raz pierwszy na poziomie międzynarodowym zwrócona została szczególna uwaga i położony nacisk na ważność etapu opróbowania w celu pozyskania wartościowych i miarodajnych próbek w procesie analitycznym. W wymienionych dokumentach normatywnych wskazuje się, że „wśród zdefiniowanych procesów laboratoryjnych (analitiky laboratoryjnej) (...) jednym z najważniejszych aspektów jest pobieranie próbek i zebranie reprezentatywnego materiału” (PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02 pkt. 7.3). Dotychczasowe zapisy normatywne oraz opracowania naukowe z zakresu monitoringu wód podziemnych, nie eksponowały w wystarczający sposób roli etapu pozyskania materiału badawczego – pobierania próbek wód podziemnych w całościowej ocenie wyników badań monitoringowych. W dostępnych materiałach oraz artykułach naukowych, przewodnikach metodycznych (Bidzińska, Płochniewski, 1971; Barcelona i in., 1985; Porowska, 2015; Kaminsky, 2006; Imbrigiotta, Harte, 2020) i wytycznych normatywnych, główny nacisk położony był

na poprawność techniczną przeprowadzenia badań i dostosowania metody do warunków technicznych. Jak dotąd, mniejszą uwagę poświęcano, selektywnej analizie wpływu stosowanej metody pozyskania próbki, na zmienność uzyskiwanych wyników z uwzględnieniem podziału na zastosowany rodzaj wyposażenia. Publikowane materiały miały charakter przeglądowy i informacyjny. Dostępnych jest niewiele analiz porównawczych w omawianym zakresie lub publikowane materiały obejmowały zbyt małą populację próbek, aby móc uwzględnić w pełnym zakresie parametry statystyczne. Autorzy dostępnych charakterystyk porównawczych zazwyczaj skupiali się na porównaniu 2 metod między sobą (McAlary, Barker, 1987; Robin, Gillham, 1987; Parsons, 2005; Imbrigiotta, Harte, 2020).

Przed przystąpieniem do badań i wyborem testowej metodyki badawczej, przeanalizowane zostały wyniki Monitoringu diagnostycznego 2019 r. realizowanego w ramach „Monitoringu stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych na potrzeby oceny stanu jednolitych części wód podziemnych” (Rojek i in., 2019). Celem analizy było poznanie i sporządzenie schematycznej struktury procentowego (%) udziału rodzaju punktów sieci monitoringu, wykorzystywanych do oceny stanu JCWPd (Wyszomierski, 2020a, 2022, 2023a) (tab. 6.1). Do sporządzenia niniejszych zestawień i analiz wykorzystano dane z 1149 opróbowanych w 2019 roku punktów monitoringu chemicznego.

Tab. 6.1. Struktura procentowego (%) udziału poszczególnych rodzajów punktów monitoringu wód podziemnych monitoringu wykorzystywanych do oceny stanu JCWPd

Rodzaj punktu monitoringowego	Ujęcia komunalne	Studnie	Piezometry	Źródła (charakterystyczne dla południa Polski)	inne
% udział w populacji punktów badawczych	23%	39,5%	33%	4%	0,5%

Powyższe wyniki i przedstawiona struktura procentowego (%) udziału poszczególnych rodzajów punktów monitoringu wód podziemnych wykorzystywanych do oceny stanu JCWPd wskazują na dość duże zróżnicowanie. Rodzaj punktu, uwarunkowania naturalne i techniczne oraz parametry konstrukcyjne otworów, determinują sposób i technikę (metodę) opróbowania. W związku z powyższym, aby móc w wiarygodny sposób rozpatrywać stosowane metody terenowej prospekcji hydrogeologicznej, niezbędne jest poznanie struktury procentowego udziału poszczególnych metod, stosowanych w realizacji opróbowania na potrzeby monitoringu i oceny stanu JCWPd (tab. 6.2.).

Tab. 6.2. Struktura procentowego (%) udziału poszczególnych metod opróbowania, zastosowanych na potrzeby realizacji Monitoringu diagnostycznego w 2019 roku

Metoda pobrania próbki wody, ze względu na stosowany rodzaj pomp/próbników	NP metoda „no purge” zastosowanie próbnika pasywnego, dyskretnego	LF metoda pompowań „low stress” z zastosowaniem dedykowanych pomp i próbników o wydajności 0,05-1l/min	RP zatapialna pompa wirnikowa/ odśrodkowa	S pompa ssąca	Samowypływ i zrzut wody	inne
% udział stosowanej metody	8%	nie prowadzono	68%	11%	3%	10%

Mając na uwadze aplikacyjność przeprowadzonych badań doświadczalnych i możliwość ich użytkowego zastosowania w powadzonej ocenie stanu JCWPd, niezbędne staje się uwzględnienie praktycznych aspektów opróbowania wód podziemnych, ze szczególnym naciskiem na zastosowaną metodę i sposób pobrania (pozyskania) próbki wody (Drever, 1982; Barcelona i in., 1985; Puls, Barcelona, 1996; Weight, 2008; Belluomini i in., 2008; Sundaram i in. 2009; Rojek i in. 2019; Wyszomierski, 2022; Wyszomierski, Rojek, 2022a,b). Warunki i wymagania dotyczące wyboru punktów do przeprowadzenia prac doświadczalnych zostały przedstawione w rozdziale 4 „Kryteria doboru punktów badawczych. Ocena reprezentatywności i sprawności technicznej punktów badawczych w zakresie prawidłowości pobierania próbek wód podziemnych”.

6.1. Wymagania normatywne, rekomendowane metody, założenia metodyczne

Stosowanie znormalizowanych metod badawczych w badaniach monitoringu wód podziemnych i ocenie stanu JCWPd jest wymogiem niezbędnym do zapewnienia wiarygodności, porównywalności i uznawania wyników na poziomie międzynarodowym (Dyrektywa Wód Podziemnych pkt. 17; Rozporządzenie Ministra Infrastruktury Dz.U. 2021 poz. 1576;). W zakresie badań terenowych monitoringu wód podziemnych wymagane jest stosowanie znormalizowanych metod poboru próbek wód podziemnych zgodnie z normą PN-ISO 5667-11:2017-10 „Jakość wody. Pobieranie próbek Część 11: Wytyczne dotyczące pobierania próbek wód podziemnych”.

W rozdziale 5 niniejszej normy zostały zawarte rekomendowane i znormalizowane metody pobierania próbek wód podziemnych wraz ze wskazaniem rodzaju stosowanego wyposażenia - pomp i próbników oraz analizowanych wskaźników (tab. 6.1.1.).

Tab. 6.1.1. Rodzaje wyposażenia (pompy i próbniki) do pobierania próbek wód podziemnych, rekomendowane przez normę PN-ISO 5667-11:2017-10 w stosunku do analizowanych wskaźników (na podstawie Tabeli 4 PN-ISO 5667-11:2017-10, zmienione (Wyszomierski, 2020a)

Metoda poboru próbki	Mierzone parametry wód podziemnych												
	PEW	pH	Zasadowość	Redox (Eh)	Jony główne	Metale śladowe	Azotany	Gazy rozpuszczone	Nielotne związki organiczne	Lotne związki organiczne	TOC	Halogenki	Mikrobiologia
Próbnik dyskretny (otwarty)	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z
Próbnik dyskretny (zamykany)	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z
Pompa inercyjna	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z
Pompa pęcherzowa	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z
Pompa „Gas-drive”	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z
Pompa „Gas-lift”	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z
Pompa głębinowa zanurzeniowa wirnikowa *	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z
Pompa ssąca	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z

W zależności od warunków naturalnych oraz parametrów technicznych badanego obiektu, nie wszystkie zalecenia mogą być zastosowane

*Dotyczy pomp głębinowych zanurzeniowych wirnikowych o regulowanej wydajności, możliwość zastosowania dla wszystkich mierzonych parametrów przy wydajności nieprzekraczającej 2/3 maksymalnej wydajności obiektu.

Kolor zielony – metoda rekomendowana, **kolor pomarańczowy** – metoda dopuszczona, **kolor czerwony** – metoda dopuszczona warunkowo (w przypadku braku możliwości zastosowania metody rekomendowanej)

Zapisy i rekomendacje normy traktowane są jako główne wskazania dotyczące pobierania próbek wód podziemnych, jednakże wysoki stopień ogólności i brak technicznych wskazówek, na wielu etapach procesu opróbowania wód podziemnych wymaga doprecyzowania. W związku z powyższym, celem uszczegółowienia wymagań technicznych, autor wykorzystał i uwzględnił akredytowane procedury badawcze, instrukcje wykonawcze i załączniki z zakresu prowadzenia badań terenowych i metod opróbowania wód podziemnych, zawarte w „Dokumentach obowiązujących w Zespole Poboru Próbek Środowiskowych w trakcie prowadzenia prac terenowych – pobór próbek wód podziemnych” (Wyszomierski, 2020c,d) Zespół Poboru Próbek Środowiskowych/ Zespół Opróbowania Wód - akredytowane terenowe laboratorium badawcze PIG-PIB – cert. akredytacji Nr 183.

Spośród wymienionych w tab. 6.1.1 rekomendowanych metod opróbowania, można wydzielić cztery grupy pomp i próbników ze względu na różny sposób wydobycia próbki wody podziemnej na powierzchnię oraz związany z tym przebieg procesu opróbowania.

Grupa I - konwencjonalne metody opróbowania, stosowane w 79% przypadków (zanurzeniowe pompy wirnikowo-odśrodkowe 68% oraz pompy ssące 11%), opróbowania polegające całkowitym usunięciu wody stagnującej w otworze poprzez wymianę kilku objętości słupa wody w otworze (studnia, piezometr) przed pobraniem próbki,

Grupa II – opróbowanie z wykorzystaniem pomp/próbników umożliwiających pobór próbek wód podziemnych, przy minimalnej wydajności pompowania – w reżimie „low flow” (zalecana wydajność pompowania w przedziale 50ml/min, a 1 l/min),

Grupa III – metody bezpompowe - dyskretne techniki opróbowania tzw. „no purge sampling” (próbki pasywne/dyskretne otwarte i zamknięte),

Grupa IV - pompy wykorzystujące sprężony gaz/powietrze do wydobycia wody na powierzchnię (w normie PN-ISO 5667:11-2017-10 są pompy typu „gas drive” oraz „gas lift”).

6.1.1. Założenia metodyczne. Konwencjonalne metody poboru próbek wód podziemnych - pompowania oczyszczające, pompowania wolumetryczne (zanurzeniowe pompy wirnikowo-odśrodkowe oraz pompy ssące)

Zgodnie z przeprowadzoną analizą struktury procentowej (%) udziału poszczególnych metod opróbowania, stosowanych na potrzeby realizacji Monitoringu diagnostycznego w 2019 roku (tab. 6.2.) konwencjonalne (klasyczne) metody opróbowania, były stosowane w 79% przypadków (zanurzeniowe pompy wirnikowo-odśrodkowe w 68% oraz pompy ssące w 11%) i były najpopularniejszą formą opróbowania punktów badawczych.

W trakcie opróbowania wód podziemnych metodami konwencjonalnymi, proces pozyskania próbki wiąże się z koniecznością całkowitego usunięcia wody stagnującej w otworze poprzez wymianę kilku objętości słupa wody w otworze (studnia, piezometr) i uzyskaniu stałego dopływu wód podziemnych do otworu przed pobraniem próbki. Proces ten odbywa się poprzez prowadzenie pompowań oczyszczających z maksymalną wydajnością nie przekraczającą 2/3 maksymalnego wydatku studni/piezometru, polegających na wypompowaniu z otworu minimum 3-krotnej objętości słupa wody (Barcelona i in., 1985; Puls, Barcelona, 1996; Guidance on Monitoring Of Landfill Leachate, Groundwater And Surface Water – SEPA 2003; Nielsen 2005; PN-ISO 5667-11:2017-10; Wyszomierski, 2020b). W literaturze anglojęzycznej proces ten często określany jest jako „well purging” lub „volumetric pumping”. Podejście dotyczące minimalnej objętości wody stagnującej w otworze, którą należy usunąć/wypompować z otworu przed pobraniem próbki, na przestrzeni lat podlegało ewolucji i w literaturze, można odnaleźć różne zalecenia.

Od minimum 2-krotnej objętości słupa wody z otworze (Witczak i in. 2013) nawet do 4-6 (Macioszczykowa, Dobrzyński, 2002, 2007; PN-ISO 5667-11:2008).

Pompowania oczyszczające prowadzone są „od góry”, tj. miejsce w którym pobierana jest woda w trakcie pompowania powinno znajdować się 1–1,5 m poniżej poziomu zwierciadła dynamicznego. Obecnie zgodnie z obowiązującymi standardami międzynarodowymi i krajowymi, pompowanie oczyszczające (wolumetryczne) odbywa się w drodze wypompowania (usunięcia) 3-krotnej objętości słupa wody z otworu, przy jednoczesnym stałym monitorowaniu parametrów fizykochemicznych (przewodność elektrolityczna właściwa i temperatura wody). Pomiary ciągłe prowadzone są po usunięciu/wypompowaniu 0,5, 1, 2, 3 objętości słupa wody z otworze. Za ustalone warunki przepływu w trakcie pompowania, uznaje się, gdy kolejne odczyty nie różnią się między sobą o 10%, a pomiar temperatury nie waha się o więcej niż 0,2° C (Barcelona, 1985; Dumblei in. 1993; PN-ISO 5667-11:2017-10; Sttrigow, 2017; Wyszomierski, Rojek, 2020,2021).

Uzyskanie stabilnych odczytów, świadczy o uzyskaniu stabilności składu chemicznego wód podziemnych dopływających do otworu (studni/piezometru), tym samym uzyskaniu dopływu „świeżej” wody podziemnej do otworu bezpośrednio z badanej (ujętej) warstwy wodonośnej. W trakcie pompowań i pobierania próbek wód podziemnych, ze względu na pracę wirnika pomp, przepływ w pompie odbywa się w 100%, w sposób turbulentny. „Obróbka” mechaniczna i termiczna (wirniki pomp, chłodzone pompowaną wodą) powoduje ryzyko odgazowania oraz podgrzania pobieranej próbki wody. Zaleca się stosowanie pomp z możliwością regulacji wydajności. Powszechnie i najczęściej stosowane na rynku europejskim pompy, należące do omawianej grupy to: pompy głębinowe typu Grundfos SQ/SQE; pompa Grundfos/Eijkelkamp MP-1; mało średnicowe pompy elektryczne typu Gigant &Whale; pompy ssące spalinowe i elektryczne.

6.1.2. Założenia metodyczne. Metody poboru próbek wód podziemnych umożliwiających pobór próbek wód podziemnych w reżimie „low flow” – pobór próbek z minimalną wydajnością

Do grupy pomp i próbników umożliwiających pobór próbek wód podziemnych, przy minimalnej wydajności pompowania – w reżimie „low flow”, należą pompy umożliwiające pobór próbek z wydajnością w zakresie między 50 ml/min, a 1 l/min. W literaturze zagranicznej, omawiana metoda często określana jest również jako „low stress sampling”, „micro-purging” lub „zero depression pumping” (Barcelona i in. 1985; Dumble i in. 1993;

Puls, Barcelona, 1996; Nielsen, 2005; Nielsen, Nielsen, 2007; U.S. Environmental Protection Agency, 2010; Van der Grift, Grittse, 2009; Wyszomierski, Rojek 2022a). Do najpowszechniej stosowanych pomp i próbników w omawianej metodzie, należą pompy perystaltyczne, pęcherzowe oraz inercyjne (Dumble, i in. 1993; Barcelona i in, 2005; Kaminsky, 2006; Wyszomierski 2021a).

Założeniem metody jest pobór próbek bezpośrednio ze strefy zafiltrowania (lub z wymaganej głębokości), z minimalną wydajnością, która jest równoważona naturalnym przepływem poziomym w strefie zafiltrowania warstwy wodonośnej (również otworu). Tym samym nie jest wytwarzany lej depresji w trakcie pompowania/opróbowania i nie obserwuje się spadku zwierciadła dynamicznego (Reinhart, 2017). Cechą charakterystyczną opróbowań w reżimie „low flow” jest stały, jednostajny przepływ wody podziemnej w warunkach przepływu laminarnego. Maksymalny odnotowywany w literaturze przepływ turbulentny badanej próbki wody nie przekracza 10% i jest związany z oporami hydraulicznymi przewodu tłocznego (Puls, Barcelona, 1996). W związku z powyższym należy uznać, że próbki wody pobierane są w przepływie laminarnym i nie są poddawane obróbce mechanicznej, która mogłaby wpływać na zmienność i selektywność chemiczną pobieranej próbki (Reilly, Franke, i in. 1989). Zmiany ciśnienia w badanych próbkach związane są tylko i wyłącznie z różnicą ciśnień między warstwą wodonośną, a poziomem terenu. Efekt kawitacji w przypadku opróbowań metodą „low flow” w praktyce nie występuje i może być pomijany (Puls, Barcelona, 1996; Sevee i in., 2000; EPA/540/S-95/504; Barcelona i in., 2005; Kaminsky, 2006; Reinhart, 2017).

6.1.3. Założenia metodyczne. Metody bezpompowe - dyskretne techniki opróbowań „no purge sampling”

Wśród rekomendowanych w normie PN-ISO 5667-11:2017-10 metod bezpompowych, wyróżnia się wszelkiego rodzaju próbki pasywne/dyskretne otwarte i zamknięte oraz próbki próżniowe.

Założeniem metodycznym opróbowań bezpompowych – „no purge” jest „rdzeniowanie” słupa wody na danej głębokości, bez konieczności spompowania otworu, jednocześnie bez zaburzania słupa wody w otworze i bez naruszania warunków hydrodynamicznych wokół otworu (Porowski i in., 2017, Wyszomierski 2022). Wiąże się to z koniecznością zapuszczenia próbki do otworu na wymaganą głębokość np. do strefy zafiltrowania i pobranie „wycinka” słupa wody z określonego interwału. Przydatność zastosowania omawianej techniki opróbowań w pracach monitoringowych,

została potwierdzona w publikacjach anglojęzycznych (Robin, Gillham, 1987; Nielsen, 2005; Nielsen, Nielsen 2007; Sundaram, i in., 2009; Savoie, LeBalnc, 2012).

Wśród wymienionych próbników dyskretnych wyróżnia się otwarte próbniki dyskretne z zaworem kulowym zwane potocznie „świelówkami” (z wyglądu kształtem przypominające świelówkę). W próbnikach otwartych, podczas opuszczania próbniaka do otworu na zadaną głębokość, dochodzi do swobodnego przepływu wody przez próbnik. Po osiągnięciu preferowanej głębokości, w momencie podnoszenia próbniaka, kula zaworu blokuje odpływ wody z próbniaka, umożliwiając pobranie wycinka „rdzenia” ze słupa wody, będącego jednocześnie badaną próbką wody.

Drugim rodzajem próbników stosowanych w opróbowaniu „no purge”, są próbniki pasywne/dyskretne zamknięte. W przypadku próbników zamkniętych, otwarcie i zamknięcie zaworu, następuje na określonej, pożądanej głębokości. Szczególną uwagę warto zwrócić na rękawowy dyskretny próbnik pasywny typu HydraSleeve®, opatentowany przez firmę GeoInsight w 2000 roku (U.S. Patent No. 6.481.300 oraz U.S. Patent No. 6.837.120), który jest wykorzystywany przez autora niniejszego opracowania w pracach doświadczalnych. Pierwsze udokumentowane, praktyczne zastosowanie w monitoringu wód podziemnych miało miejsce w 2002 roku (Sladky, Roberts 2002). Od 2007 r. metoda „no purge” i pobór próbek z wykorzystaniem pasywnego próbniaka HydraSleeve® uznane zostały za reprezentatywną metodę poboru próbek wód podziemnych, uzyskując pozytywną rekomendację The Interstate Technology & Regulatory Council (ITRC) - członka Environmental Research Institute of the States (ERIS) - jednostki wspierającej The Environmental Council of the States (ECOS - Rada Ochrony Środowiska w USA). W Polsce metoda ta została po raz pierwszy udokumentowana literaturowo w 2017 r. (Porowski i in. 2017). W tym samym roku, omawiana technika, znalazła się na liście rekomendowanych metodyk Polskiej Normy PN-ISO 5667:11-2017-10. Metoda ta nie ma ograniczeń w zakresie analizowanych parametrów za wyjątkiem badania warstw wodonośnych i obiektów, w których zidentyfikowano zanieczyszczenie związkami ropopochodnych oraz olejami.

Próbnik HydraSleeve® jest jednorazowym próbnikiem sterylnym. W skład zestawu HydraSleeve® wchodzi: jednorazowy rękaw wykonany z polietylenu (próbnik), ciężarek oraz wieszak. W górnej części rękawa, znajduje się jednokierunkowy opatentowany zawór zwrotny oraz uchwyt do zaczepienia linki. Dolna część rękawa jest szczelna i posiada otwory do zaczepienia ciężarka. Grubość ścianek próbniaka 0,3 mm, praktyczny brak przekroju pustego próbniaka, ciśnienie hydrostatyczne naciskając na ścianki próbniaka powoduje,

że jest on pozbawiony powietrza i wody. W trakcie opuszczania próbnika do otworu na wymaganą głębokość, próbnik wypiera bardzo małą objętości wody <100ml, nie powodując mieszania wody się wody w kolumnie otworu. Po opuszczeniu próbnika, zaleca się pozostawienie próbnika w otworze do czasu ustabilizowania warunków przepływu na głębokości poboru próbki wody. Do napełnienia rękawa i poboru próbki wody, niezbędne jest otwarcie jednokierunkowego zaworu wlotowego, które odbywa się przez dynamiczne (30cm/s) pociągnięcie za linkę, na której zawieszony jest próbnik. Pełne napełnienie próbnika następuje po pokonaniu dystansu równego 1 do 1,5 długości próbnika. Po całkowitym napełnieniu próbnika, zawór hydrostatyczny zamyka się samoistnie, nie dopuszczając do kontaktu pobranej próbki wody, z wodą w kolumnie nadfiltrowej (ITRC, 2007; Porowski i in. 2017). (fig. 6.1.3.1). Z uwagi na brak zaburzeń przepływu spowodowanego pozostawieniem w otworze próbnika, możliwe jest jego pozostawienie na dowolny czas (Savoie, LeBlanc, 2012; Weight, 2008). Celem zapewnienia reprezentatywności wyników badań z zastosowaniem omawianej techniki, próbki wody należy pobierać ze strefy zafiltrowania lub perforacji w otworach o odpowiedniej sprawności hydraulicznej, w których istnieje naturalny przepływ wody podziemnej (Porowski i in. 2017; Wyszomierski, 2023b).

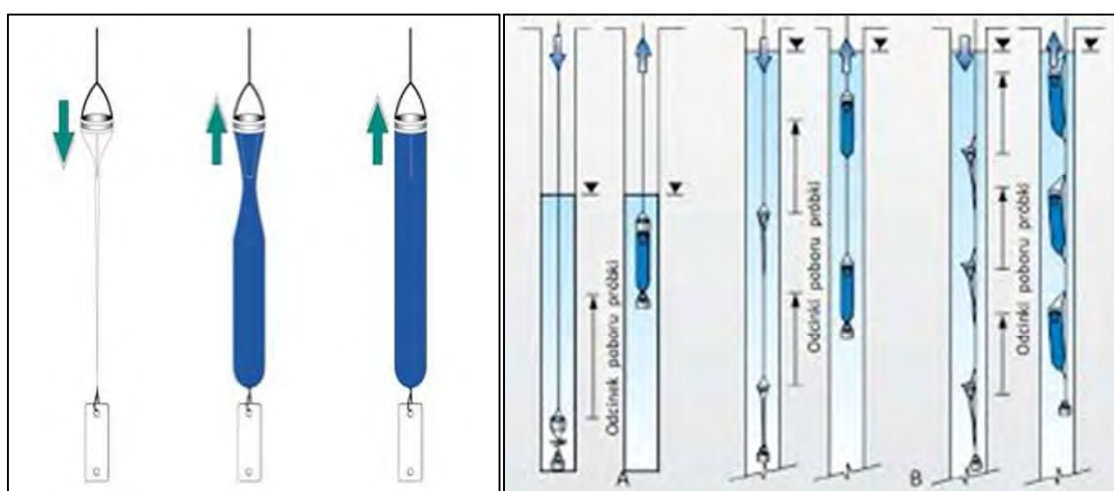


Fig. 6.1.3.1. Próbnik Hydrasleeve – sposób pobierania próbki (źródło: www.itrcweb.org; Porowski i in., 2017)

Metoda bezpompowego poboru próbek wód podziemnych z wykorzystaniem HydraSleeve®, może być stosowana w otworach (studniach, piezometrach) o dowolnej głębokości. Głównym ograniczeniem zastosowania omawianego próbnika, może być konstrukcja i sposób zafiltrowania otworu (w przypadku otworów z filtrem traconym, mogą zaistnieć komplikacje związane z osiągnięciem strefy zafiltrowania) (Wyszomierski, 2020a). W przypadku omawianego sposobu poboru próbki wody, kontakt badanej próbki wody

z atmosferą, ograniczony jest jedynie do momentu napełniania butelek na próbki za pomocą dołączonej rurki.

Wśród próbników umożliwiających pobór próbek wód podziemnych metodą „no purge”, należy również wspomnieć o różnego rodzaju próbnikach podciśnieniowych (próżniowych). Próbniki podciśnieniowe (próżniowe) działają na zasadzie wytworzenia podciśnienia wewnątrz próbniaka, tak aby gdy próbnik znajdzie się na zadanej głębokości, w wyniku otwarcia zaworu, próbnik wypełnił się badaną próbką wody (woda podziemna zasysana do próbniaka, w którym wytworzone było podciśnienie). Wartość podciśnienia wewnątrz próbniaka, niezbędna do napełnienia próbniaka, jest determinowana i dostosowana do głębokości, z której ma być pobrana próbka wody podziemnej. Po napełnieniu się próbniaka badaną próbką wody, zawór jest zamykany, a próbnik wyciągany na powierzchnię.

Metoda próbniaka próżniowego, najczęściej jest stosowana w opróbowaniu strefowym otworów, ze zidentyfikowaną stratyfikacją zanieczyszczeń. W takim przypadku niezbędne jest ograniczenie kontaktu pobranej próbki wody, z możliwymi strefowymi (w profilu pionowym) zanieczyszczeniami w otworze (Striggow, 2017 – U.S. EPA 2017). Ze względu na wysoki stopień komplikacji omawianego typu próbników, wysoką awaryjność, konieczność pobierania próbek przez zespół minimum dwuosobowy, a także bardzo specyficzny zakres zastosowań (dedykowane dla wód silnie zanieczyszczonych), udział statystyczny wykorzystania omawianej metody w monitoringu wód zwykłych jest marginalny. W dalszej części, próbniki próżniowe nie są omawiane i brane pod uwagę w analizie.

6.1.4. Założenia metodyczne. Metody poboru próbek wód podziemnych pompami wykorzystującymi sprężony gaz/powietrze

Do omawianej grupy można zaliczyć pompy wykorzystujące sprężony gaz/powietrze do wydobywania wody na powierzchnię. W normie PN-ISO 5667:11-2017-10 określone są jako pompy typu „gas drive” oraz „gas lift”.

Pompy typu „gas drive” to układy pneumatyczne, wykorzystujące sprężony gaz lub powietrze do przesyłania płynu/wody przez rurociągi na duże odległości. Pompa wykorzystuje dwa tłoki, gdzie średnica jednego z nich jest znacznie mniejsza niż średnica drugiego. Tłoki te rozdzielone są hermetyczną komorą wypełnioną sprężonym gazem lub powietrzem. Sprężony gaz wywiera ciśnienie zewnętrzne na tłok o większej średnicy, który z kolei wywiera nacisk na komorę płynową lub gazową wewnątrz komory pośredniej

w wyniku tego, mniejszy tłok uzyskuje większą siłę, która przekłada się na silniejsze działanie. Proces ten powoduje wytworzenie wysokich ciśnień i wywierając dużą siłę na płyn (wodę), jest ona przenoszona na duże odległości lub wypychana na powierzchnię. Pompy typu „gas drive” znajdują szerokie zastosowanie w przemyśle oraz gospodarce komunalnej, w szczególności na przepompowniach ścieków. Pompy typu „gas lift” do wypychania cieczy (wody podziemnej) z dna studni. W przewodnikach z lat 70. i 80. XX wieku (Bidzińska, Płochniewski, 1971), często określano jako pompowanie typu „holenderskiego”. Sprężony gaz, za pomocą rurociągu, jest wprowadzany do cieczy w pobliżu dna odwiertu, w wyniku czego powstaje mieszanina gazu i cieczy. Powstała mieszanina, uzyskuje mniejszą gęstość (jest lżejsza i ma większą zdolność wyporu niż sama ciecz), wyniku czego mieszanina unosi się i jest odprowadzana za pomocą zaworu zrzutowego na powierzchnię. Omawiane pompy, nie mają ruchomych części i mogą być używane do pompowania cieczy zawierających cząstki stałe. Wskazane techniki pompowań są obecnie rzadko wykorzystywane, kiedyś znajdowały znacznie szersze zastosowanie w procesie transportu wody, solanek i cieczy oleistych. Obecnie znajdują również zastosowanie w przemyśle wiertniczym i należą do metod objętościowych.

Omówione metody, ze względu na „obróbkę” ciśnieniową próbki wody, wysoki stopień zgazowania próbki oraz szereg ograniczeń analitycznych, nie znajdują zastosowania w monitoringu wód podziemnych i ocenie jakościowej. W dalszej części, metody te nie są omawiane i brane pod uwagę w analizie.

6.2. Założenia metodyczne. Pochodzenie próbki wody w zależności od stosowanej metody opróbowania

W związku ze zróżnicowanym mechanizmem wydobycia próbki wody podziemnej na powierzchnię i związane z tym zróżnicowane warunki oddziaływania procesu opróbowania na warstwę wodonośną, istotnym aspektem który należy rozpatrywać jest uwzględnienie obszaru, z którego pochodzi próbka wody podziemnej do stosowanej metody pobrania próbki.

Wykorzystując metody konwencjonalne (klasyczne), opróbowanie wód podziemnych jest związane z koniecznością przeprowadzenia pompowań oczyszczających polegających na wymianie minimum 3-krotnej objętości słupa wody w otworze (pompowania objętościowe) z wydajnością nie przekraczającą $\frac{2}{3}$ maksymalnego wydatku studni/piezometru (Puls, Barcelona, 1996; Nielsen, 2005; Nielsen, Nielsen, 2005; PN-ISO 5667-11:2017-10;). W trakcie pompowań oczyszczających w otworach hydrogeologicznych dochodzi do wytworzenia spadku hydraulicznego w otworze, leja depresji o określonym promieniu,

który zależy zarówno od warunków naturalnych warstwy wodonośnej, konstrukcji otworu, jak i wydajności pompowania (Dąbrowski, Przybyłek, 2005; Prażak, 2024). Obszar pochodzenia próbki wody przy stosowaniu metod konwencjonalnych, odpowiada obszarowi lejki depresji (fig. 6.2.1) i często określany jest jako obszar wytworzonej zlewni punktu, która ukształtowała się w wyniku próbnego pompowania (zmienny w zależności od czasu i wydajności pompowania). Określone parametry jakościowe wody podziemnej powinny być traktowane jako wartość średnia dla zlewni danego punktu badawczego (geoinsight.com; Kazimierski, i in., 2005; Striggow, 2017; Wyszomierski, Rojek, 2022a).

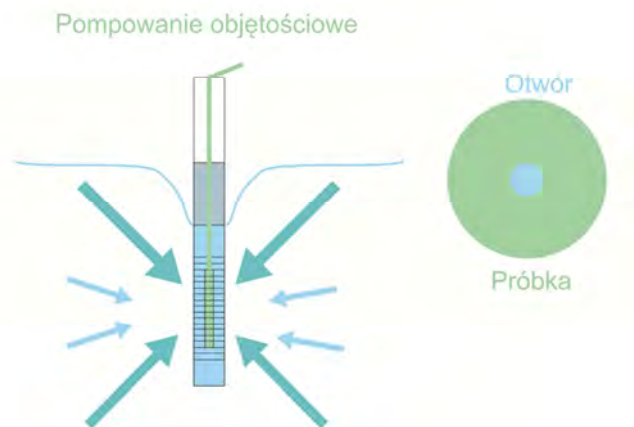


Fig. 6.2.1. Schemat obszaru pochodzenia próbki wody podziemnej w opróbowaniach konwencjonalnych – pompowaniach objętościowych (źródło: geoinsight.com, zmienione Wyszomierski, Rojek, 2022a)

Kolejnym typem opróbowań różniących się oddziaływaniem procesu opróbowania otworów hydrogeologicznych na warstwę wodonośną, są metody opróbowań typu „low flow” określane również jako „low stress sampling”, „micro-purging” lub „zero depression pumping”. Opróbowania typu „low flow” prowadzone są z minimalną wydajnością, która jest równoważona naturalnym dopływem wód podziemnych do strefy zafiltrowania warstwy wodonośnej, jak również otworu. W trakcie omawianego procesu nie obserwuje się spadku zwierciadła dynamicznego. Zgodnie z założeniami metodycznymi, nie jest wytwarzany lej depresji w trakcie opróbowania (fig. 6.2.2.), a próbka wody podziemnej pochodzi z najbliższego otoczenia otworu (fig. 6.2.2.) (Puls, Barcelona, 1996; geoinsight.com; Reinhart, 2017; Wyszomierski, Rojek 2022a, b).

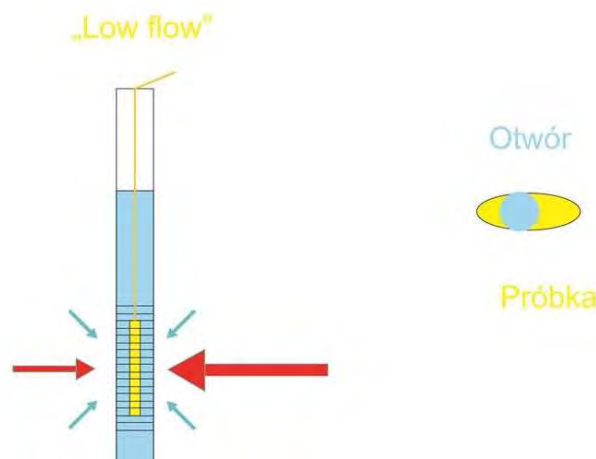


Fig. 6.2.2. Schemat obszaru pochodzenia próbki wody podziemnej w opróbowaniach metodą „low flow” (źródło: geoinsight.com, zmienione Wyszomierski, Rojek, 2022a)

Do ostatniej analizowanej grupy metod opróbowania wód podziemnych, należą metody bezpompowe „no purge”, w których głównym założeniem jest „rdzeniowanie” słupa wody na danej głębokości, bez konieczności spompowania otworu, jednocześnie bez zaburzania słupa wody w otworze i bez naruszania warunków hydrodynamicznych wokół otworu. Pobierane próbki wód podziemnych stanowią wycinek „rdzeń” słupa wody (fig. 6.2.3) (Robin, Gillham, 1987; geoinsight.com; Guidance on Monitoring Of Landfill Leachate, Groundwater And Surface Water – SEPA 2003; Nielsen, Nielsen 2007; Porowski i in., 2017;; Savoie, LeBalnc, 2012; Wyszomierski 2022, Wyszomierski, Rojek, 2022a).

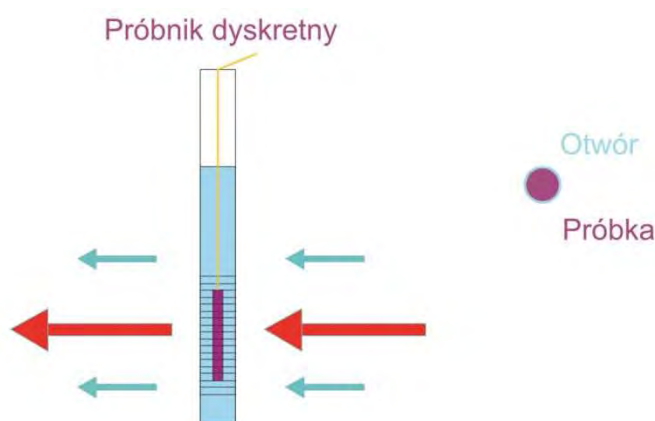


Fig. 6.2.3. Schemat obszaru pochodzenia próbki wody podziemnej w opróbowaniach bezpompowych metodą „no purge” (źródło: geoinsight.com, zmienione Wyszomierski, Rojek, 2022a)

Analizując powyższe metody opróbowania wód podziemnych, tj. metody konwencjonalne (opróbowania objętościowe), metody „low flow” oraz opróbowania bezpompowe typu „no purge” można stwierdzić, że każda ze wskazanych metod w inny

sposób oddziałuje hydrodynamiczne na warstwę wodonośną. Zależnie od wyboru sposobu pobrania próbki, obszar zlewni punktu w każdej z metod będzie różny, tym samym próbka wody podziemnej będzie pochodziła z innego obszaru, a oznaczane parametry jakościowe mogą być zróżnicowane (Wyszomierski, i in., 2024).

7. Przebieg testu i badań doświadczalnych

Przeprowadzone przez autora testy oraz terenowe prace doświadczalne, mające na celu rzetelną i wiarygodną analizę terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej, opierały się na realizacji jednoczasowego opróbowania punktów badawczych (studnie i piezometry krajowej SOBWP PIG-PIB) pięcioma różnymi metodami. Dostępne dane literaturowe z zakresu charakterystyki porównawczej analiz jakościowych i ilościowych stosowanych metod opróbowania wód podziemnych są często fragmentaryczne i bardzo niekompletne. Problem wpływu porównań jakościowych i ilościowych metod opróbowania wód podziemnych w takim zakresie jak proponuje autor, dotychczas nie był poruszany. Na podstawie przedstawionych w rozdziale 6, wytycznych metodycznych oraz charakterystyk różnego rodzaju pomp i próbników można stwierdzić, że proces opróbowania wód podziemnych jest silnie zróżnicowany i złożony. Na potrzeby analizy terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej, wykorzystywanych na potrzeby oceny jakości wód podziemnych, zostały wykorzystane zarówno konwencjonalne (klasyczne) metody opróbowania, wymagające prowadzenia pompowań oczyszczających punktów badawczych, jak i nowoczesne metody obejmujące pobór próbek wód podziemnych ze strefy zafiltrowania w reżimie „low flow” oraz metody bezpompowego poboru próbek typu „no purge” z wykorzystaniem zamkniętych próbników dyskretnych. Uwzględniając założenia metodyczne i wytyczne technik poboru próbek wód podziemnych, na potrzeby prac doświadczalnych wykorzystane zostały instrukcje techniczne i załączniki zawarte w opracowaniu „Dokumenty obowiązujące w Zespole Poboru Próbek Środowiskowych PIG-PIB w trakcie prowadzenia prac terenowych – pobór próbek wód podziemnych” (Wyszomierski, red. 2020d). Opróbowania testowe były prowadzone w poniższej sekwencji z wykorzystaniem następujących pomp i próbników:

- 1) metoda bezpompowa - dyskretne techniki opróbowania „no purge sampling” - rękawowy dyskretny próbnik pasywny HydraSleeve® (NP),
- 2) metoda poboru próbek z pompowaniem z minimalną wydajnością w reżimie „low flow” – elektryczna pompa perystaltyczna (LF),
- 3) metoda konwencjonalna (pompowania oczyszczające – wolumetryczne) - zanurzeniowa pompa wirnikowa – odśrodkowa (RP) (równoległe z S),
- 4) metoda konwencjonalna (pompowania oczyszczające – wolumetryczne) - pompa ssąca (S) (równoległe z RP),

- 5) metoda bezpompowa - dyskretne techniki opróbowań „past purging sampling” - rękawowy dyskretny próbnik pasywny HydraSleeve® (PP).

Przed przystąpieniem do opróbowania testowego, każdego z punktów pomiarowych (studni/piezometrów), przeprowadzono weryfikację i pomiary: zwierciadła statycznego w otworze, głębokości i średnicy otworu potwierdzające zgodność z dokumentacji techniczną zawartą w profilach i kartach otworów CBDH – Bank Hydro.

Oznaczenia terenowe wskaźników ogólnych fizykochemicznych takich jak: odczyn pH, przewodność elektrolityczna właściwa, temperatura wody podziemnej oraz zawartość tlenu rozpuszczonego, ze względu na brak możliwości odtworzenia warunków panujących w miejscu pobrania próbki, w laboratorium stacjonarnym zostały przeprowadzone pomiary in-situ, w momencie pobierania próbek wód podziemnych. Aby zapewnić reprezentatywność poboru i oznaczeń terenowych wskaźników ogólnych fizykochemicznych próbek wód podziemnych, w metodach pompowych, próbki wody były badane w stałym przepływie z wykorzystaniem celi przepływowej (metoda in-line). Głównym celem stosowania metody in-line, jest stworzenie układu zamkniętego, mającego za zadanie w maksymalny sposób zminimalizować wpływ warunków zewnętrznych i ograniczyć kontakt badanej próbki wody z atmosferą. Zabiegi te mają na celu odwzorowanie warunków panujących w warstwie wodonośnej (EPA540/S-95/504, 1996; YSI Environmental, 2005; Wright, de Rome, 2003).

Do oznaczeń terenowych parametrów fizykochemicznych, zostały wykorzystane urządzenia pomiarowe (pehametr z automatyczną kompensacją temperatury, konduktometr, termometr elektryczny wchodzący w skład konduktometru oraz tlenomierz) marki Slandi (Seria 300). Urządzenia te przed wykorzystaniem w terenie, były poddane wzorcowaniu w akredytowanym laboratorium, a zachowanie spójności pomiarowej odbywało się w oparciu o CRM (Certyfikowane Materiały Odniesienia) zgodnie z wytycznymi normatywnymi i dokumentem Polskiego Centrum Akredytacji DA-06 (PCA DA-06, 2017, 2020). Dokładne wytyczne i opis wymagań z zakresu potwierdzania ważności wyników badań, szerzej przedstawiono w rozdziale 9.

7.1. Metoda bezpompowa - dyskretne techniki opróbowań „no purge sampling” - rękawowy dyskretny próbnik pasywny HydraSleeve® (NP)

W metodzie bezpompowych opróbowań - dyskretne techniki opróbowań „no purge sampling” z wykorzystaniem rękawowego dyskretnego próbniaka pasywnego HydraSleeve® (symbol NP) (fot. 7.1.1), za każdym razem próbnik był opuszczany na głębokości

umożliwiająca pobór próbki z środkowej części przedziału zafiltrowania, zgodnie z dokumentacją techniczną punktu pomiarowego.



Fot. 7.1.1. Pobór próbek wód podziemnych metodą bezpompową „no purge sampling” z wykorzystaniem rękawowego dyskretny próbnika pasywnego HydraSleeve® (punkt monitoringowy SOBWP I/920/2 Granica oraz SOBWP II/567/1 Międzyłесь)

Po opuszczeniu próbnika na żądaną głębokość, próbnik pozostawiono w otworze na około godzinę, celem ustabilizowania naturalnych warunków przepływu na głębokości poboru próbki wody. Po upływie wskazanego czasu, próbnik był wyciągany z otworu badawczego zgodnie z zaleceniami metodycznymi. Bezpośrednio po wyjęciu próbnika z otworu, część próbki wody za pomocą dołączonej rurki była przelewana do naczynka pomiarowego i wykonane zostały oznaczenia parametrów fizykochemicznych - pomiar pH, przewodności elektrycznej właściwej, temperatury próbki wody oraz pomiar zawartości tlenu rozpuszczonego. Za pomocą tej samej rurki, wcześniej przygotowane butelki (pojemniki) napełniane były pobraną próbką wody podziemnej.

7.2. Metoda poboru próbek z pompowaniem z minimalną wydajnością w reżimie „low flow” – elektryczna pompa perystaltyczna (LF)

W trakcie prowadzenia badań, w teście omawianej metody, wykorzystano elektryczną pompę perystaltyczną z regulacją wydajności i kierunku przepływu - Solinst Peristaltic Pump M410 (fot. 7.2.1). Pompa Solinst M410 jest urządzeniem dedykowanym głównie do poboru wody podziemnych i powierzchniowych. Dwukierunkowy przepływ pompy w zależności od potrzeb, może być wykorzystywany zarówno do generowania próżni (zasysania), jak i do tłoczenia cieczy lub gazów pod ciśnieniem. Standardowym wyposażeniem pompy jest silikonowa rurka (\varnothing 16 mm), do której przymocowuje się rurkę polietylenową (PE)

i umiejscawia się ją w otworze badawczym. Średnica standardowych polietylenowych (PE) przewodów ssąco-tłocznych wynosi 6 -14 mm.



Fot. 7.2.1. Pobór próbek wód podziemnych z pompowaniem z minimalną wydajnością w reżimie „low flow” – elektryczna pompa perystaltyczna (LF) (punkt monitoringowy SOBWP II/707/1 Hel oraz SOBWP I/920/2 Granica)

Istotnym ograniczeniem wykorzystania pomp perystaltycznych, jest maksymalna głębokość zwierciadła statycznego w otworze badawczym < 7 m.

Przestrzegając wymienionego ograniczenia, zgodnie ze wskazówkami technicznymi, istnieje możliwość pobrania próbki wody z dowolnej głębokości (głębokość umiejscowienia punktu pobrania próbki w otworze). W trakcie badań doświadczalnych, miejsce poboru próbki (końcówka przewodu ssąco-tłoczny umieszczonego w otworze) ustalono za każdym razem, na głębokości odpowiadającej środkowej części filtra na podstawie dokumentacji technicznej otworów.

Deklarowany przez producenta zakres wydajności omawianej pompy to 120 ml/min do 3,5 l/min. Ze względu na występujące rozbieżności literaturowe, dotyczące zalecanej wydajności pompowań dla metody „low flow” między 50 ml/min, a 1 l/min (Barcelona i in. 1985; Puls, Barcelona, 1996; Nielsen, 2005; Nielsen, Nielsen 2005; Belluomini, i in. 2008; U.S. EPA, 2010; Wyszomierski, 2021; Wyszomierski, Rojek 2022a), na potrzeby testu wydajność pompowania została ustalona na 0,5l/min, co odpowiada środkowi rekomendowanego przedziału wydajności dla metody (Wyszomierski, 2021a).

W każdym przypadku, czas trwania pompowania „low flow”, przed pobraniem próbki ustalono na 30 minut, w celu uzyskania jednorodnego i jednostajnego dopływu wody ze strefy filtra do pompy.

Wykonując oznaczenia terenowych pomiarów parametrów fizykochemicznych in-situ, rurka odprowadzająca (zrzutowa), za każdym razem była podłączona do celi przepływowej, do pomiarów in-line. Po przeprowadzeniu pomiarów, próbki wód podziemnych były pobierane do wcześniej przygotowanych butelek (pojemników). W trakcie procesu pobierania próbek omawianą metodą, pobierana próbka wody, miała kontakt jedynie z rurką polietylenową.

Aby zapewnić wysoką jakość prowadzonych prac doświadczalnych i ograniczyć możliwość kontaminacji próbek, w każdym otworze badawczym, stosowane były osobne zestawy nowych rurek polietylenowych i silikonowych. W omawianej metodzie, wymiana rurek pomiędzy różnymi lokalizacjami jest najlepszym sposobem zapobiegania zanieczyszczeniom.

7.3. Metoda konwencjonalna (pompowania oczyszczające – wolumetryczne) - zanurzeniowa pompa wirnikowa – odśrodkowa (RP)

W metodzie klasycznej z wykorzystaniem zanurzeniowej pompy wirnikowej – odśrodkowej (RP), przed pobraniem próbki wody, niezbędne jest wykonanie pompowań oczyszczających otworu poprzez spompowanie minimum 3 objętości słupa wody w otworze, z maksymalnym wydatkiem nieprzekraczającym 2/3 wydajności studni. Omawiana metoda jest najpowszechniej stosowaną metodą opróbowania wód podziemnych. 68% populacji punktów krajowego monitoringu chemicznego było opróbowanych tą metodą. Próbki wód podziemnych pobiera się po osiągnięciu stabilizacji stanu chemicznego wód dopływających do otworu, określonego na podstawie ciągłych pomiarów PEW i temperatury.

Do testu wykorzystano zanurzeniową pompę wirnikową (pompę głębinową) Grundfos SQ/SQE 1-80 (1 oznacza deklarowaną wydajność pompy w [m³/h] przy głębokości podnoszenia 80 m) (fot. 7.3.1) z opcjonalną możliwością regulacji wydajności, przy pomocy jednostki sterującej (falownika).



Fot. 7.3.1. Pobór próbek wód podziemnych metodą konwencjonalną (pompowania oczyszczające – wolumetryczne) z wykorzystaniem zanurzeniowej pompy wirnikowej – odśrodkowej (RP) (punkt monitoringowy SOBWP I/704/2 Lubochenek oraz SOBWP II/1751/1 Kluki)

Głębokość zapuszczenia pompy określana jest na podstawie pomiaru zwierciadła statycznego, tak aby dopływ wody do pompy znajdował się 1-1,5 m poniżej jej lustra. W trakcie pompowania, niezbędne jest stałe monitorowanie i pomiary depresji w otworze. Wraz ze spadkiem zwierciadła dynamicznego, wymagane jest opuszczenie pompy na określoną głębokość umożliwiającą zachowanie ww. warunków. Pompowanie otworu omawianą metodą, zawsze prowadzi się „od góry”, umiejscowienie pompy w strefie filtra mogłoby spowodować uszkodzenie filtra w studni/piezometrze.

Przy zastosowaniu zanurzeniowych pomp wirnikowych, próbka wody jest wypychana (podnoszona) poprzez przewód tłoczny na powierzchnię, za pomocą rotującego wirnika. Próbkę wody, w trakcie pompowania poddawana jest mieszaniu i ma kontakt z pracującymi elementami pompy. W omawianej metodzie, obserwuje się 100% przepływ turbulentny próbki wody przez pompę. W trakcie pompowania otworów z dużymi wydajnościami, w strefie okołowiltrowej, może dochodzić do zaburzeń przepływu (Puls, Barcelona, 1996).

Na potrzeby testu, ustalono wydajność pompowania dla wszystkich punktów, na $Q = 2,4 \text{ m}^3/\text{h}$. Czas pompowania był zależny od objętości badanego otworu i momentu osiągnięcia stabilizacji stanu chemicznego wód podziemnych dopływających do otworu, określonej na podstawie ciągłych pomiarów PEW i temperatury (Wyszomierski, 2020a).

W celu przeprowadzenia terenowych oznaczeń parametrów fizykochemicznych in-situ, za każdym razem wykorzystywano celę przepływową. Woda do celi przepływowej, była doprowadzana bez dostępu tlenu z zewnątrz, poprzez system rozdzielający. Część pompowanej wody trafiała do celi, pozostała zaś część, odprowadzana była na większą

odległość za pomocą węży zrzutowych. Po przeprowadzeniu pomiarów, pobrano próbki do wcześniej przygotowanych butelek (pojemników).

7.4. Metoda konwencjonalna (pompowania oczyszczające – wolumetryczne) - pompa ssącą (S)

W przypadku opróbowań wód podziemnych wykorzystujących pompę ssącą w drodze klasycznych pompowań wolumetrycznych, stosuje się te same wytyczne jak dla pomp głębinowych. Głównym ograniczeniem wykorzystania pompy ssącej, jest maksymalna głębokość zwierciadła statycznego i dynamicznego, która w trakcie pompowania powinna być < 7 m.

Na potrzeby prac doświadczalnych, wykorzystana została spalinowa pompa ssąca Honda WX-10 z regulacją wydajności (fot. 7.4.1).



Fot. 7.4.1. Pobór próbek wód podziemnych metodą konwencjonalną (pompowania oczyszczające – wolumetryczne) z wykorzystaniem pompy ssącej (S) (punkt monitoringowy SOBWP II/1751/1 Kluki oraz SOBWP II/707/1 Hel)

Przy zastosowaniu pomp ssących, próbka wody jest wysysana na zasadzie różnicy ciśnień, za pomocą przewodu ssąco-tłocznego wyposażonego w kosz ssawny z zaworem zwrotnym. Przewód ssąco-tłoczący umieszczany jest w otworze 1-1,5 m poniżej lustra wody. Sama pompa zlokalizowana jest po za otworem na powierzchni terenu, a pracujący wirnik (silnik) usuwa niezbędną ilość powietrza z przewodu, tym samym wytwarzając podciśnienie. Przed rozpoczęciem pompowania wirnik w pompie należy zalać „od góry wodą”. Pompa pracując, powoduje że ciśnienie powietrza nad lustrem wody jest niższe, niż ciśnienie powietrza wypychające powietrze na zewnątrz. Ciężar otaczającego powietrza wypycha wodę wewnątrz przewodu ssąco-tłocznego do góry. Gdy podciśnienie w przewodzie ssąco-tłoczącym jest wystarczająco niskie, woda wypychana jest na powierzchnię.

Na potrzeby prowadzonych prac doświadczalnych, ustalono wydajność pompowania dla wszystkich punktów, na $Q = 2,4 \text{ m}^3/\text{h}$. Czas pompowania był zależny od objętości badanego otworu i momentu osiągnięcia stabilizacji stanu chemicznego wód podziemnych dopływających do otworu, określonej na podstawie ciągłych pomiarów PEW i temperatury (Wyszomierski, 2020a; Wyszomierski, red. 2020d).

Próbka wody, w trakcie pompowania pompami ssącymi, poddawana jest mieszaniu i ma kontakt z pracującymi elementami pompy. W omawianej metodzie, obserwuje się 100% przepływ turbulentny próbki wody przez pompę. W trakcie pompowania otworów z dużymi wydajnościami, w strefie okołofiltrowej, może dochodzić do zaburzeń przepływu (Puls, Barcelona, 1996).

Oznaczenia parametrów fizykochemicznych in-situ, wykonywano metodą „in-line” przez celę przepływową, do której woda doprowadzana była poprzez system rozdzielający z regulacją przepływu. Pozostała część wody z pompowania była odprowadzana na dalsze odległości. Podobnie jak w poprzednich przypadkach, próbki wody były pobierane do wcześniej przygotowanych pojemników (butelek).

7.5. Metoda bezpompowa - dyskretne techniki opróbowania „past purging sampling” - rękawowy dyskretny próbnik pasywny HydraSleeve® (PP)

Proces pozyskania próbki wody podziemnej i przebieg badania, był tożsamy z metodą „NP”, określoną w rozdziale 7.1. Założeniem opróbowania „past purging sampling” (PP) jest, pobranie próbki wody w sposób bezpompowy, po przeprowadzeniu pompowań oczyszczających otworu hydrogeologicznego, powodujących zwiększony dopływ wody „świeżej” z warstwy wodonośnej. Celem niniejszego doświadczenia było zbadanie zmienności parametrów wody podziemnej, która w wyniku pompowań oczyszczających, dopłynęła do otworu z warstwy wodonośnej i określenie zmienności parametrów jakościowych względem metody NP oraz wpływu obróbki mechanicznej próbki wody podziemnej pobieranej metodami klasycznymi względem metod bezpompowych.

8. Zakres analizowanych parametrów fizykochemicznych elementów nieorganicznych w wodach podziemnych.

Ustalając zakres analizowanych parametrów fizykochemicznych na potrzeby niniejszego opracowania, położony został szczególny nacisk na aplikacyjność i możliwość jak najszerszego zastosowania otrzymanych wyników doświadczalnych w analizie i ocenie jakościowej. Spektrum, wykonanych oznaczeń fizykochemicznych odpowiadało zakresowi analitycznemu monitoringu chemicznego, realizowanego w 2020 roku przez Państwową Służbę Hydrogeologiczną w ramach zadań: Monitoring operacyjny 2020 w ramach „Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczeniach w latach 2018-2021”; „Ocena stanu technicznego punktów sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych”; Monitoring wód podziemnych w strefach granicznych RP na potrzeby realizacji umów i współpracy międzynarodowej”; „Organizacja oraz prowadzenie monitoringu badawczego wód podziemnych w obszarach obciążonych silną antropopresją”.

Obowiązujący w 2020 r. zakres obowiązkowych i nieobowiązkowych wskaźników fizyko-chemicznych badanych podczas prac doświadczalnych, został określony w Załączniku nr 6 do Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 9 października 2019 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019 poz. 2147). Analiza obejmowała zarówno pomiary terenowe „in-situ” wskaźników ogólnych jakości wód podziemnych, jak i badania laboratoryjne parametrów fizykochemicznych w pobranych próbkach wód podziemnych.

Wszystkie pobrane próbki doświadczalne, zostały poddane analizie obowiązkowych dla monitoringu operacyjnego wskaźników jakości w następującym zakresie:

- a) elementy ogólne określane w trakcie badań terenowych „in situ: odczyn pH, przewodność elektrolityczna właściwa w 20°C, temperatura oraz tlen rozpuszczony,
- b) elementy nieorganiczne analizowane w laboratorium stacjonarnym jako substancje rozpuszczone w wodach podziemnych: ogólny węgiel organiczny, jon amonowy, antymon, arsen, azotany, azotyny, bor, chlorki, chrom, cyjanki wolne, fluorki, fosforany, glin, kadm, magnez, mangan, miedź, nikiel, ołów, potas, rtęć, selen, siarczany, sód, srebro, wapń, wodorowęglany i żelazo.

Dodatkowo w zakresie analiz chemicznych znalazło się 10 nieobowiązkowych wskaźników: bar, beryl, cyna, cynk, kobalt, molibden, tal, tytan, uran, wanad.

Opisując analizowane parametry fizykochemiczne, ze względu na szeroką dostępność informacji na ten temat w publikacjach naukowych, słownikach chemicznych i podręcznikach akademickich, autor świadomie zrezygnował ze szczegółowej charakterystyki chemicznej każdego z ww. wskaźników. Na podstawie dostępnych publikacji (Pazdro, 1983; Sadurski, 1985; Twardowska i in. 1988; Pazdro, Kozerski, 1990; Appelo, Postma, 1993, 2005; Kazimierski, Sadurski, red. 1999; Kazimierski, Zapaśnik, 2003; Krogulec, 2004; Szczepańska, Kmieciak, 2005; Macioszczyk, Dobrzyński, 2007; Migaszewski, Gałuszka, 2007; Paczyński, Sadurski, 2007; Dobrzyński, Stępień, 2009; Kmieciak, 2011; Witczak i in. 2013;) oraz raportów dotyczących oceny stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych (Palak-Mazur i in. 2020, 2023, Palak-Mazur, 2022; Rojek, i in. 2022a), zostały zestawione najczęstsze przyczyny geogeniczne i antropogeniczne występowania podwyższonych stężeń omawianych wskaźników jakości wód podziemnych wraz z najczęstszymi efektami ich buforowania w wodach podziemnych (zał. 2). Uzupełnieniem informacji jest przygotowane przez Autora, zestawienie najczęściej rejestrowanych pakietów wskaźników jakości wód podziemnych o podwyższonych stężeniach oraz przykładowe przyczyny ich występowania (zał. 3).

9. Procedury zapewnienia ważności i wiarygodności wyników badań

Istotnym aspektem prac, decydującym o użyteczności i możliwości szerokiego wykorzystania rezultatów prac doświadczalnych, jest zapewnienie ważności i wiarygodności wyników badań. Zapisy dotyczące konieczności zapewnienia miarodajnych wyników badań monitoringu wód podziemnych są zawarte w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019 poz. 2147) oraz w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2021 poz. 1576), które określają warunki potwierdzenia ważności pomiarów lub badań w monitoringu jednolitych części wód podziemnych. Mając na uwadze powyższe zapisy, na potrzeby analizy i oceny jakościowej stosowanych metod pobierania próbek wód podziemnych, autor uwzględnił wszystkie niezbędne kryteria zawarte w powyższych przepisach prawnych.

Aby zostały spełnione podane wymogi niezbędne jest:

- 1) stosowanie dwustopniowego systemu potwierdzenia ważności badań obejmującego,
 - a) monitorowanie ważności wyników badań oraz zachowania prawidłowości pobierania próbek w ramach bieżącej działalności laboratoryjnej,
 - b) uczestnictwo w badaniach biegłości lub uczestnictwo w porównaniach międzylaboratoryjnych innych niż badania biegłości, nie rzadziej niż raz na 4 lata,
- 2) zapewnienie jakości i porównywalności wyników analiz zgodnie z przyjętymi na poziomie międzynarodowym praktykami systemu zarządzania, określonymi w normie PN-EN ISO/IEC 17025 lub innych równorzędnych normach przyjętych na poziomie międzynarodowym oraz wdrożenie przez laboratoria realizujące monitoring jednolitych części wód systemu zarządzania jakością zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025, obejmującego wszystkie etapy prowadzenia pomiarów lub badań, w szczególności,
 - a) pobieranie próbek wody,
 - b) utrwalanie próbek wody,
 - c) transportowanie próbek wody,
 - d) przechowywanie lub przygotowanie próbek wody, przed poddaniem ich badaniu w laboratorium,

- e) wykonywanie oznaczeń fizykochemicznych,
- 3) stosowanie do pomiarów lub badań, realizowanych w ramach monitoringu jednolitych części wód, metodyk referencyjnych określonych w Rozporządzeniu, oraz zapewnienie walidacji i dokumentowania, zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025 na wszystkich etapach
- 4) spełnienie wymogów dla minimalnych kryteriów akceptacji wyników:
 - a) niepewności pomiaru równa 50% lub mniejsza ($k = 2$),
 - b) granica oznaczalności nie przekraczająca wartości 30% norm lub wartości granicznych, lub środowiskowych norm jakości

Wszystkie wymienione punkty drugiego etapu realizacji prac doświadczalnych objęte były jednolitym systemem zarządzania zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025-2018-02, potwierdzonym certyfikatem akredytacji Polskiego Centrum Akredytacji dla PIG-PIB (cert. akr. PCA nr AB-283).

Pobieranie próbek, pomiary terenowe „in situ” oraz transportowanie próbek, były zrealizowane zgodnie z procedurami obowiązującymi w Zespole Poboru Próbek Środowiskowych (akredytowane laboratorium terenowe PIG-PIB). Przygotowanie pojemników na próbki, utrwalanie próbek oraz wykonywanie laboratoryjnych oznaczeń fizykochemicznych były zrealizowane przez akredytowane laboratorium – Laboratorium Chemiczne PIG-PIB. W niniejszym rozdziale Autor, skupia się przede wszystkim na zapewnieniu ważności i wiarygodności badań terenowych, uwzględniając elementy związane z:

- a) stosowaniem dwustopniowego systemu potwierdzenia ważności badań obejmującego, kontrolę wewnętrzną i zewnętrzną, w tym uczestnictwo w badaniach biegłości i porównaniach międzylaboratoryjnych (PT/ILC),
- b) doбором i stosowaniem odpowiednich urządzeń pomiarowych,
- c) zachowaniem spójności pomiarowej i potwierdzeniem ważności wyników,
- d) badaniami parametrów fizykochemicznych „in-situ” i pobieraniem próbek wód podziemnych, w tym próbek kontrolnych,
- e) wykorzystaniem odpowiednich materiałów i pojemników na próbki oraz transportem próbek do laboratorium.

Ważnym punktem, w zakresie utrzymania systemu zarządzania i kontroli jakości (QA/QC) jest realizacja dwustopniowego systemu zapewnienia ważności badań, polegającego na wdrożeniu procedur systemu kontroli jakości zewnętrznej oraz wewnętrznej. Procedury związane z wewnętrzną kontrolą jakości, opisane są w dalszej części niniejszego rozdziału.

Istotnym elementem zewnętrznej kontroli jakości w zakresie zapewnienia ważności wyników jest udział pracowników akredytowanych laboratoriów w cyklicznych badaniach biegłości poprzez porównania międzylaboratoryjne (PT/ILC) (ang. PT - Proficiency Testing, ILC - Interlaboratory Comparisons). Autor w latach 2015, 2017, 2019, 2021 i 2023 uczestniczył w PT/ILC, uzyskując we wszystkich dziedzinach przeprowadzanych badań wyniki „zadowolające/odpowiednie”. Jest to jednoznaczne z potwierdzeniem poprawności uzyskiwanych przez Autora wyników badań, biegłości w zakresie pobierania próbek wód podziemnych oraz jakości prowadzonych prac (Krzepkowska, 2015; Jędrzejczyk, 2017; Kozieł, 2021, 2023; Włodarczyk, 2019).

Czynnikiem warunkującym przydatność uzyskiwanych wyników badań jest dobór i stosowanie odpowiednich urządzeń pomiarowych i wyposażenia pomocniczego. Przy doborze urządzeń pomiarowych należy uwzględnić: zakres pomiarowy, rozdzielczość, dokładność, oraz możliwość użytkowania w terenie (transport na duże odległości i zmienność warunków środowiskowych, w tym dopuszczalne zakresy temperatury otoczenia podczas pracy).

Badania „in situ” wskaźników fizykochemicznych wymienionych w rozdziale 8, zostały wykonane przy użyciu przenośnych terenowych zestawów urządzeń pomiarowych firmy SLANDI oraz SISGEO. Zakresy pomiarowe i parametry techniczne mierników terenowych zostały przedstawione poniżej (tab. 9.1). Warunkiem niezbędnym dla potwierdzenia ważności pomiarów terenowych, było zapewnienie spójności pomiarowej urządzeń pomiarowych w terenie, zgodnie z postanowieniami dokumentów Polskiego Centrum Akredytacji DA-06 (wyd. 6 z dn. 27.01.2017 oraz wyd.7 z dn. 20.04.2020).

Tab. 9.1. Zestawienie parametrów technicznych terenowych urządzeń pomiarowych użytych podczas prac doświadczalnych

Element fizyczny/fizykochemiczny	pH	temperatura	przewodność elektrolityczna właściwa	tlen rozpuszczony	głębokość zwierciadła wód podziemnych
Producent (model)	Slandi	Slandi	Slandi	Slandi	SIS-GEO
Jednostka	–	°C	µS/cm	mg/l	m
Model urządzenia pomiarowego	Pehametr SP300	Konduktometr SC300	Konduktometr SC300	Tlenomierz SO300	Sonda z sygnałem dźwiękowo-światlnym o rdzeniu metalowym (przymiar - świstawka elektryczna) CM10020100
Zakres	0,00 do 14,0	–5 do 105	2 do 39999	0 do 50	0 do 100m
Rozdzielczość	0,01	0,1	0,1	0,01	0,01
Dokładność	±(0,01+0,01)	0,2	0,50%	0,50%	0,001
Zakres temperatur otoczenia podczas pracy	0 do 50°C	0 do 50°C	0 do 50°C	0 do 50°C	-30 do 105°C (w trakcie pomiarów)
Zakres temperatur otoczenia podczas pracy	-20 do 60°C	-20 do 60°C	-20 do 60°C	-20 do 60°C	-30 do 70°C

Wszystkie urządzenia pomiarowe, przed pierwszym użyciem, były poddane wzorcowaniu w akredytowanych laboratoriach wzorcujących. Zgodnie z kryteriami zachowania spójności pomiarowej dla urządzeń pomiarowych (pehametr, konduktometr z pomiarem temperatury), wykorzystywanych przy pomiarach parametrów fizykochemicznych, urządzenia te przed rozpoczęciem serii pomiarowej, podlegają każdorazowemu sprawdzeniu poprawności odczytu przy użyciu certyfikowanych materiałów odniesienia (CRM – wzorcowe roztwory buforowe o ściśle określonych i znanych parametrach odpowiadających zakresom pomiarowym). Dodatkowym wymogiem z zakresu dbałości o jakość danych jest obligatoryjne i regularne poddawanie urządzeń pomiarowych okresowej kalibracji i adjustacji (dokonuje się jej w przypadku błędnego wyniku sprawdzenia lub w okresach nie przekraczających 6-ciu miesięcy pomiędzy kolejnymi kalibracjami/adjustacjami).

W przypadku tlenomierza, ze względu na brak możliwości stosowania w terenie certyfikowanych materiałów odniesienia (roztwory wykorzystywane do sprawdzeń i adjustacji tlenomierzy są przygotowywane w warunkach laboratoryjnych, ze względu na ich niską trwałość, muszą być wykorzystywane bezpośrednio po przygotowaniu), tlenomierz przed rozpoczęciem serii pomiarowej, podlegał każdorazowemu sprawdzeniu, kalibracji i adjustacji na zasadzie auto-testu zgodnie z wytycznymi producenta.

Dla sond z sygnałem dźwiękowo-światlnym o rdzeniu metalowym (świstawka elektryczna) służących do pomiaru głębokości zwierciadła wód podziemnych obligatoryjne jest wykonanie sprawdzenia minimum raz na 2 lata, poprzez pomiar równoległy z wzorcem kontrolnym – sondą z sygnałem dźwiękowo-światlnym (przymiarem zerowym) nie użytą w terenie.

Pobieranie próbek i pomiary terenowe „in situ” wymienionych poniżej elementów ogólnych wskaźników fizykochemicznych, objęte były systemem zarządzania i zgodnie z wymogami normy PN-EN ISO/IEC 17025-2018-02, zostały zastosowane następujące metody znormalizowane oraz zwalidowane procedury badawcze:

- pobieranie próbek wód podziemnych, zgodnie z normą PN-ISO 5667-11:2017-10E,
- temperatura w próbkach wód podziemnych (°C), zgodnie z normą PN-C04584:1977,
- oznaczanie pH w próbkach wód podziemnych, zgodnie z normą PN-EN ISO 10523:2012,
- oznaczanie przewodności elektrycznej właściwej (PEW) w próbkach wód podziemnych ($\mu\text{S}/\text{cm}$), zgodnie z normą PN-EN 27888:1999,
- pomiar głębokości zwierciadła wód podziemnych, zgodnie z procedurą badawczą ZPPŚ PB-202 „Pomiar głębokości zwierciadła wód podziemnych” (ed. 5 z dn. 1.03.2020),
- oznaczenie tlenu rozpuszczonego (w mg/l), zgodnie z procedurą badawczą ZPPŚ PB-201 „Oznaczenie tlenu rozpuszczonego w próbkach wód podziemnych” (ed. 3 z dn. 1.03.2020).

Mając na uwadze dbałość o wiarygodność wyników, wszystkie prowadzone badania dokumentowane były na bieżąco w terenie, na obowiązujących w Zespole Poboru Próbek Środowiskowych formularzach: „Dokumentacja pobrania próbki wody podziemnej”, „Dokumentacja sprawdzenia urządzeń pomiarowych”, „Formularz przekazania próbek do laboratorium”. Stosowanie niniejszych formularzy, umożliwiło prześledzenie w nieprzerwanym ciągu, głównych aspektów mogących wpływać na jakość pobranych próbek.

Dla każdej z pobranych próbek wód podziemnych została zapewniona odpowiednia identyfikacja powiązana z punktem pobrania przez stosowanie unikatowej numeracji próbek wraz z nazwą miejsca pobrania. Określony został zakres i rodzaj analiz chemicznych

w punkcie pobierania próbek, identyfikacja próbkobiorcy oraz prowadzone było ciągle monitorowanie czasu i warunków transportu próbek do laboratorium zgodnie z wytycznymi normy PN-EN ISO 5667-3:2018-08 „Jakość wody. Pobieranie próbek Część 3: Utrwalanie i postępowanie z próbkami wody”. Dodatkowo w zakresie wewnętrznej kontroli jakości i zapewnienia ważności wyników, zastosowane zostały wytyczne normy PN-EN ISO 5667-14:2016:11 „Jakość wody. Pobieranie próbek Część 14: Wytyczne dotyczące zapewnienia jakości i kontroli jakości podczas pobierania próbek wód środowiskowych i postępowania z nimi”. W trakcie prac doświadczalnych wykonywane były pomiary i pobieranie próbek kontrolnych, pomiary dublowane, próbki dublowane, próbki zerowe (terenowe i transportowe).

Pomiary dublowane wskaźników terenowych „in situ”, służą do określenia precyzji pomiaru, w trakcie prac doświadczalnych posłużyły do określenia precyzji pomiaru z uwzględnieniem stosowanych metod prospekcji hydrogeologicznej. Pobieranie i analiza próbek dublowanych jako duplikaty próbek podstawowych, wykorzystywane jest do oceny precyzji próbkowania oraz precyzji oznaczeń wskaźników chemicznych jakości wód. W badaniach prowadzonych przez Autora, wyniki posłużyły ocenie precyzji, powtarzalności i stabilności poszczególnych metod pobierania próbek wód podziemnych i ocenie wpływu stosowanej metody na zmienność wyników w zakresie analizy elementów nieorganicznych.

Pobieranie i analiza próbek zerowych (terenowych i transportowych) wykorzystywane są do obliczeń praktycznych granic oznaczalności doczytujących poszczególnych wskaźników oraz identyfikacji możliwości wystąpienia błędów grubych. Weryfikacja próbek zerowych terenowych i transportowych, pozwala na identyfikację czynników i warunków mogących mieć wpływ na zmianę chemizmu próbek, w tym zanieczyszczenie podczas etapu pobierania i transportu próbek do laboratorium (Szczepańska J., Kmiecik E., 2005; Rojek A. i in. 2019, 2020a; Wyszomierski M., 2023a, b). W trosce o jakość wyników badań, wykorzystane zostały pojemniki na próbki oraz materiały pomocnicze (strzykawki, filtry membranowe) dostarczone i przygotowane przez Laboratorium Chemiczne PIG-PIB. Wykorzystanie materiałów, spełniających wymogi normy PN-EN ISO 5667-3:2018-08 „Jakość wody. Pobieranie próbek część 3: Utrwalanie i postępowanie z próbkami” oraz obowiązujących w Laboratorium procedur w zakresie kontroli czystości pojemników na próbki, materiałów pomocniczych i stosowanych utrwalaczy, jest standardową procedurą w zakresie zapewnienia ważności i wiarygodności badań. Przyjęte w trakcie prowadzenia prac doświadczalnych praktyki,

umożliwiają eliminację negatywnego wpływu materiałów pomocniczych na proces analityczny i są potwierdzeniem dbałości o spełnienie najwyższych standardów.

Na potrzeby oznaczeń nieorganicznych wskaźników fizykochemicznych w badanych próbkach wód podziemnych, zostały wykorzystane pojemniki wykonane z wysokiej jakości polietylenu (LDPE), wyprodukowane przez certyfikowanego producenta firmę NALGENE.

Na potrzeby analityki chemicznej, dla każdego zestawu próbek, wykorzystano następujące pojemniki:

- 250 ml na próbki anionowe (A),
- 30 ml na próbki kationowe (K) zawierające kwas azotowy (1+4) jako utrwalacz (roztwór stabilizujący),
- 30 ml na próbki do oznaczeń rtęci (Hg) zawierające kwas azotowy (1+4) oraz 1% roztwór chromianu potasu jako utrwalacz (roztwór stabilizujący),
- 30 ml na próbki do oznaczeń cyjanków (C) zawierający wodorotlenek sodu (roztwór 1,0 mol/l) jako utrwalacz (roztwór stabilizujący),
- 15 ml na próbki do oznaczeń węgla organicznego - TOC (T).

Wszystkie pobrane próbki wód podziemnych, zostały dostarczone do Laboratorium Chemicznego PIG-PIB, zgodnie z wymaganiami dotyczącymi czasu warunków transportu próbek. Maksymalny czas na dostawę próbek do laboratorium to 72 h od momentu pobrania próbki. Transport schłodzonych próbek odbywał się w pojemnikach izotermicznych, w temperaturze nie przekraczającej 8°C. Pojemniki z próbkami każdego rodzaju (A, K, Hg, C oraz T), celem zapobieżenia kontaminacji krzyżowej (ang. „cross-contamination”) za każdym razem, były od siebie odseparowane.

10. Ocena jakości procesu opróbowania na podstawie analizy próbek zerowych

Bardzo istotnym aspektem realizacji opróbowania monitoringu wód podziemnych jest wiarygodna ocena jakości prowadzonych prac. Proces ten umożliwia identyfikację czynników i warunków mogących mieć wpływ na zmianę chemizmu próbek. W szczególności pozwala wykryć zanieczyszczenie podczas etapu pobierania i transportu próbek do laboratorium, które mogą być przyczyną wystąpienia błędów grubych. Szeroko stosowanym narzędziem w ocenie jakości opróbowania i badań terenowych jest pobieranie i analiza próbek zerowych terenowych – sączonych „in situ” oraz próbek transportowych. W przypadku próbek zerowych medium stanowi woda dejonizowana. Próbkę zerową pobierane są w miejscu prowadzenia badań, na terenie punktu pomiarowego, gdzie przygotowane przez laboratorium pojemniki są napełniane wodą dejonizowaną. Próbkę zerową transportową są już przygotowane w laboratorium i odbywają taką samą drogę jak próbki podstawowe. Transportowane są w takich samych warunkach jak reszta materiału do badań. Wyniki analiz próbek zerowych wykorzystuje się do obliczeń praktycznych granic oznaczalności dla poszczególnych wskaźników oraz identyfikacji możliwości wystąpienia błędów grubych. Weryfikacja próbek zerowych, terenowych i transportowych, pozwala na rozpoznanie czynników i warunków mogących mieć wpływ na zmianę chemizmu próbek, w tym zanieczyszczenie podczas etapu pobierania i transportu próbek do laboratorium (Szczepańska J., Kmiecik E., 2005; Rojek A. i in. 2019, 2020a; Wyszomierski M., 2023a).

Na potrzeby prac doświadczalnych, Autor pobrał łącznie w 10 losowo wybranych punktach badawczych, po jednym komplecie próbek zerowych (próbki zerowe terenowe i próbki zerowe transportowe). Stanowiło to blisko 42% wszystkich punktów wytypowanych do badań. Komplety próbek zerowych pobrano w następujących punktach badawczych: Sztutowo, SOBWP II/1746, MONBADA 1457; Gralewo, SOBWP II/1873/1, MONBADA 1609; Granica2, SOBWP I/960/2, MONBADA 1702; Wymyśle Polskie, SOBWP II/1072/1, MONBADA 2167; Strzyżowice, SOBWP II/1395/1, MONBADA 1537; Januszewice, SOBWP II/1390/1, MONBADA 2315; Nowe Iganie, SOBWP II/962/1, MONBADA 2095; Kluki, SOBWP II/1751/1, MONBADA 1751; Rytwiany, SOBWP II/896/1, MONBADA 1404; Płońsk, SOBWO II/98/1, MONBADA 435.

Zgodnie z przyjętymi zasadami statystycznej kontroli jakości opróbowania, zgodnie z normą PN-EN ISO 5667-14:2016-11, sporządza się wykresy kart kontrolnych pojedynczych pomiarów dla próbek zerowych. Na podstawie analizy kart kontrolnych, identyfikowane są oraz wyłączane z dalszych obserwacji, wyniki obciążone błędami grubymi

(sygnały punktowe, wyniki położone poza granicami kontrolnymi). Na podstawie pozostałych wyników obliczane są praktyczne granice oznaczalności (LQ), zgodnie ze wzorem:

$$LQ = \bar{x}_{zer} + 6\sigma_{zer}$$

gdzie:

\bar{x}_{zer} – wartość średnia oznaczeń

σ_{zer} – wartość odchylenia standardowego

Otrzymane praktyczne granice oznaczalności (LQ) porównuje się z granicami oznaczalności analiz (LOQ) deklarowanymi przez laboratorium. Otrzymane wyniki są zestawiane i porównywane z maksymalnymi dopuszczalnymi stężeniami określonymi w przepisach dla wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017 poz. 2294) oraz z wartościami granicznymi dla I klasy jakości wód podziemnych (RMG MiŻŚ z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych, Dz.U. 2019 poz. 2148).

Stosunek LQ/LOQ umożliwia porównanie praktycznej granicy oznaczalności z granicą oznaczalności deklarowaną przez laboratorium. Praktyczna granica oznaczalności powinna być jak najbliższa laboratoryjnej granicy oznaczalności. W przypadku zastosowania zasady podstawienia gdzie wartość <LOQ zastępowana jest liczbą równą połowie granicy oznaczalności (<LOQ = ½LOQ), idealnym przypadkiem jest stosunek LQ/LOQ = 0,5 (Szczepańska, Kmieciak, 2005; Rojek, i in. 2020a).

Wszystkie uzyskane wyniki wartości oznaczeń dla próbek zerowych były mniejsze od granicy oznaczalności deklarowanej przez laboratorium. W związku z tym, nie sporządzono wykresów kart kontrolnych pojedynczych pomiarów. Przeprowadzona analiza pozwala stwierdzić, że wyniki oznaczeń omawianych wskaźników są wiarygodne, charakteryzują się zadowalającą precyzją i nie zidentyfikowano w trakcie pobierania próbek oraz ich transportu do laboratorium, czynników mogących mieć negatywny wpływ na jakość badań.

11. Omówienie wyników, analiza statystyczna wyników badań doświadczalnych

Na potrzeby analizy wyników oraz przeprowadzenia oceny statystycznej terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej, w badaniach monitoringowych jakości wód pierwszego poziomu wodonośnego, zostały wykorzystane dane zebrane przez Autora w trakcie prowadzonych prac doświadczalnych. W celu zapewnienia wiarygodnej populacji statystycznej, wykorzystano wytyczne i rekomendacje normy PN-EN ISO 5667-14:2016-11, przewodników statystycznych EURACHEM 2019 oraz publikacji naukowych z zakresu statystyki laboratoryjnej (Appelo, Postma, 1993, 2005; Macioszczyk, Kazimierski, 2003; Macioszczyk, Dobrzyński, 2007; Kmiecik, 2011; Witczak, i in. 2013; Jolliffe, Cadima, 2016; Hyk, Stojek, 2019). Zastosowano także metodyki badań hydrogeologicznych, hydrogeochemicznych oraz zasady kontroli jakości badań monitoringowych (Szczepańska, Kmiecik, 2005; Witczak, i in. 2013; Izydorzyc, 2015; Jędrzejczyk, 2017; Kozieł, 2021, 2023; Krzepakowska, 2015; Partyka, 2023; Rojek i in. 2020a; Wyszomierski, Rojek, 2022a). Zgodnie z wytycznymi z wymienionych publikacji, przyjmuje się minimalne ilości statystyczne populacji badawczej „effect size” (EURACHEM, 2019; Appelo, Postma, 2005), celem spełnienia wymogów zapewnienia wiarygodności oceny :

- 9 punktów kontrolno-pomiarowych (zbiór minimalny),
- 14 punktów kontrolno-pomiarowych (zbiór wystarczający),
- ≥ 21 punktów kontrolno-pomiarowych (zbiór duży – wiarygodny).

Do analizy terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej zostały wytypowane 24 punkty pomiarowe (otwory badawcze). Zapewniona została zatem odpowiednia dla uzyskania wiarygodnych wyników populacja statystyczna. Szczegółowe zasady selekcji obiektów do badań, zostały przedstawione w rozdziale 4.

W każdym z wytypowanych punktów, przeprowadzono jednoczesowe opróbowanie wód podziemnych, każdą z analizowanych metod (NP – dyskretne techniki opróbowania „no purge sampling” - rękawowy dyskretny próbnik pasywny HydraSleeve®; LF – metoda poboru próbek z pompowaniem z minimalną wydajnością w reżimie „low flow” – elektryczna pompa perystaltyczna; RP – metoda konwencjonalna (pompowania oczyszczające – wolumetryczne) - zanurzeniowa pompa wirnikowa – odśrodkowa; S – metoda konwencjonalna (pompowania oczyszczające – wolumetryczne) - pompa ssąca; PP - metoda bezpompowa - dyskretne techniki opróbowania „past purging sampling” - rękawowy dyskretny próbnik pasywny HydraSleeve®).

Dla każdej z metod, w każdym punkcie badawczym, zostały wykonane połowe oznaczenia „in situ” elementów ogólnych oraz pobrane zostały próbki podstawowe i dublowane (jako duplikaty próbek podstawowych) do oznaczeń laboratoryjnych wskaźników fizykochemicznych w zakresie elementów nieorganicznych. Dla każdej testowanej metody opróbowania, zastosowano ten sam schemat pobierania próbek, zgodny z przyjętymi na poziomie międzynarodowym wytycznymi normy PN-EN ISO 5667-14:2016-11 (fig. 11.1).

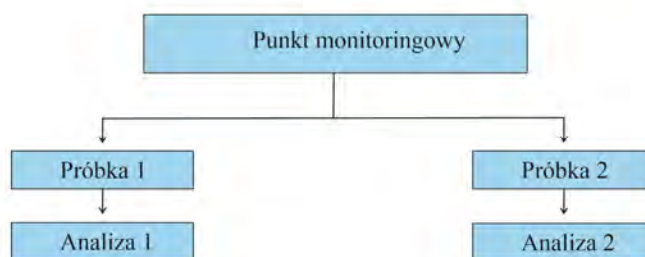


Fig. 11.1 Schemat pobierania i analizy próbek doświadczalnych

W zakresie połowych oznaczeń „in situ” wskaźników ogólnych (temperatura próbki wody podziemnej, odczyn pH, przewodność elektrolityczna właściwa, tlen rozpuszczony w wodzie) wykonano 480 oznaczeń (pomiarów) dla próbek podstawowych oraz 480 oznaczeń (pomiarów) dla próbek dublowanych, łącznie 960. Łącznie na potrzeby badań doświadczalnych, pobrano 120 kompletów próbek podstawowych oraz 120 kompletów próbek dublowanych, co dało łącznie 1200 pojedynczych próbek. W omawianych próbkach wykonano 12480 pojedynczych oznaczeń laboratoryjnych dla 52 parametrów fizykochemicznych wskaźników nieorganicznych: amonowy jon, antymon, arsen, azotany, azotyny, bar, barwa, beryl, bor, bromki, chlorki, chrom, cyjanki wolne, cyna, cynk, fluorki, fosforany, glin, chzt, kadm, kobalt, krzemionka, lit, magnez, mangan, mętność, miedź, molibden, nikiel, odczyn ph, ogólny węgiel organiczny (TOC), ołów, ortofosforanowy anion, potas, przewodność elektrolityczna właściwa, rtęć, selen, siarczany, stront, sól, srebro, suma substancji rozpuszczonych (SSR), tal, twardość ogólna, tytan, uran, wanad, wapń, wodorowęglany, zasadowość ogólna, żelazo, SPCA (detergenty anionowe - substancje powierzchniowo czynne anionowe).

Wyniki połowych oznaczeń „in situ” elementów ogólnych oraz oznaczeń laboratoryjnych parametrów fizykochemicznych wskaźników nieorganicznych (wskaźników jakości wody) zostały zestawione w załączniku „Wyniki analiz terenowych oraz laboratoryjnych w zakresie nieorganicznych wskaźników fizykochemicznych” (zał. 4).

Zgodnie z postanowieniami Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019 poz. 2148) w ocenie stanu chemicznego wód podziemnych rekomendowane jest uwzględnienie oznaczeń wskaźników ogólnych (temperatura próbki wody podziemnej, odczyn pH, przewodność elektrolityczna właściwa, tlen rozpuszczony w wodzie), wykonywanych w terenie metodą „in situ”. W związku z powyższym wyniki oznaczeń laboratoryjnych tych parametrów w dalszej ocenie i analizie statystycznej zostały pominięte.

Analizowane parametry fizykochemiczne wskaźników nieorganicznych, których stężenia znajdowały się poniżej granicy oznaczalności (LOQ) i liczba wyników oznaczeń powyżej tej granicy nie spełniała kryterium minimalnej ilości statystycznej populacji badawczej, zostały pominięte w dalszej ocenie. Na podstawie uzyskanych wyników i analiz, spośród 54 oznaczonych parametrów, 13 z nich nie spełniało wymagań dotyczących zapewnienia wiarygodności oceny (minimalnej ilości statystycznej populacji badawczej). Poniżej granicy oznaczalności (LOQ) znalazły się stężenia następujących wskaźników: azotyny, beryl, bromki, chrom, cyjanki wolne, cyna, fosforany, kadm, ołów, ortofosforanowy anion, rtęć, selen, srebro, tal, tytan.

11.1. Analiza statystyczna wyników badań doświadczalnych

Na potrzeby analizy i oceny statystycznej, Autor wykorzystał oprogramowanie statystyczne SAS/Stat v 15.2 (https://www.sas.com/pl_pl/software/visual-statistics/features-list.html; Cody, 2011; Frątczak, Korczyński, 2013) umożliwiające przeprowadzenie wielowymiarowej analizy statystycznej. Testowana hipoteza statystyczna zakłada równoważność testowanych metod opróbowania wód podziemnych i jest zgodna z postanowieniami normy PN-ISO 5667-11:2017-10 „Jakość wody. Pobieranie próbek Część 11: Wytyczne dotyczące pobierania próbek wód podziemnych”. W tym założeniu, próbki pobrane różnymi metodami w konkretnym badanym punkcie, powinny dawać te same wyniki i nie powinny różnić się od siebie przy zakładanym poziomie ufności.

We wszystkich obliczeniach jako poziom istotny statystycznie przyjęto wartość $P\text{-value} = 0,05$ ($Alfa = 0,05$). Wartość ta odpowiada poziomowi ufności 95% dla rozszerzenia $k=2$ i jest zgodna z zapisami Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 13 lipca 2021 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia powierzchniowych i jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2021, poz. 1576). W analizie statystycznej wykorzystano wieloparametryczny model statystyczny GLM (Generalized Linear Models) obejmujący

szereg różnych modeli statystycznych analizowanych ze sobą wzajemnie: ANOVA, ANCOVA, MANOVA, MANCOVA (Burnham, Anderson, 2002; Szczepańska J, Kmiecik E., 2005; Hastie, Tibshirani & Wainwright, 2015).

Wybór modelu statystycznego był poprzedzony oceną wiarygodności i mocy testu. Przy wyborze modelowania statystycznego zastosowano Kryterium informacyjne Akaike - test AIC (Akaike Information Criterion), wykorzystywane jako jeden ze wskaźników dopasowania modelu statystycznego i względnej mocy predykcyjnej testowanych modeli. Modele uzyskujące wyraźnie mniejszą miarę AIC uznawane są za najbardziej oszczędne i informatywne (Akaike, 1974, 1985; Burnham, Anderson, 2004; Takeuchi, Kei, 2020).

Na potrzeby oceny oraz analizy statystycznej terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej, za referencyjną metodę opróbowań wód podziemnych, przyjmuje się „RP” – metodę konwencjonalną pompowania oczyszczające – wolumetryczne - zanurzeniowa pompa wirnikowa – odśrodkowa. Wybór wskazanej metody podyktowany jest największą popularnością i powszechnością stosowania (68%) w opróbowaniach na potrzeby oceny jakości wód podziemnych (tab. 6.2).

11.1.1. Uogólnione modele liniowe GLM (Generalized Linear Models)

Do analizy wartości pomiarowych reprezentowanych dalej poprzez zmienną Y od różnych czynników zewnętrznych $\{X_i\}$ wykorzystano uogólnione liniowe modele regresyjne (GLM). Wprowadzają one szereg rozszerzeń o założenia leżące u podstaw tradycyjnych modeli regresji, które są bardzo restrykcyjne i nie pozwalają na dokładny opis związku. Dlatego uogólnione modele liniowe to naturalne rozszerzenie modeli regresyjnych, wprowadzające szereg rozszerzeń umożliwiających analizę obserwacji w środowisku bardziej zbliżonym do rzeczywistego (Burnham, Anderson, 2002; Rencher Schaalje, 2007).

Uogólnienia GLM modeli liniowych idą w kierunku odejścia od założeń o normalności rozkładu oraz zastępują liniową formę równania regresyjnego bardziej ogólnym wyrażeniem. W modelach GLM przyjmuje się następujące założenia:

- zmienne objaśniające, wpływają na zmienną objaśnianą, analogicznie jak w przypadku tradycyjnej regresji przez tzw. składnik systematyczny η , dzięki temu możemy interpretować parametry modelu jako odpowiednie wagi:

$$\eta_{ij} = X_{ij}\beta = \sum x_{ij}\beta_j$$

- rozkład prawdopodobieństwa zmiennej objaśniającej jest określony przez tzw. składnik losowy modelu ε – jest on często nazywany resztami, czyli różnicą pomiędzy wartościami obserwowanymi bezpośrednio, a uzyskanymi z modelu. Nie musi być to rozkład normalny – dopuszczalna rodzina rozkładów jest bardzo szeroka, w jej skład wchodzi np. rozkłady niesymetryczne lepiej opisujące pomiary. Najczęściej wykorzystywana jest rodzina rozkładów prawdopodobieństwa $f_{\theta}(\cdot)$ opierająca się na następującej relacji:

$$f_{\theta}(X) = f(X; \theta) \propto \exp(X \cdot \theta)$$

- Wartość oczekiwana μ składnika losowego $E(\varepsilon)$ zależy od składnika systematycznego poprzez tzw. funkcję łączącą $g(\cdot)$ – pozwala to na wprowadzenie zależności addytywnych (np. przyrostowych), jak i multiplikatywnych (np. procentowych)

$$\mu_i = g^{-1}(\eta_i) = g^{-1}(\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_k X_{ik})$$

np: dla $g(\cdot) \equiv \ln(\cdot)$ mamy

$$\mu_i = \ln^{-1}(\eta_i) = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_k X_{ik}) = \exp(\beta_0) \exp(\beta_1 X_{i1}) \dots \exp(\beta_k X_{ik})$$

gdzie $\exp(\beta_1 X_{i1}) \equiv \gamma_1(X)$

Wartości parametrów występujących w uogólnionym modelu liniowym tzw. estymatory punktowe są otrzymywane za pomocą metody największej wiarygodności (ML). Istnieje wiele aplikacji iteracyjnych stosowanych w przypadku estymacji metodą ML, spośród których najbardziej efektywna i najszerzej wykorzystywana jest metoda Newtona-Raphsona (Ralston, Rabinowitz, 1978; Ortega, Rheinboldt, 2000). Metoda ML pozwala na wyliczenie przedziałów ufności (CI) oraz wprowadzenie testów istotności dla hipotez dotyczących efektów uwzględnionych w modelu, opartych na ilorazie wiarygodności (LR) (Dobson, Barnett, 2018).

Przygotowując multiplikatywny model statystyczny GLM niezbędne było zidentyfikowanie istotnych czynników wpływających na jakość oznaczeń (confounding factors) (Karwański, Grzybowska, 2018; Karwański, 2023). Uwzględnione zostały następujące czynniki:

- zmienność chemiczna wód podziemnych pomiędzy poszczególnymi punktami, która ma charakter przyrodniczy nie wynikający z metodyki opróbowania

(zmiennosc chemiczna nie uwzględniana w dalszej analizie - analizie statystycznej poddawane byly metody opróbowania wód podziemnych)

- niepewność oznaczeń laboratoryjnych i terenowych
- rozdzielczość, dokładność i precyzja oznaczeń laboratoryjnych i terenowych

Na potrzeby obliczeń i analizy, Autor przyjmuje w modelu statystycznym zależności multiplikatywne tj. zależności procentowe wyrażane w %.

11.2. Ocena ilościowa stosowanych terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej

Ocena ilościowa została przeprowadzona na podstawie analizy średnich wartości stężeń poszczególnych wskaźników w danej metodzie (tab. 11.2.1) oraz analizy zmienności % średnich wartości stężeń poszczególnych wskaźników dla metod, w odniesieniu do metody referencyjnej RP (tab. 11.2.2). Ocena bazuje na analizie bezpośrednich wyników opróbowań (danych surowych niepoddanych modelowaniu statystycznemu) (Szczepańska J., Kmiecik E. 2005; Krzepakowska, 2015; Wątor K., 2015; Pawęska i in. 2016; PN-EN ISO 5667-14:2016-11; EURACHEM 2019; Razowska-Jaworek L. i in. 2019; Kozieł, 2021, 2023).

Tab. 11.2.1. Analiza średnich wartości stężeń poszczególnych wskaźników w odniesieniu do metody opróbowania

Lp.	Wskaźnik fizykochemiczny	źródło danych	METODA OPRÓBOWANIA				
			NP	LF	RP	S	PP
1	Temperatura (teren) [°C]	(pomiar rzeczywisty)	11.86042	11.52500	11.16250	10.86667	11.90833
2	pH (teren) [-]	(pomiar rzeczywisty)	7.19833	7.18854	7.02152	7.04500	7.06500
3	Przewodność elektrolityczna w 20°C (PEW) (teren) [µS/cm]	(pomiar rzeczywisty)	479.35417	556.4375	503.22917	499.1875	498.83333
4	Tlen rozpuszczony (teren) [mg O ₂ /l]	(pomiar rzeczywisty)	2.19979	0.89271	1.35917	1.38492	2.48958
5	Ogólny węgiel organiczny (TOC) [mgC/l]	(pomiar rzeczywisty)	13.74615	13.31429	11.80303	11.34848	12.16563
6	Amonowy jon [mg NH ₄ /l]	(pomiar rzeczywisty)	1.35427	1.23979	1.25417	1.29125	1.44979
7	Antymon [mg Sb/l]	(pomiar rzeczywisty)	0.00006	0.00006	0.00005	0.00005	0.00005
8	Arsen [mg As/l]	(pomiar rzeczywisty)	0.00158	0.00152	0.00169	0.00175	0.00158
9	Azotany [mg NO ₃ /l]	(pomiar rzeczywisty)	10.95937	11.44833	15.00708	14.965	12.6
10	Bar [mg Ba/l]	(pomiar rzeczywisty)	0.03254	0.03404	0.03917	0.03944	0.04069
11	Barwa [mg Pt/l]	(pomiar rzeczywisty)	36.3125	29.58333	33.0625	34.1875	37.375
12	Bor [mg B/l]	(pomiar rzeczywisty)	0.04854	0.04833	0.04896	0.04917	0.05167
13	Chlorki [mg Cl/l]	(pomiar rzeczywisty)	27.82729	26.32833	25.10667	25.19333	27.60938
14	Cynk [mg Zn/l]	(pomiar rzeczywisty)	0.00772	0.009	0.01008	0.00775	0.00754
15	Fluorki [mg F/l]	(pomiar rzeczywisty)	0.07479	0.07333	0.07208	0.07042	0.07146
16	Glin [mg Al/l]	(pomiar rzeczywisty)	0.03672	0.04709	0.03982	0.04043	0.03413
17	ChZT [mg/l]	(pomiar rzeczywisty)	14.67917	14.99375	15.44375	14.68333	15.39167
18	Kobalt [mg Co/l]	(pomiar rzeczywisty)	0.00008	0.00008	0.0001	0.00011	0.0001
19	Krzemionka [mg SiO ₂ /l]	(pomiar rzeczywisty)	15.56875	15.81875	17.56042	17.45417	17.64167
20	Lit [mg Li/l]	(pomiar rzeczywisty)	0.00424	0.00431	0.00433	0.00428	0.00427
21	Magnez [mg Mg/l]	(pomiar rzeczywisty)	8.3125	8.42083	8.50625	8.31875	8.59167
22	Mangan [mg Mn/l]	(pomiar rzeczywisty)	0.18469	0.20302	0.27165	0.28641	0.28217
23	Mętność [NTU]	(pomiar rzeczywisty)	0.48958	0.36042	0.31667	0.37708	0.43542
24	Miedź [mg Cu/l]	(pomiar rzeczywisty)	0.00069	0.00065	0.00113	0.00107	0.00094
25	Molibden [mg Mo/l]	(pomiar rzeczywisty)	0.00088	0.00082	0.00068	0.00069	0.00075
26	Nikiel [mg Ni/l]	(pomiar rzeczywisty)	0.00152	0.0015	0.00174	0.00169	0.00157
27	Potas [mg K/l]	(pomiar rzeczywisty)	8.4125	8.03958	7.33125	7.4375	7.89167
28	Siarczany [mg SO ₄ /l]	(pomiar rzeczywisty)	38.61458	40.77542	44.8625	44.61938	42.24417
29	Stront [mg Sr/l]	(pomiar rzeczywisty)	0.20785	0.213	0.21298	0.21742	0.21869
30	Sód [mg Na/l]	(pomiar rzeczywisty)	17.99375	16.96458	16.41458	16.49792	17.67292
31	SSR [mg/l]	(pomiar rzeczywisty)	435.4375	444.47917	454.875	454.875	457.5
32	Twardość ogólna [mg CaCO ₃ /l]	(pomiar rzeczywisty)	216.54167	221.79167	229.79167	228.97917	228.47917
33	Uran [mg U/l]	(pomiar rzeczywisty)	0.00072	0.00081	0.00075	0.00075	0.00061
34	Wanad [mg V/l]	(pomiar rzeczywisty)	0.00034	0.00035	0.00115	0.00041	0.00042
35	Wapń [mg Ca/l]	(pomiar rzeczywisty)	73.00417	74.94167	77.94583	78.025	77.33542
36	Wodorowęglany [mg HCO ₃ /l]	(pomiar rzeczywisty)	225.72917	232.29167	232.02083	232.02083	235.72917
37	Zasadowość og. [mgCaCO ₃ /l]	(pomiar rzeczywisty)	185.0625	190.41667	190.20833	190.22917	193.20833
38	Żelaz [mg Fe/l]	(pomiar rzeczywisty)	2.84156	3.29833	3.23812	3.65625	3.41458
39	SPCA [mg/l]	(pomiar rzeczywisty)	1.22292	1.47396	1.44271	1.61563	1.6875

Wartosci średnich stężeń (od minimalnych do maksymalnych)	Śr. wart. _{min}					Śr. wart. _{max}
---	--------------------------	--	--	--	--	--------------------------

Tab. 11.2.2. Analiza zmienności procentowej (%) średnich wartości stężeń poszczególnych wskaźników dla metod opróbowania, w odniesieniu do metody referencyjnej RP

Lp.	Wskaźnik fizykochemiczny	źródło danych	METODA OPRÓBOWANIA				
			NP	LF	RP	S	PP
1	Temperatura (teren) [°C]	(pomiar rzeczywisty)	106.25	103.25	100.00	97.35	106.68
2	pH (teren) [-]	(pomiar rzeczywisty)	102.52	102.38	100.00	100.33	100.62
3	Przewodność elektrolityczna w 20°C (PEW) (teren) [µS/cm]	(pomiar rzeczywisty)	95.26	110.57	100.00	99.20	99.13
4	Tlen rozpuszczony (teren) [mg O ₂ /l]	(pomiar rzeczywisty)	161.85	65.68	100.00	101.89	183.17
5	Ogólny węgiel organiczny (TOC) [mgC/l]	(pomiar rzeczywisty)	116.46	112.80	100.00	96.15	103.07
6	Amonowy jon [mg NH ₄ /l]	(pomiar rzeczywisty)	107.98	98.85	100.00	102.96	115.60
7	Antymon [mg Sb/l]	(pomiar rzeczywisty)	120.00	120.00	100.00	100.00	100.00
8	Arsen [mg As/l]	(pomiar rzeczywisty)	93.49	89.94	100.00	103.55	93.49
9	Azotany [mg NO ₃ /l]	(pomiar rzeczywisty)	73.03	76.29	100.00	99.72	83.96
10	Bar [mg Ba/l]	(pomiar rzeczywisty)	83.07	86.90	100.00	100.69	103.88
11	Barwa [mg Pt/l]	(pomiar rzeczywisty)	109.83	89.48	100.00	103.40	113.04
12	Bor [mg B/l]	(pomiar rzeczywisty)	99.14	98.71	100.00	100.43	105.54
13	Chlorki [mg Cl/l]	(pomiar rzeczywisty)	110.84	104.87	100.00	100.35	109.97
14	Cynk [mg Zn/l]	(pomiar rzeczywisty)	76.59	89.29	100.00	76.88	74.80
15	Fluorki [mg F/l]	(pomiar rzeczywisty)	103.76	101.73	100.00	97.70	99.14
16	Glin [mg Al/l]	(pomiar rzeczywisty)	92.21	118.26	100.00	101.53	85.71
17	ChZT [mg/l]	(pomiar rzeczywisty)	95.05	97.09	100.00	95.08	99.66
18	Kobalt [mg Co/l]	(pomiar rzeczywisty)	80.00	80.00	100.00	110.00	100.00
19	Krzemionka [mg SiO ₂ /l]	(pomiar rzeczywisty)	88.66	90.08	100.00	99.39	100.46
20	Lit [mg Li/l]	(pomiar rzeczywisty)	97.92	99.54	100.00	98.85	98.61
21	Magnez [mg Mg/l]	(pomiar rzeczywisty)	97.72	99.00	100.00	97.80	101.00
22	Mangan [mg Mn/l]	(pomiar rzeczywisty)	67.99	74.74	100.00	105.43	103.87
23	Mętność [NTU]	(pomiar rzeczywisty)	154.60	113.82	100.00	119.08	137.50
24	Miedź [mg Cu/l]	(pomiar rzeczywisty)	61.06	57.52	100.00	94.69	83.19
25	Molibden [mg Mo/l]	(pomiar rzeczywisty)	129.41	120.59	100.00	101.47	110.29
26	Nikiel [mg Ni/l]	(pomiar rzeczywisty)	87.36	86.21	100.00	97.13	90.23
27	Potas [mg K/l]	(pomiar rzeczywisty)	114.75	109.66	100.00	101.45	107.64
28	Siarczany [mg SO ₄ /l]	(pomiar rzeczywisty)	86.07	90.89	100.00	99.46	94.16
29	Stront [mg Sr/l]	(pomiar rzeczywisty)	97.59	100.01	100.00	102.08	102.68
30	Sód [mg Na/l]	(pomiar rzeczywisty)	109.62	103.35	100.00	100.51	107.67
31	SSR [mg/l]	(pomiar rzeczywisty)	95.73	97.71	100.00	100.00	100.58
32	Twardość ogólna [mg CaCO ₃ /l]	(pomiar rzeczywisty)	94.23	96.52	100.00	99.65	99.43
33	Uran [mg U/l]	(pomiar rzeczywisty)	96.00	108.00	100.00	100.00	81.33
34	Wanad [mg V/l]	(pomiar rzeczywisty)	29.57	30.43	100.00	35.65	36.52
35	Wapń [mg Ca/l]	(pomiar rzeczywisty)	93.66	96.15	100.00	100.10	99.22
36	Wodorowęglany [mg HCO ₃ /l]	(pomiar rzeczywisty)	97.29	100.12	100.00	100.00	101.60
37	Zasadowość og. [mgCaCO ₃ /l]	(pomiar rzeczywisty)	97.29	100.11	100.00	100.01	101.58
38	Żelazo [mg Fe/l]	(pomiar rzeczywisty)	87.75	101.86	100.00	112.91	105.45
39	SPCA [mg/l]	(pomiar rzeczywisty)	84.77	102.17	100.00	111.99	116.97

W analizie zmienności procentowej (%) średnich wartości stężeń poszczególnych wskaźników dla metod opróbowania, w odniesieniu do metody referencyjnej RP, metoda referencyjna zawsze osiąga wartość 100% = 1. Zidentyfikowana podczas testu zmienność procentowa (%) średnich wartości stężeń poszczególnych wskaźników, wykazują znaczne zróżnicowanie zależne od stosowanej metody, względem metody referencyjnej RP.

- w metodzie NP, w skrajnych przypadkach, zmienność % osiąga wartości od 29,57% RP do 161,85% RP,
- w metodzie LF, w skrajnych przypadkach, zmienność % osiąga wartości od 30,43% RP do 120,59% RP,
- w metodzie S, w skrajnych przypadkach, zmienność % osiąga wartości od 35,65% RP do 119,08% RP,

- w metodzie PP, w skrajnych przypadkach, zmienność % osiąga wartości od 36,52% RP do 183,17% RP.

Na podstawie wyników badań oraz powyższego zestawienia najmniejszymi rozrzutami procentowymi (%) wyników względem metody referencyjnej RP cechuje się metoda S (metoda konwencjonalna - pompowania oczyszczające (wolumetryczne) - pompa ssąca), największe rozrzuty względem metody referencyjnej RP zostały zarejestrowane w metodzie PP (metoda bezpompowa - dyskretne techniki opróbowań „past purging sampling” - rękawowy dyskretny próbnik pasywny HydraSleeve®).

Graficzne zestawienie wyników badań i analiz statystycznych, w formie tabel, diagramów oraz wykresów, zostało zaprezentowane w załączniku 5 „Analizy i obliczenia statystyczne”.

Należy zwrócić uwagę, że rejestrowane wartości stężeń poszczególnych wskaźników nieorganicznych w wodach podziemnych, zależnie od analizowanego wskaźnika, w warunkach naturalnych osiągają różne wartości. W związku z tym, dla wskaźników charakteryzujących się niskimi wartościami stężeń (bardzo często blisko granicy oznaczalności LOQ) zmienność procentowa (%) średnich wartości stężeń w odniesieniu do metody referencyjnej może być spotęgowana.

11.3. Ocena jakościowa stosowanych terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej

Rozszerzone oceny jakościowa i ilościowa zostały przeprowadzone na podstawie oceny precyzji i stabilności stosowanych terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej z wykorzystaniem Współczynnika zmienności CV% (Coefficient of Variation) uzyskanego w modelach GLM. Uzupełnieniem oceny jakościowej jest ocena ilościowa bazująca na analizie procentowej (%) zmienności precyzji i stabilności stosowanych metod prospekcji hydrogeologicznej w odniesieniu do metody referencyjnej RP (na podstawie Współczynnika zmienności CV% uzyskanego w modelach) (Woźniak, 2002; Sobczyk, 2007; Dobson, Barnett, 2008; Karwański, Szczęsny, 2008; Madsen, Thyregod, 2011; Mycielski, Goczek, 2013; EURACHEM 2019; PN-EN ISO 5667-14:2016-11; Wyszomierski, Rojek, 2022a, 2023a).

Współczynnik zmienności CV jest miarą statystyczną i należy do miar rozproszenia cechy, która obrazuje względną zmienność danych w zestawie, niezależnie od jednostek miary. CV wykorzystywany jest do badania stopnia zróżnicowania wartości

zmiennych. Wykorzystuje się go w badaniach populacji, które różnią się od siebie metodami i pozwala na porównanie ich zmienności. Jest bardzo efektywny, gdy porównujemy ze sobą zmienność cech w dwóch lub większej ilości różnych populacji. Współczynnik zmienności pozwala określić rzeczywistą siłę rozproszenia cechy w populacji (Wawrzynek, 2007; Sawant, Mohan, 2011; Banka i in., 2018). Współczynnik zmienności CV jest ilorazem odchylenia standardowego cechy oraz jej średniej arytmetycznej i wyrażany jest w procentach (%):

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} * 100\%$$

gdzie: σ – odchylenie standardowe w populacji,

μ – średnia w populacji.

Wysoka wartość współczynnika interpretowana jest jako duże zróżnicowanie cechy i świadczy o niejednorodności badanej populacji (precyzja i stabilności danej metody jest niska), zaś niska wartość świadczy o małej zmienności cechy i jednorodności badanej populacji (precyzja i stabilności danej metody jest niska) (Wawrzynek, 2007; Baś i in., 2014; Liu, Shuang, 2012).

W zależności od uzyskiwanych wielkości procentowych (%) współczynnika CV, wydziela się 4 klasy zmienności i przyjmuje następującą interpretację: < 25 % – mała zmienność; 25% - 45% – przeciętna zmienność; 45% - 100% – silna zmienność; > 100% - bardzo silna zmienność (Forkman, Johannes, 2009). Analiza i ocena jakościowa precyzji oraz stabilności (jednorodności) stosowanych metod prospekcji hydrogeologicznej, na podstawie modelowego współczynnika zmienności CV% - (model GLM) została zestawiona w formie tabelarycznej (tab. 11.3.1).

Tab. 11.3.1. Ocena jakościowa precyzji i stabilności stosowanych metod prospekcji hydrogeologicznej na podstawie modelowego Współczynnika zmienności CV% - (model GLM)

Polowe oznaczenia „in situ” elementów ogólnych	Lp.	Wskaźnik fizykochemiczny	źródło danych	METODA OPRÓBOWANIA				
				NP	LF	RP	S	PP
Oznaczenia laboratoryjne fizykochemicznych wskaźników nieorganicznych	1	Temperatura (teren) [°C]	(model star. GLM)	4.9856	4.9874	4.9853	4.9853	4.9855
	2	pH (teren) [-]	(model star. GLM)	2.2860	2.2861	2.2860	2.2860	2.2860
	3	Przewodność elektrolityczna w 20°C (PEW) (teren) [µS/cm]	(model star. GLM)	19.2908	19.5275	19.2742	19.2731	19.2721
	4	Tlen rozpuszczony (teren) [mg O ₂ /l]	(model star. GLM)	42.8719	42.6522	43.0565	42.7719	43.1050
	5	Ogólny węgiel organiczny (TOC) [mgC/l]	(model star. GLM)	21.5792	21.0211	20.6482	21.2913	21.1899
	6	Amonowy jon [mg NH ₄ /l]	(model star. GLM)	34.8249	34.9915	34.7846	34.7899	35.6790
	7	Antymon [mg Sb/l]	(model star. GLM)	12.2657	12.2606	12.2665	12.2684	12.2632
	8	Arsen [mg As/l]	(model star. GLM)	13.4744	13.4666	13.4653	13.4619	13.4707
	9	Azotany [mg NO ₃ /l]	(model star. GLM)	28.9662	28.4039	28.4096	28.4153	28.3615
	10	Bar [mg Ba/l]	(model star. GLM)	15.6189	15.6200	15.5968	15.5994	15.6042
	11	Barwa [mg Pt/l]	(model star. GLM)	35.5025	35.4207	35.3354	35.4304	35.4587
	12	Bor [mg B/l]	(model star. GLM)	11.4871	11.4811	11.4859	11.4848	11.4839
	13	Chlorki [mg Cl/l]	(model star. GLM)	11.4728	11.4686	11.4678	11.4695	11.4880
	14	Cynk [mg Zn/l]	(model star. GLM)	45.7935	46.2499	46.4579	46.4450	46.3694
	15	Fluorki [mg F/l]	(model star. GLM)	3.3514	3.3513	3.3512	3.3513	3.3512
	16	Glin [mg Al/l]	(model star. GLM)	78.1739	81.3397	76.1841	79.2367	78.0117
	17	ChZT [mg/l]	(model star. GLM)	30.6886	30.7495	30.6896	30.7351	30.7752
	18	Kobalt [mg Co/l]	(model star. GLM)	33.6228	33.5427	33.5895	33.4965	34.0975
	19	Krzemionka [mg SiO ₂ /l]	(model star. GLM)	16.3566	16.3539	16.3296	16.3291	16.3270
	20	Lit [mg Li/l]	(model star. GLM)	11.2575	11.2451	11.2456	11.2468	11.2499
	21	Magnez [mg Mg/l]	(model star. GLM)	5.6679	5.6666	5.6666	5.6665	5.6681
	22	Mangan [mg Mn/l]	(model star. GLM)	63.8897	65.5922	64.1387	64.0450	65.3575
	23	Mięsność [NTU]	(model star. GLM)	33.9175	33.8223	33.7770	33.8099	34.2393
	24	Miedź [mg Cu/l]	(model star. GLM)	37.5843	37.2689	37.4227	37.4953	37.3079
	25	Molibden [mg Mo/l]	(model star. GLM)	35.6634	35.6522	35.5081	35.4760	35.5489
	26	Nikiel [mg Ni/l]	(model star. GLM)	21.5864	21.5220	21.5763	21.5806	21.5497
	27	Potas [mg K/l]	(model star. GLM)	8.5923	8.5987	8.5912	8.5902	8.5923
	28	Siarczany [mg SO ₄ /l]	(model star. GLM)	15.2445	15.2217	15.2299	15.2378	15.2495
	29	Stront [mg Sr/l]	(model star. GLM)	6.8753	6.8724	6.8723	6.8727	6.8733
	30	Sód [mg Na/l]	(model star. GLM)	12.3007	12.2985	12.3015	12.3027	12.3369
	31	SSR [mg/l]	(model star. GLM)	5.9615	5.9593	5.9594	5.9595	5.9595
	32	Twardość ogólna [mg CaCO ₃ /l]	(model star. GLM)	6.2107	6.2082	6.2084	6.2089	6.2087
	33	Uran [mg U/l]	(model star. GLM)	28.4605	28.4318	28.4397	28.5444	28.3866
	34	Wanad [mg V/l]	(model star. GLM)	66.0560	65.6195	71.9453	65.3696	67.8090
	35	Wapń [mg Ca/l]	(model star. GLM)	6.5949	6.5918	6.5919	6.5926	6.5921
	36	Wodorowęglany [mg HCO ₃ /l]	(model star. GLM)	7.9082	7.9031	7.9023	7.9027	7.9029
	37	Zasadowość og. [mgCaCO ₃ /l]	(model star. GLM)	7.9422	7.9370	7.9361	7.9365	7.9368
	38	Żelazo [mg Fe/l]	(model star. GLM)	65.2613	67.6959	65.3319	65.1858	67.2837
	39	SPCA [mg/l]	(model star. GLM)	43.3688	43.1415	43.7707	43.3330	43.5950

Klasy zmienności:

I	CV<25% - bardzo mała zmienność
II	25%<CV<45% - przeciętna zmienność
III	45%<CV<100% - silna zmienność
IV	CV>100% - bardzo silna zmienność

Analiza zmienności procentowej (%) precyzji i stabilności (jednorodności) stosowanych metod prospekcji hydrogeologicznej, na podstawie modelowego współczynnika zmienności CV% - (model GLM), w odniesieniu do metody referencyjnej RP, została zestawiona w formie tabelarycznej (tab. 11.3.2).

Tab. 11.3.2. Analiza zmienności procentowej (%) precyzji i stabilności stosowanych metod prospekcji hydrogeologicznej na podstawie modelowego Współczynnika zmienności CV% - (model GLM), w odniesieniu do metody referencyjnej RP

Lp.	Wskaźnik fizykochemiczny	źródło danych	METODA OPRÓBOWANIA					
			NP	LF	RP	S	PP	
Polowe oznaczenia „in situ” elementów ogólnych	1	Temperatura (teren) [°C]	(model star. GLM)	100.01	100.04	100.00	100.00	100.00
	2	pH (teren) [-]	(model star. GLM)	100.00	100.01	100.00	100.00	100.00
	3	Przewodność elektrolityczna w 20°C (PEW) (teren) [μS/cm]	(model star. GLM)	100.09	101.31	100.00	99.99	99.99
	4	Tlen rozpuszczony (teren) [mg O ₂ /l]	(model star. GLM)	99.57	99.06	100.00	99.34	100.11
Oznaczenia laboratoryjne fizykochemicznych wskaźników nieorganicznych	5	Ogólny węgiel organiczny (TOC) [mgC/l]	(model star. GLM)	104.51	101.81	100.00	103.11	102.62
	6	Amonowy jon [mg NH ₄ /l]	(model star. GLM)	100.12	100.59	100.00	100.02	102.57
	7	Antymon [mg Sb/l]	(model star. GLM)	99.99	99.95	100.00	100.02	99.97
	8	Arsen [mg As/l]	(model star. GLM)	100.07	100.01	100.00	99.97	100.04
	9	Azotany [mg NO ₃ /l]	(model star. GLM)	101.96	99.98	100.00	100.02	99.83
	10	Bar [mg Ba/l]	(model star. GLM)	100.14	100.15	100.00	100.02	100.05
	11	Barwa [mg Pt/l]	(model star. GLM)	100.47	100.24	100.00	100.27	100.35
	12	Bor [mg B/l]	(model star. GLM)	100.01	99.96	100.00	99.99	99.98
	13	Chlorki [mg Cl/l]	(model star. GLM)	100.04	100.01	100.00	100.01	100.18
	14	Cynk [mg Zn/l]	(model star. GLM)	98.57	99.55	100.00	99.97	99.81
	15	Fluorki [mg F/l]	(model star. GLM)	100.01	100.00	100.00	100.00	100.00
	16	Glin [mg Al/l]	(model star. GLM)	102.61	106.77	100.00	104.01	102.40
	17	ChZT [mg/l]	(model star. GLM)	100.00	100.20	100.00	100.15	100.28
	18	Kobalt [mg Co/l]	(model star. GLM)	100.10	99.86	100.00	99.72	101.51
	19	Krzemionka [mg SiO ₂ /l]	(model star. GLM)	100.17	100.15	100.00	100.00	99.98
	20	Lit [mg Li/l]	(model star. GLM)	100.11	100.00	100.00	100.01	100.04
	21	Magnez [mg Mg/l]	(model star. GLM)	100.02	100.00	100.00	100.00	100.03
	22	Mangan [mg Mn/l]	(model star. GLM)	99.61	102.28	100.00	99.85	101.90
	23	Mętność [NTU]	(model star. GLM)	100.42	100.13	100.00	100.10	101.37
	24	Miedź [mg Cu/l]	(model star. GLM)	100.43	99.59	100.00	100.19	99.69
	25	Molibden [mg Mo/l]	(model star. GLM)	100.44	100.41	100.00	99.91	100.11
	26	Nikiel [mg Ni/l]	(model star. GLM)	100.05	99.75	100.00	100.02	99.88
	27	Potas [mg K/l]	(model star. GLM)	100.01	100.09	100.00	99.99	100.01
	28	Siarczany [mg SO ₄ /l]	(model star. GLM)	100.10	99.95	100.00	100.05	100.13
	29	Stront [mg Sr/l]	(model star. GLM)	100.04	100.00	100.00	100.01	100.01
	30	Sód [mg Na/l]	(model star. GLM)	99.99	99.98	100.00	100.01	100.29
	31	SSR [mg/l]	(model star. GLM)	100.04	100.00	100.00	100.00	100.00
	32	Twardość ogólna [mg CaCO ₃ /l]	(model star. GLM)	100.04	100.00	100.00	100.01	100.01
	33	Uran [mg U/l]	(model star. GLM)	100.07	99.97	100.00	100.37	99.81
	34	Wanad [mg V/l]	(model star. GLM)	91.81	91.21	100.00	90.86	94.25
	35	Wapń [mg Ca/l]	(model star. GLM)	100.05	100.00	100.00	100.01	100.00
	36	Wodorowęglany [mg HCO ₃ /l]	(model star. GLM)	100.08	100.01	100.00	100.01	100.01
	37	Zasadowość og. [mg CaCO ₃ /l]	(model star. GLM)	100.08	100.01	100.00	100.00	100.01
	38	Żelazo [mg Fe/l]	(model star. GLM)	99.89	103.62	100.00	99.78	102.99
	39	SPCA [mg/l]	(model star. GLM)	99.08	98.56	100.00	99.00	99.60

W analizie zmienności procentowej (%) precyzji i stabilności stosowanych metod prospekcji hydrogeologicznej na podstawie modelowego współczynnika zmienności CV% - (model GLM), w odniesieniu do metody referencyjnej RP, metoda referencyjna zawsze osiąga wartość 100% = 1.

Zidentyfikowane podczas testu zmienności % precyzji i stabilności stosowanych metod prospekcji hydrogeologicznej na podstawie modelowego współczynnika zmienności CV% - (model GLM), w odniesieniu do metody referencyjnej RP. Zmienność

procentowa (%) średnich wartości stężeń poszczególnych wskaźników, wykazuje niewielkie zróżnicowanie we wszystkich testowanych metodach, względem metody referencyjnej RP:

- w metodzie NP, w skrajnych przypadkach, zmienność % osiąga wartości od 91,81% RP do 104,51% RP,
- w metodzie LF, w skrajnych przypadkach, zmienność % osiąga wartości od 91,21% RP do 106,77% RP,
- w metodzie S, w skrajnych przypadkach, zmienność % osiąga wartości od 90,86% RP do 104,01% RP,
- w metodzie PP, w skrajnych przypadkach, zmienność % osiąga wartości od 94,25% RP do 102,99% RP.

Zidentyfikowane różnice wartości współczynnika zmienności CV, pomiędzy metodami, w obrębie danego analizowanego wskaźnika, świadczą o tym że wiarygodność stosowanych metod opróbowania jest bardzo podobna i nie ma podstaw odrzucenia lub preferencji poszczególnych metod. Świadczą o tym klasy zmienności (tab. 11.3.1) i jest to pomysł rangowania dedykowany i sprawdzony dla większej populacji bez konieczności indywidualnej analizy. Istotne różnice pomiędzy testowanymi metodami opróbowania, charakteryzowałyby się migracją pomiędzy klasami (wyniki osiągałyby różne/odmienne klasy CV). Mała zmienność w obrębie klas pozwala na precyzyjne monitorowanie i kontrolowanie jakości pobierania próbek dla poszczególnych metod. Różnice wewnątrz klas, można traktować jako naturalne fluktuacje (Liu, Shuang, 2012). Migracja pomiędzy klasami może być wykorzystywana do budowy systemu wczesnego ostrzegania o zmianach jakości próbek. Dla wskaźników gdzie, CV jest większe niż 45%, należy do klasy III i IV (cynk, glin, mangan, wanad, żelazo), zaleca się częstsze monitorowanie danego wskaźnika (Karwański, Szczęsny, 2008). Po uzyskaniu danych z odpowiednich szeregów czasowych i zebraniu niezbędnej populacji, możliwe będzie zbudowanie odpowiedniego modelu matematycznego, opartego na macierzy migracji (Grzybowska, Karwański, 2014; Karwański, 2023).

Graficzne zestawienie wyników badań i analiz statystycznych, w formie tabel, diagramów oraz wykresów, zostało zaprezentowane w załączniku 5 „Analizy i obliczenia statystyczne”.

11.4. Analiza Post-Hoc - test HSD Tukey'a (analiza istotnych różnic)

Analiza uzupełniająca Post-Hoc to szereg testów statystycznych, wykonywanych po przeprowadzeniu testu analizy wariancji ANOVA. Gdy analiza wariancji ANOVA wykazała, że istnieją jakieś różnice między grupami, zarówno różnice ilościowe, jak i jakościowe, testy te służą do wykrywania konkretnych różnic między grupami. W analizie terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej, jako grupę należy rozumieć testowaną metodę opróbowania wód podziemnych (Bordens, Abbott, 2008; Howell, 2010). Badając kilka hipotez musimy pamiętać, że strategia polegająca na poszukiwaniu zależności tak długo aż się ją znajdzie, prowadzi do sprzeczności wewnątrz teorii statystycznej. Testy istotności służące do weryfikacji hipotez budowane są w oparciu o założenie, że testujemy jedną konkretną hipotezę. Prawdopodobieństwo, że przyjmiemy hipotezę błędną jest niezerowe i nosi nazwę testu mocy. Przy testowaniu jednej hipotezy moc jest kontrolowana, wykonując wiele testów jednoczesnych zwiększamy w istotny sposób moc, a co za tym idzie prawdopodobieństwo pomyłki (Howell, 2010).

Spośród różnych procedur testów wielokrotnych, najbardziej skuteczny jest test Honestly Significant Difference („Uczciwie Istotna Różnica”) Tukey'a - test HSD Tukey'a (Midway i in., 2020;). Test ten jest narzędziem statystycznym, pozwalającym określić, czy istnieje związek pomiędzy różnymi poziomami czynników ryzyka wpływających na pomiar. Inaczej mówiąc, czy związek jest dostatecznie silny z punktu widzenia prawdopodobieństwa, że zaobserwowana zmiana liczbowa wartości pomiaru jest przyczynowo związana z zaobserwowaną zmianą czynnika ryzyka wpływającego na pomiar (Hervé, Lynne, 2010). W niniejszym opracowaniu badany jest czynnik, wpływu stosowania różnych metod opróbowania na wynik analizy składu chemicznego wód podziemnych w badanych próbkach.

Aby uzyskać pewność, że związek pomiaru i czynnika ryzyka (stosowanej metody opróbowania na pomiar) w analizowanych modelach regresji jest silny, zastosowano metodę Tukey'a. Pozwala ona oszacować przedziały ufności dla wszystkich różnic między parami poziomu czynnika w warunkach kontrolowania współczynnika błędów rodziny testów do określonego poziomu. Konieczne jest dokładne oszacowanie współczynnika błędu wspólnego podczas dokonywania wielokrotnych porównań ze względu na to, że ryzyko popełnienia błędu w serii porównań jest większe niż poziom błędu dla dowolnego

pojedynczego porównania. Metoda HSD Tukey'a pozwala obliczyć i zredukować poziom ufności dla wszystkich indywidualnych porównań, które dają współczynnik błędu wspólnego (Bogert, Healey, Tukey, 1963; Nanda i in., 2021;). Tym samym, wyniki testu umożliwiają wskazanie czy występują „istotne różnice” pomiędzy testowanymi metodami opróbowania w odniesieniu do analizowanego wskaźnika. Wyniki Testu HSD Tukey'a są powszechnie prezentowane w formie graficznej - wykresy słupkowe (Howell, 2010). Taka forma pozwala w najprostszy sposób identyfikować istotne różnice pomiędzy analizowanymi grupami (metodami opróbowania) oraz wskazać grupy, które nie różnią się znacząco względem siebie.

Wyniki (wykresy) testu HSD „istotnych różnic” statystycznych pomiędzy testowanymi metodami opróbowania, autor zestawia z wykresami modelowych (GLM) średnich wartości stężeń (dystrybucji) analizowanego wskaźnika uwzględniających „confounding factors” (czynniki zmienne zakłócające). Graficzne zestawienie wykresów pozwala wskazać „istotne różnice” pomiędzy testowanymi metodami opróbowania i wnioskować o ich wpływie na analizowane wskaźniki. W interpretacji wyników testu HSD Tukey'a, najczęściej stosuje się wykresy słupkowe oznaczone różnymi kolorami. Na osi pionowej zaznaczane są testowane grupy (w tym przypadku metody opróbowania), wykresy (słupki) o tym samym kolorze wskazują grupy, które nie różnią się statystycznie. Grupy o tym samym kolorze są uważane za nieistotnie różne.

Zestawienia wraz z komentarzem są prezentowane zgodnie z kolejnością odpowiadającą zestawieniom tabelarycznym analizowanych wskaźników w ocenie ilościowej i jakościowej stosowanych terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej (rozd. 11.2. i rozdz. 11.3.). W pierwszej kolejności są analizowane polowe oznaczenia „in situ” elementów ogólnych, następnie oznaczenia laboratoryjne fizykochemicznych wskaźników nieorganicznych w kolejności alfabetycznej (fig. 11.4.1 – 11.4.39).

Polowe oznaczenia „in situ” wskaźników ogólnych:

Temperatura (teren) [°C]

W analizie temperatury próbek wód podziemnych, testowane metody wykazują istotne różnice między sobą (fig. 11.4.1). Tylko metody bezpompowe NP i PP (słupki czerwony) nie różnią się znacząco względem siebie i osiągają najwyższe wartości temperatury próbki wody (średnio o 1,1-1,2°C względem metody o najniższych

wartościach). Wyniki te wskazują na małą odporność i podatność na warunki zewnętrzne (test w okresie letnim). Metoda LF „low flow” (słupek niebieski) wykazuje niższą, niż metody konwencjonalne, odporność i podatność na warunki zewnętrzne. Metody konwencjonalne charakteryzują się najwyższą odpornością na warunki zewnętrzne, rejestrowane wartości są niższe niż w metodach LF i NP oraz PP. Podwyższone wartości temperatury w metodzie RP (słupek zielony) (średnio o 0,4°C) względem metody S (słupek brązowy), wiązane są z wpływem obróbki termicznej przez pompę, która jest chłodzona badaną próbką wody oraz efektem kawitacji wynikającym z pracy wirnika i tłoczni próbki wody na powierzchnię przewodem tłocznym. Za najbardziej wiarygodne należy uznać pomiary temperatury z metody opróbowania dającej najniższe wyniki.

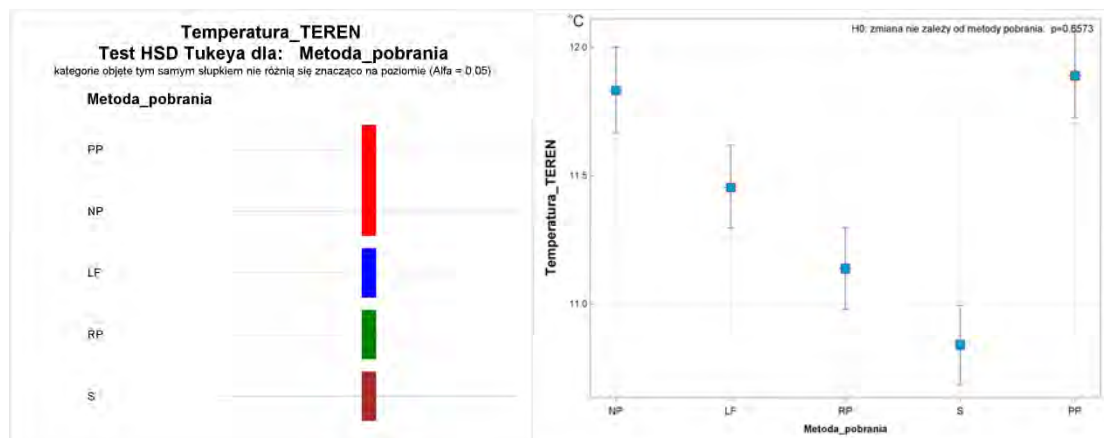


Fig. 11.4.1. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości – dystrybucji temperatury

pH (teren) [-]

W analizie pH [-] w testowanych metodach zaznaczają się 2 grupy o istotnych różnicach między sobą. W pierwszej grupie znajdują się metody NP i LF, w drugiej RP, S i PP (fig. 11.4.2). Grupa pierwsza (słupek czerwony) to metody nie wymagające długotrwałych pompowań oczyszczających, zaś druga grupa (słupek niebieski) to metody, w których pobór próbki wody odbywa się przeprowadzeniu pompowań oczyszczających i wymianie minimum 3 objętości słupa wody w otworze. W przeprowadzonej analizie, zarysowuje się istotny wpływ efektu pompowań oczyszczających oraz zmiany warunków hydrodynamicznych wywołanych pompowaniem otworu. Metody NP i LF charakteryzują się wyższymi wartościami pH, niż metody RP, S i PP. Rejestrowane różnice mogą być związane z ryzykiem pobrania wody stagnującej w otworze.

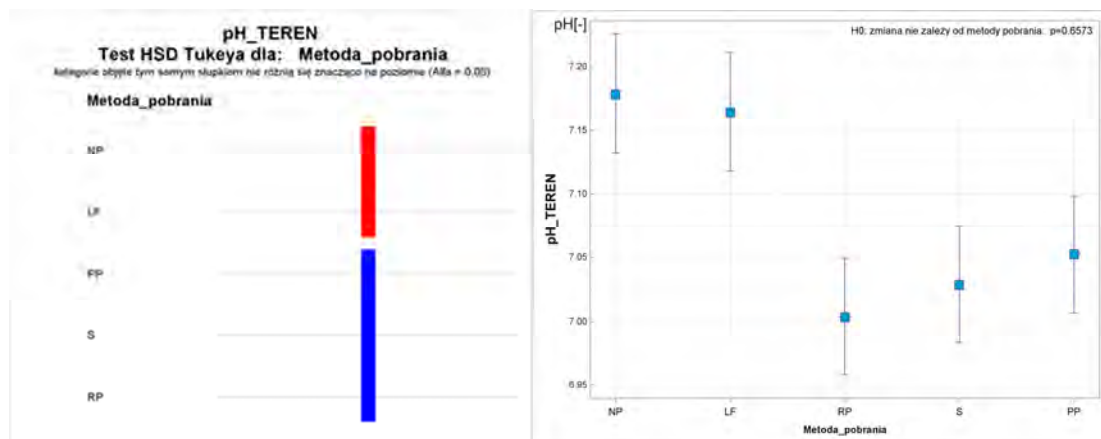


Fig. 11.4.2. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji pH

Przewodność elektrolityczna właściwa (PEW teren) [$\mu\text{S}/\text{cm}$]

W analizie PEW w testowanych metodach zaznaczają się 2 grupy o istotnych różnicach między sobą. W pierwszej grupie znajdują się metody NP, RP, S i PP (słupek niebieski), a do drugiej grupy należy metoda LF (słupek czerwony) charakteryzująca się wyraźnie wyższymi średnimi wartościami PEW (fig. 11.4.3). Przewodność elektrolityczna właściwa jest jednocześnie traktowana jako wskaźnik mineralizacji. Zwiększona mineralizacja w grupie próbek pobranych metodą LF może być związana z poborem wód podziemnych pochodzących z bezpośredniego strumienia przepływu wód podziemnych w strefie zafiltrowania, pobór próbek odbywa się w stałym przepływie laminarnym i tym samym próbki w tej metodzie nie zostały poddane obróbce mechanicznej i nie obserwuje się fazy odmieszania próbki. W grupach próbek pobranych metodami NP, RP, S i PP nie zostały zidentyfikowane istotne różnice między wskazanymi metodami. W przypadku metod bezpompowych niższe PEW niż metodzie LF może być związane z możliwością pobrania próbek z domieszką wód stagnujących w otworze, natomiast w metodach konwencjonalnych (RP, S) może być związane z obróbką termiczną próbki, nagłymi zmianami ciśnienia i odgazowaniem próbki. W trakcie tego procesu mogą powstawać fazy z odmieszania i może dochodzić do selektywnego wytrącaniem faz mineralnych z wód podziemnych. Za najbardziej wiarygodne należy uznać pomiary PEW z metody opróbowania dającej najwyższe wyniki.

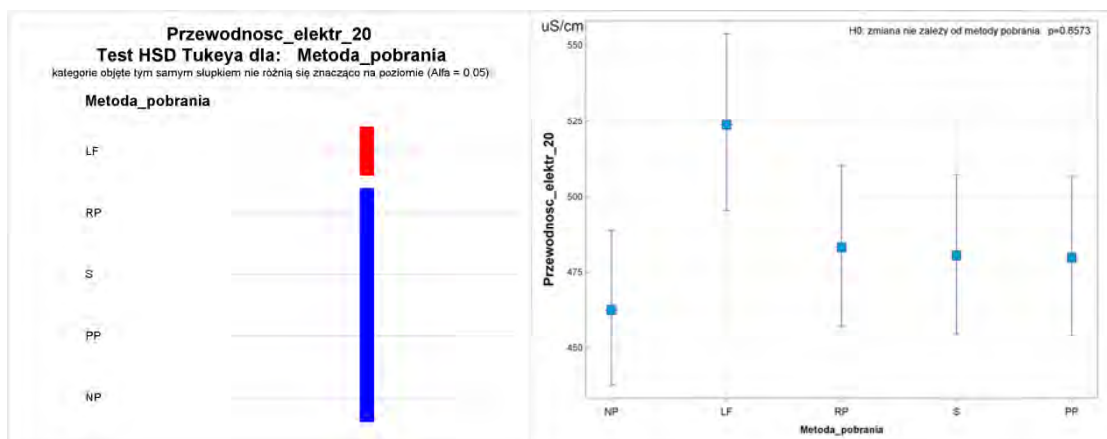


Fig. 11.4.3. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji przewodności elektrolitycznej właściwej (PEW teren)

Tlen rozpuszczony w wodzie (teren) [mg O₂/l]

W analizie tlenu rozpuszczonego w wodach podziemnych testowane metody wykazują istotne różnice między sobą (fig. 11.4.4). Tylko metody konwencjonalne RP i S (słupki zielony) nie różnią się znacząco względem siebie. Metoda LF „low flow” (słupki brązowy) wykazuje niższe, niż metody konwencjonalne rejestrowane stężenia tlenu, przy najniższych wartościach współczynnika zmienności CV% (świadczy to o największej jednorodności próbek pobranych tą metodą). Nieznacznie podwyższone wartości analizowanego wskaźnika w metodach klasycznych mogą wynikać z przepływu w pełni turbulentnego podczas opróbowania, znaczących zmian ciśnień i efektu kawitacji wpływającego na rozpuszczalność gazów w analizowanych próbkach wód podziemnych. W metodach konwencjonalnych RP i S zachodzi również ryzyko odgazowania próbki. Znacząco wyższe wartości tlenu rozpuszczonego są identyfikowane w metodach bezpompowych NP (słupki niebieski) i PP (słupki czerwony). Wartości te mogą wynikać z błędów pomiarowych wynikających z małej objętości próbki i konieczności wykonania oznaczeń w małym naczynku pomiarowym. Podczas napełniania naczynka pomiarowego i prowadzenia pomiaru, może dochodzić do natlenienia próbki tlenem z atmosfery.

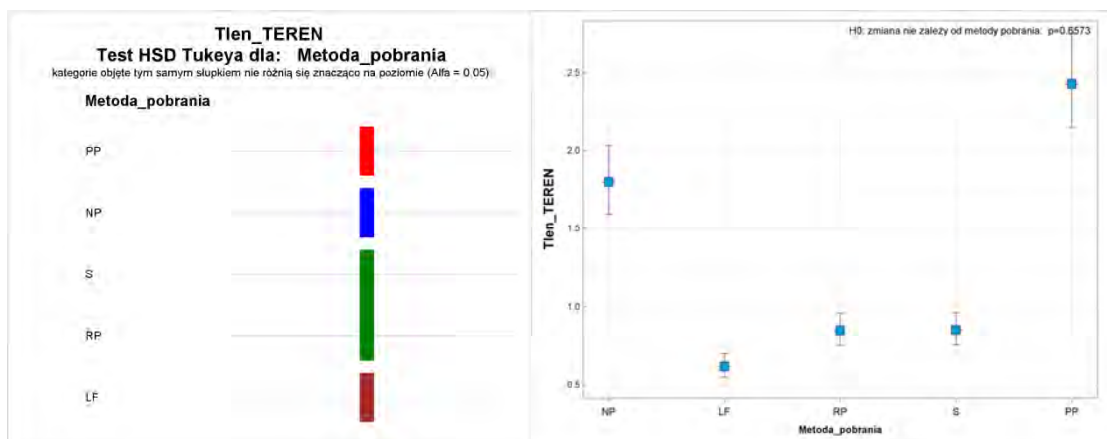


Fig. 11.4.4. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji tlenu rozpuszczonego w wodzie (teren)

Oznaczenia laboratoryjne fizykochemicznych wskaźników nieorganicznych :

Ogólny węgiel organiczny (TOC) [mg C/l] (jako element ogólny oznaczany w laboratorium stacjonarnym)

W analizie ogólnego węgla organicznego (TOC) w wodach podziemnych w testowanych metodach zaznaczają się 2 grupy o istotnych różnicach między sobą (fig. 11.4.5). W pierwszej grupie znajdują się metody NP, LF, RP i S (słupek czerwony), a do drugiej grupy należą metody NP, RP, S oraz PP (słupek niebieski). W obrębie 2 wskazanych grup istotne statystycznie różnice nie występują. Najniższymi stężeniami charakteryzuje się metoda wolnego przepływu LF, gdzie próbka wody pobierana jest bezpośrednio ze strumienia wód podziemnych w strefie zafiltrowania. Wyższe wartości stężeń w metodach bezpompowych mogą być związane z kumulacją materii organicznej w wodzie stagnującej. W metodach konwencjonalnych, szczególnie w przypadku wód pierwszego poziomu wodonośnego, istotne znaczenie ma również warstwa i rodzaj gleby w nadkładzie warstwy wodonośnej, białka oraz działalnością mikroorganizmów, gdzie dochodzi do kumulacji związków ogólnego węgla organicznego. W drodze intensywnych pompowań, wytworzony lej depresji może przyczynić się do migracji omawianych związków w głąb warstwy wodonośnej. Dość duże wahania naturalnych stężeń oraz występowanie dużej populacji próbek ze stężeniami bliskimi granicy oznaczalności (LOQ) mogą maskować zmienność techniczną, czego efektem są „zazębiające się” stężenia oznaczanego wskaźnika przy występowaniu „istotnych różnic”.

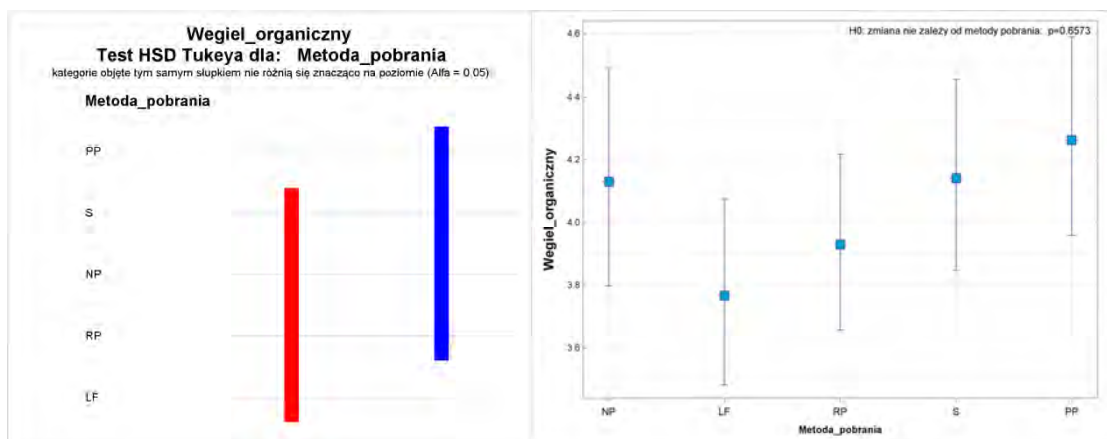


Fig. 11.4.5. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji ogólnego węgla organicznego (TOC)

Amonowy jon [mg NH₄/l]

W analizie jonu amonowego w testowanych metodach zaznaczają się 2 grupy o istotnych różnicach między zidentyfikowanymi grupami. W pierwszej grupie znajdują się metody NP, LF, RP i S (słupki niebieski), pomiędzy którymi „istotne różnice” nie występują, natomiast do drugiej grupy należy metoda PP (słupki czerwony) charakteryzująca się wyraźnie wyższymi średnimi wartościami stężeń omawianego wskaźnika (fig. 11.4.6). Wyższe stężenia jonu amonowego w próbkach pobranych metodą PP, mogą wynikać z migracji analizowanego wskaźnika z powierzchni terenu w głąb wód podziemnych w związku z intensywnymi pompowaniami metodami konwencjonalnymi, poprzedzającymi opróbowanie metodą PP oraz brakiem obróbki mechanicznej i termicznej próbki, w trakcie której jon amonowy może przechodzić w inne formy występowania azotu (azotyny następnie azotany).

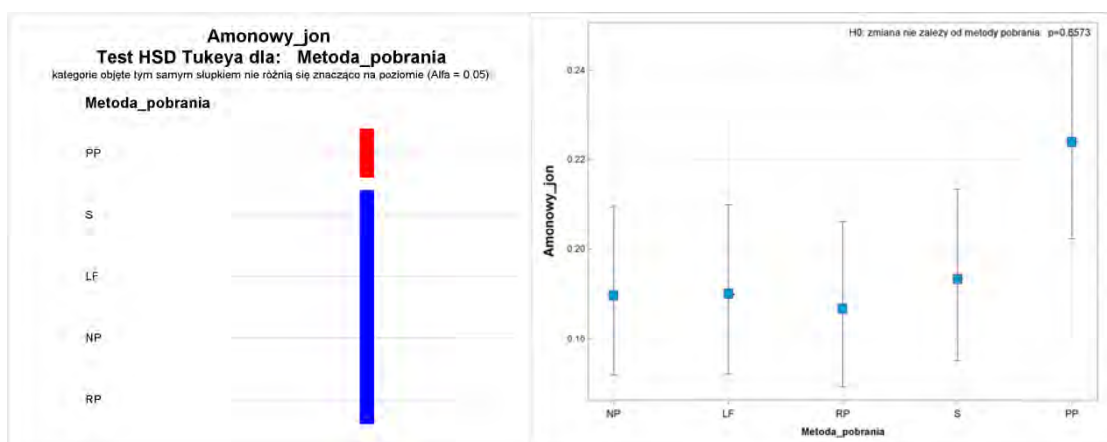


Fig. 11.4.6. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji jonu amonowego

Antymon [mg Sb/l]

W analizie antymonu w testowanych metodach nie zostały zidentyfikowane „istotne różnice”, tym samym wyniki opróbowania wszystkimi testowanymi metodami (między grupami) nie różnią się znacząco względem siebie (czerwony słupek) (fig. 11.4.7). W zawiązku z powyższym, można stwierdzić, że metoda pobrania próbek wód podziemnych do oznaczeń antymonu, nie ma wpływu na wiarygodność i wyniki badań.

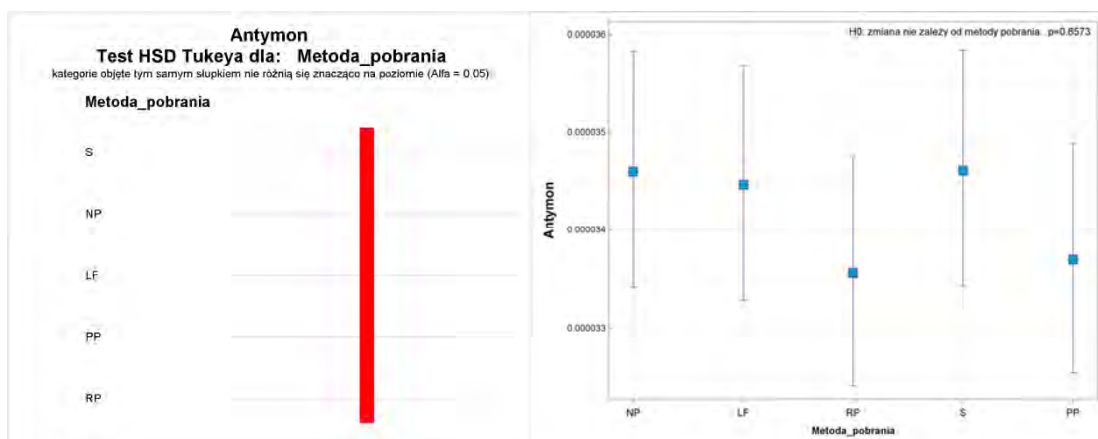


Fig. 11.4.7. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji antymonu

Arsen [mg As/l]

W analizie arsenu w testowanych metodach zaznaczają się 3 grupy o istotnych różnicach między zidentyfikowanymi grupami (fig. 11.4.8). W pierwszej grupie znajdują się metody NP, RP, PP (słupek czerwony) pomiędzy którymi „istotne różnice” nie występują, do drugiej grupy należą metody RP, S, PP (słupek niebieski) charakteryzujące się w przypadku metod RP i S wyższymi wartościami średnich stężeń omawianego wskaźnika. W trzeciej grupie statystycznej analizowanych metod prospekcji hydrogeologicznej znajdują się metody bezpompowe oraz wolnego przepływu NP, LF oraz PP (słupek zielony). Wydzielenie 3 grup statystycznych wynika z niepewności oznaczeń laboratoryjnych w wysokości 25% oraz niskich wartości stężeń arsenu w oznaczanych próbkach. Analizując wykresy należy zwrócić uwagę na wyraźnie podwyższone wartości stężeń dla metod konwencjonalnych, które mogą być związane z obróbką mechaniczną, termiczną oraz zmianą ciśnień w trakcie opróbowania. Wymienione czynniki mogą przyczyniać się do zwiększenia rozpuszczalności arsenu i identyfikacji w próbkach podwyższonych stężeń.

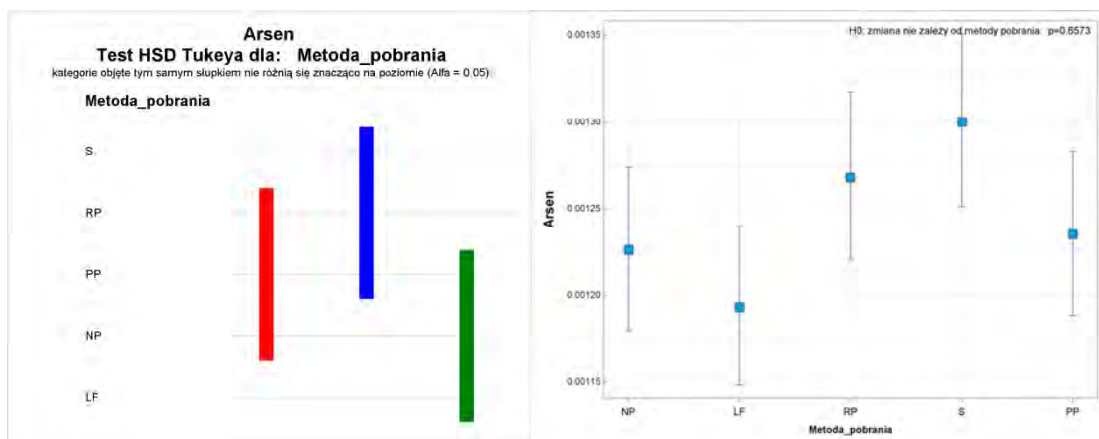


Fig. 11.4.8. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji arsenu

Azotany [mg NO₃/l]

W analizie azotanów w testowanych metodach zaznaczają się 2 grupy o istotnych różnicach między zidentyfikowanymi grupami (fig. 11.4.9). W pierwszej grupie znajdują się metody NP, LF, PP (słupek czerwony) pomiędzy którymi „istotne różnice” nie występują, natomiast do drugiej grupy należą metody NP, LF, RP i S (słupek niebieski). Wyraźnie wyższe wartości średnich stężeń azotanów zostały zarejestrowane w metodach RP i S. Wyższe stężenia azotanów w próbkach wód podziemnych, mogą wynikać z migracji analizowanego wskaźnika z powierzchni terenu w głąb wód podziemnych na drodze intensywnych pompowań metodami konwencjonalnymi obróbką mechaniczną i termiczną próbek. Podwyższenie średnich stężeń azotanów w metodach RP i S może wynikać ze zmian zachodzących w trakcie pompowań i przejścia jonu amonowego w postać azotanów.

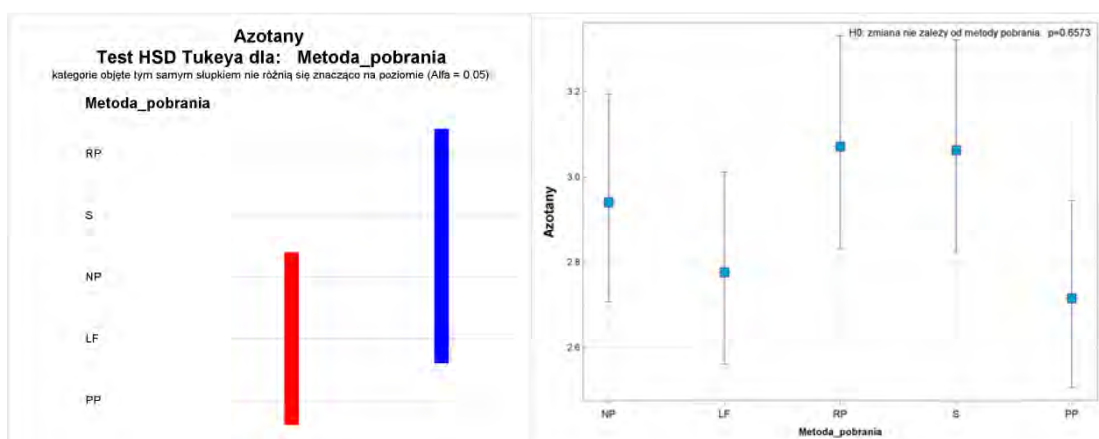


Fig. 11.4.9. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji azotanów

Bar [mg Ba/l]

W analizie średnich stężeń baru w testowanych metodach zaznaczają się 2 grupy o istotnych różnicach między zidentyfikowanymi grupami (fig. 11.4.10). W pierwszej grupie znajdują się metody NP, LF (słupek niebieski) pomiędzy którymi „istotne różnice” nie występują, natomiast do drugiej grupy należą metody RP, S i PP (słupek czerwony). Wyraźnie wyższe wartości średnich stężeń baru w drugiej grupie metod opróbowań mogą być powiązane z etapem pompowań oczyszczających i dopływem wód nieutlenionych do otworu. W metodach NP oraz LF istnieje ryzyko pobrania próbek z wód stagnujących w otworze, w których związek baru uległ utlenieniu do tlenku baru BaO, który reagując z wodą ulega strąceniu i przejściu w fazę stałą wodorotlenku baru Ba(OH)₂.

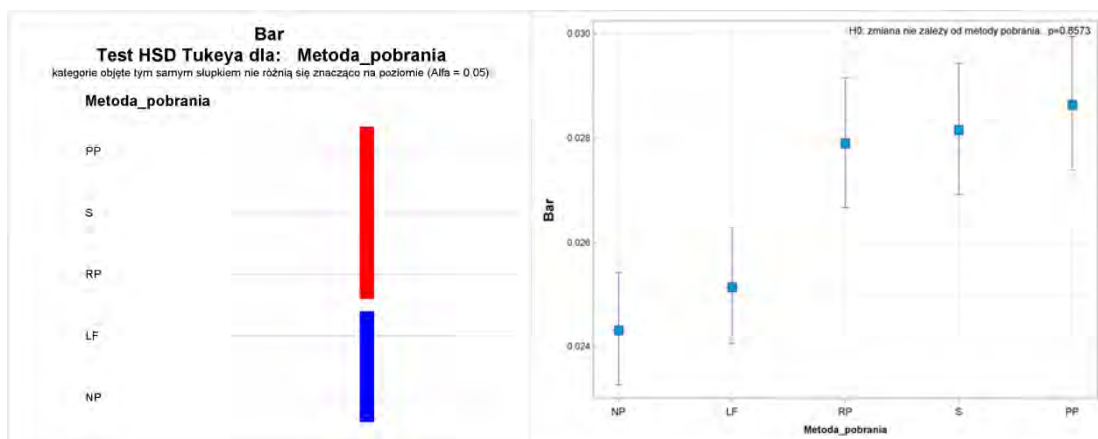


Fig. 11.4.10. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji baru

Barwa [mg Pt/l]

W analizie barwy wód podziemnych w testowanych metodach zaznaczają się 2 grupy o istotnych różnicach między zidentyfikowanymi grupami (fig. 11.4.11.). W pierwszej grupie znajdują się metody NP, LF (słupek czerwony) pomiędzy którymi „istotne różnice” nie występują, natomiast do drugiej grupy należą metody RP, S i PP (słupek niebieski). Wyraźnie wyższe wartości barwy zostały zarejestrowane w drugiej zidentyfikowanej grupie metod opróbowań, w których pobór próbek następuje po przeprowadzeniu pompowań oczyszczających. Wyższe wartości barwy w próbkach wód podziemnych, mogą wynikać z obecności większej ilości substancji rozpuszczonych zmieniających naturalną barwę. Na zmianę barwy najczęściej wpływają: substancje humusowe - związki organiczne w glebie oraz związki żelaza i manganu. W metodach

NP oraz LF istnieje ryzyko pobrania próbek z wód stagnujących w otworze, w których związki wpływające na zmianę barwy przeszły w fazę stałą w postaci osadu.

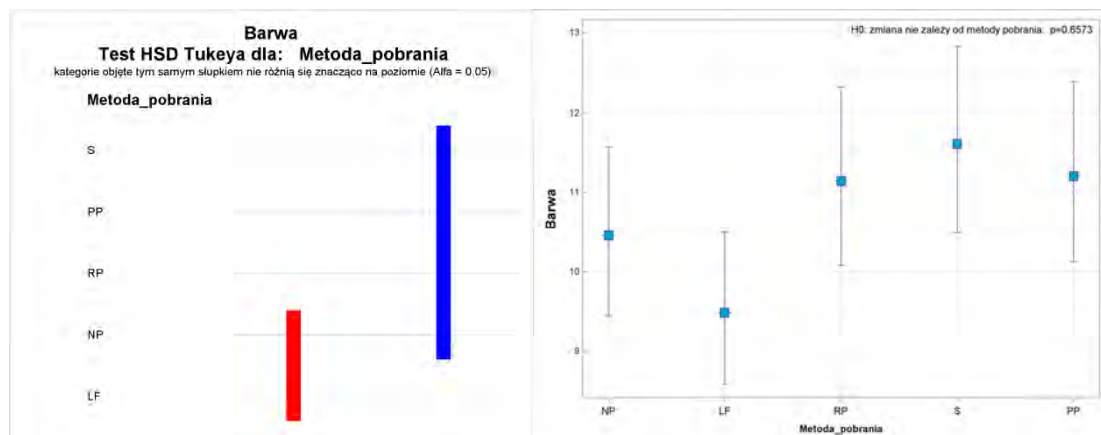


Fig. 11.4.11. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji barwy

Bor [mg B/l]

W analizie boru w testowanych metodach nie zostały zidentyfikowane „istotne różnice” (fig. 11.4.12). Tym samym wyniki opróbowania wszystkimi testowanymi metodami (między grupami) nie różnią się znacząco względem siebie (słupki czerwony). W związku z powyższym, w ujęciu statystycznym, można stwierdzić, że metoda pobrania próbek wód podziemnych do oznaczeń antymonu, nie ma wpływu na wiarygodność i wyniki badań.

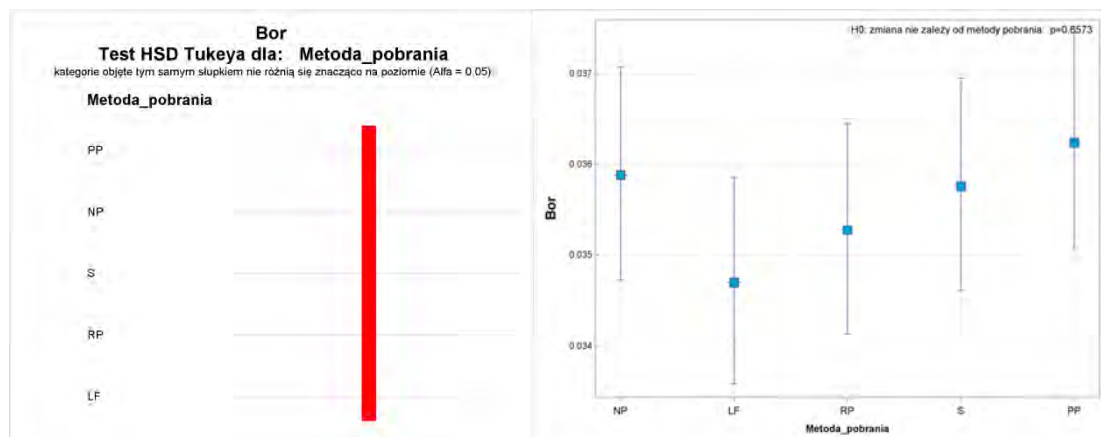


Fig. 11.4.12. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji boru

Chlorki [mg Cl/l]

W analizie chlorków w testowanych metodach zaznaczają się 3 grupy o istotnych różnicach między zidentyfikowanymi grupami (fig. 11.4.13). W pierwszej grupie znajdują się metody NP, LF (słupek czerwony) pomiędzy którymi „istotne różnice” nie występują, do drugiej grupy należą metody NP, PP (słupek niebieski) charakteryzujące się najwyższymi wartościami średnich stężeń omawianego wskaźnika. W trzeciej grupie statystycznej analizowanych metod prospekcji hydrogeologicznej znajdują się metody konwencjonalne RP, S oraz metody wolnego przepływu oraz LF (słupek zielony). Wydzielenie 3 grup statystycznych wynika z niepewności oznaczeń laboratoryjnych oraz niewielkich różnic stężeń pomiędzy metodami i zająbującymi się wartościami uzyskanymi pomiędzy metodami bezpompowymi a metodą LF, z którą zająbują się metody klasyczne. Analizując wykresy należy zwrócić uwagę na wyraźnie podwyższone wartości stężeń dla metod NP i PP, gdzie istnieje ryzyko pobrania próbek z wód stagnujących w otworze i związanej z tym koncentracji chlorków. W przypadku metod konwencjonalnych, identyfikowane średnie stężenia odpowiadają średniej w zlewni punktu, ze względu na obszar pochodzenia próbki wody.

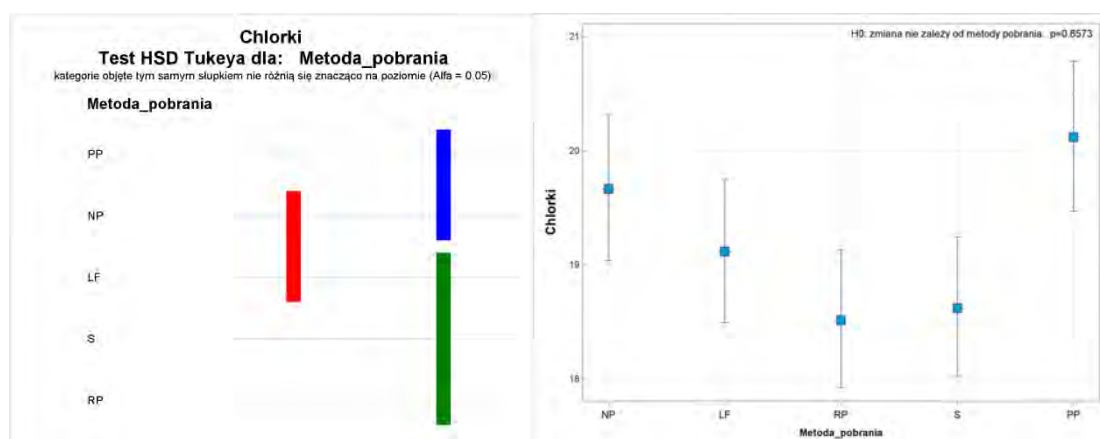


Fig. 11.4.13. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji chlorków

Cynk [mg Zn/l]

W analizie cynku w testowanych metodach zaznaczają się 3 grupy o istotnych różnicach między nimi (fig. 11.4.14.). W pierwszej grupie znajdują się metody NP, LF, PP (słupek zielony) pomiędzy którymi „istotne różnice” nie występują, do drugiej grupy należą próbki pobrane metodą S (słupek niebieski). W trzeciej grupie statystycznej analizowanych metod prospekcji hydrogeologicznej znalazły się próbki pobrane metodą RP (słupek czerwony), charakteryzujące się najwyższymi wartościami średnich stężeń omawianego wskaźnika,

które mogą wynikać z intensywnej obróbki mechanicznej próbek, gwałtownych zmian ciśnień i odgazowania próbki oraz współwystępującego efektu kawitacji.

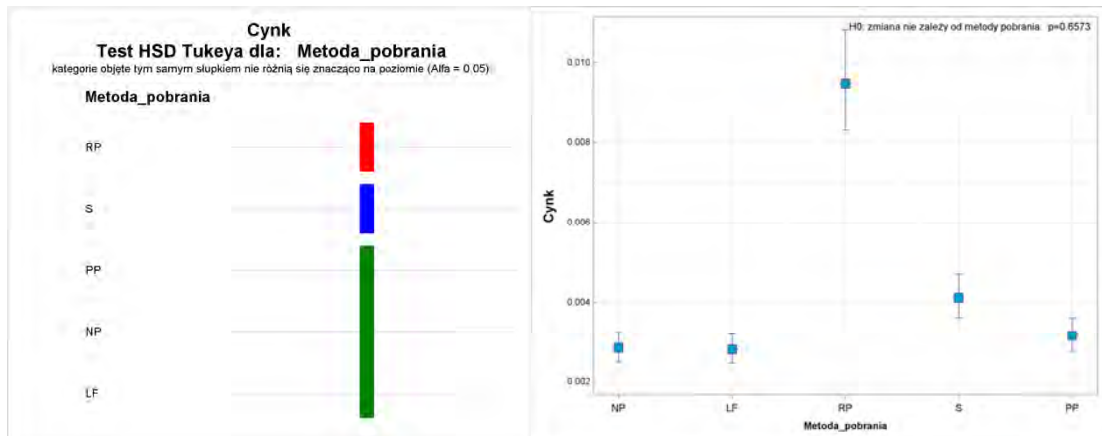


Fig. 11.4.14. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji cynku

Fluorki [mg F/l]

W analizie fluorków w testowanych metodach zaznaczają się 3 grupy o istotnych różnicach między zidentyfikowanymi grupami (fig. 11.4.15). W pierwszej grupie znajdują się metody NP, LF (słupki niebieski) pomiędzy którymi „istotne różnice” nie występują, do drugiej grupy należą próbki pobrane metodą LF, RP i PP (słupki czerwony). W trzeciej grupie statystycznej analizowanych metod prospekcji hydrogeologicznej znalazły się próbki pobrane metodą RP, S i PP (słupki zielony), które charakteryzowały się najniższymi stężeniami. Wraz z postępem pompowania obserwuje się ciągły spadek średnich stężeń fluorków w próbkach wód podziemnych, które mogą być nieznacznie rozcieńczone i identyfikowane ze średnią w zlewni punktu.

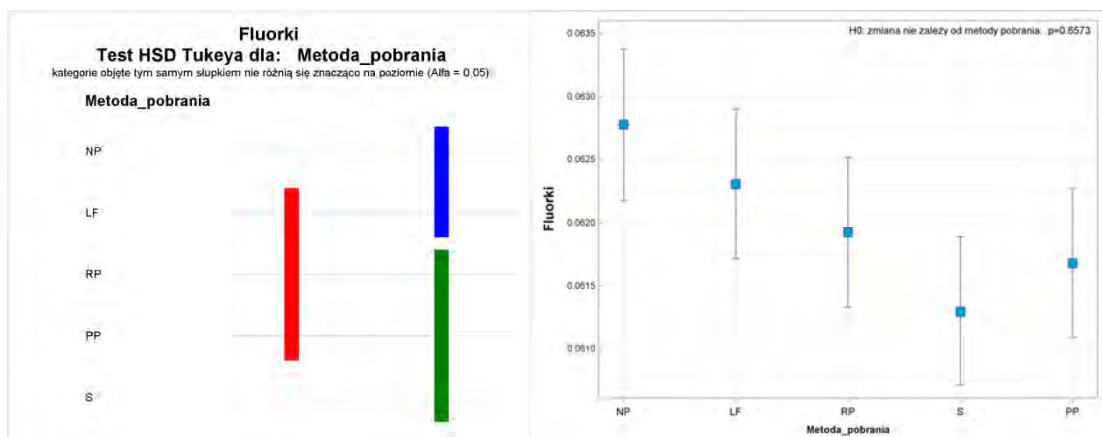


Fig. 11.4.15. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji fluorków

Glin [mg Al/l]

W analizie glinu w testowanych metodach nie zostały zidentyfikowane „istotne różnice” (fig. 11.4.16), tym samym wyniki opróbowania wszystkimi testowanymi metodami (między grupami) nie różnią się znacząco względem siebie (słupek czerwony). W zawiązku z powyższym, w ujęciu statystycznym, można stwierdzić, że metoda pobrania próbek wód podziemnych do oznaczeń glinu, nie ma wpływu na wyniki badań. Uzyskane wyniki wynikają również z charakteru analizowanego wskaźnika.

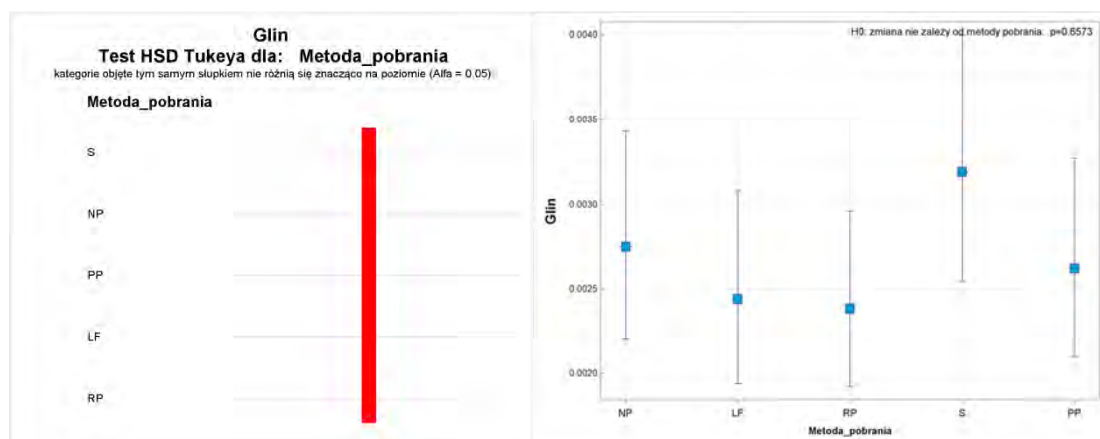


Fig. 11.4.16. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji glinu

ChZT – chemiczne zapotrzebowanie na tlen [mg/l]

ChZT – chemiczne zapotrzebowanie na tlen to wskaźnik, który jest interpretowany jako ilość tlenu rozpuszczonego w wodzie, która jest potrzebna do utlenienia materii organicznej.

W analizie omawianego wskaźnika w testowanych metodach zaznaczają się 2 grupy o istotnych różnicach między zidentyfikowanymi grupami (fig. 11.4.17). W pierwszej grupie znajdują się metody NP, LF, RP i S (słupek czerwony) pomiędzy którymi „istotne różnice” nie występują, natomiast do drugiej grupy należą metody RP, S i PP (słupek niebieski). Analizując wykresy testu HSD Tukey’a i średnich stężeń dla metody, obserwujemy sukcesywny wzrost ChZT, co związane jest ze spadkiem ilości O₂ rozpuszczonego w wodach podziemnych wraz z postępowaniem pompowania oczyszczającego i dopływem wód mniej natlenionych. Im niższe ChZT i wyższa zawartość O₂ w wodach podziemnych, tym droga migracji wód do otworu jest krótsza (wody migrujące z powierzchni terenu).

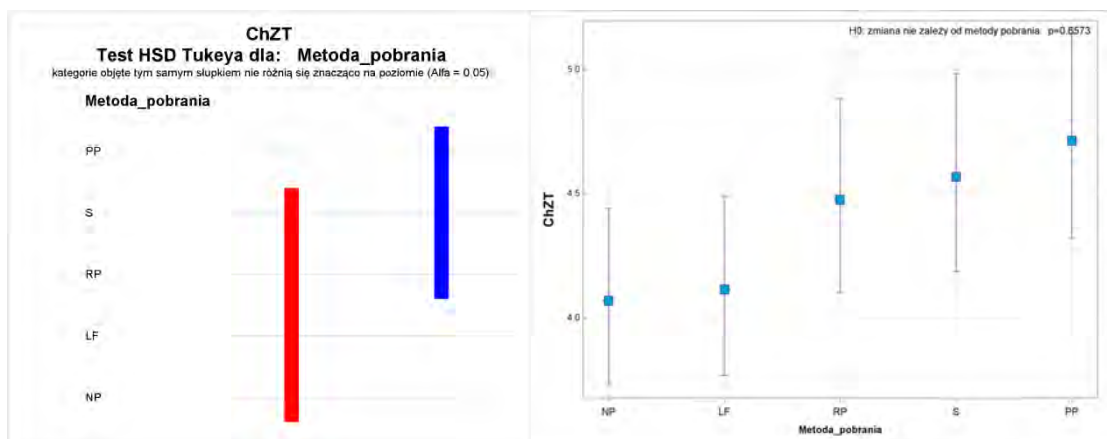


Fig. 11.4.17. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji ChZT

Kobalt [mg Co/l]

W analizie możliwości identyfikacji kobaltu w testowanych metodach zaznaczają się 2 grupy o istotnych różnicach między zidentyfikowanymi grupami (fig. 11.4.18). W pierwszej grupie znajdują się metody NP, LF, RP i S (słupki niebieski) pomiędzy którymi „istotne różnice” nie występują, do drugiej grupy należą metody LF, RP, S i PP (słupki czerwony). Najniższymi wartościami średnich stężeń kobaltu odznaczają się próbki pobrane metodą RP. Zauważalny spadek stężeń kobaltu w metodzie RP, może być związany z powstawaniem faz z odmieszania pod wpływem obróbki mechanicznej, temperaturowej oraz różnic ciśnień i współwystępującego efektu kawitacji. W wodach podziemnych „zwykłych”, tak jak w omawianych przypadkach, stężenia kobaltu występują na niskim poziomie, co w znaczący sposób może utrudniać obserwację wpływu zmienności technicznej stosowanych metod opróbowań.

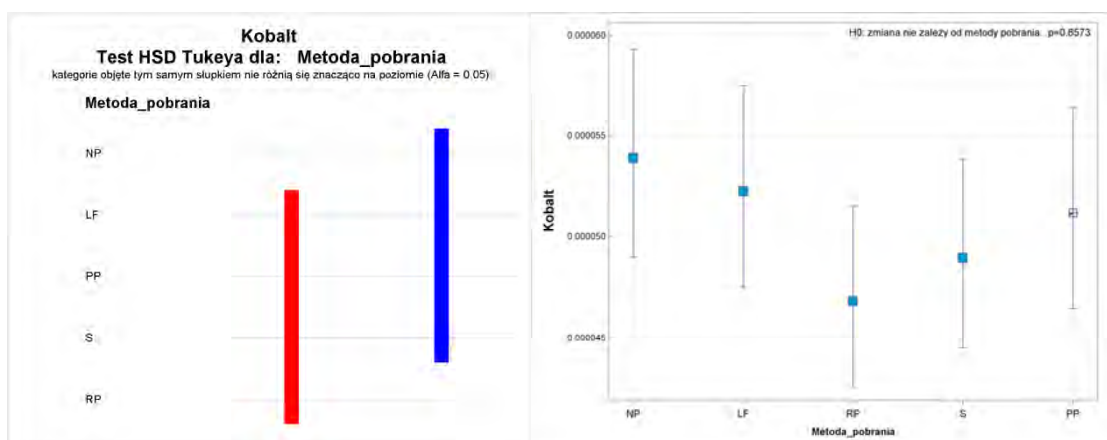


Fig. 11.4.18. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji kobaltu

Krzemionka [mg SiO₂/l]

W analizie stężeń krzemionki testowanych metodach zaznaczają się 2 grupy o istotnych różnicach między zidentyfikowanymi grupami (fig. 11.4.19). W pierwszej grupie znajdują się metody NP, LF (słupek niebieski) pomiędzy którymi „istotne różnice” nie występują, do drugiej grupy należą metody RP, S i PP (słupek czerwony). Na przykładzie analizowanego wskaźnika, zaznacza się ewidentny wpływ pompowań oczyszczających na wzrost stężenia krzemionki. Zaobserwowany wzrost średnich stężeń krzemionki w metodach, w których pobór próbki następuje po etapie intensywnych pompowań oczyszczających, może być wiązany ze zmianą warunków hydrodynamicznych i wymywaniem krzemionki.

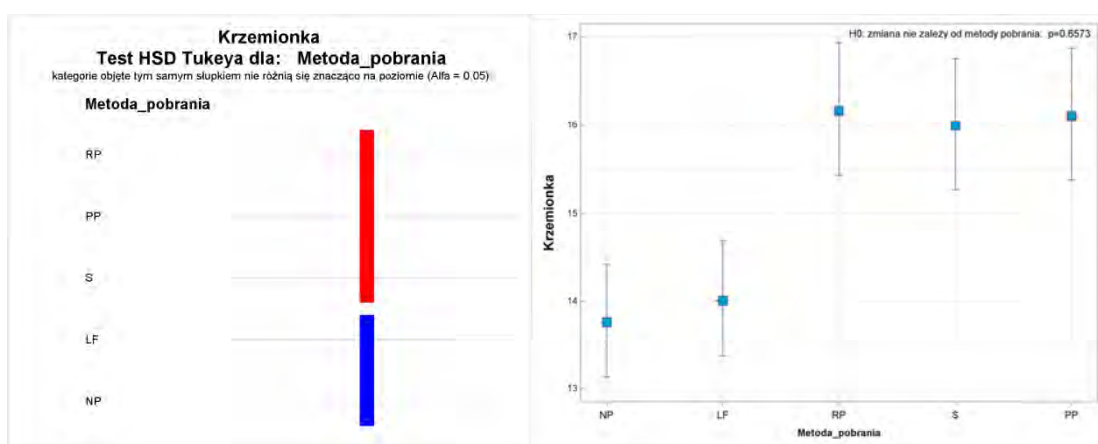


Fig. 11.4.19. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji krzemionki

Lit [mg Li/l]

W analizie stężeń litu w testowanych metodach zaznaczają się 2 grupy o istotnych różnicach między zidentyfikowanymi grupami (fig. 11.4.20). W pierwszej grupie znajdują się metody NP, LF, S, PP (słupek czerwony) pomiędzy którymi „istotne różnice” nie występują, do drugiej grupy należą metody LF, RP, S oraz PP (słupek niebieski). W omawianych grupach można zaobserwować silne zazębianie się obydwu zidentyfikowanych grup statystycznych. Taki stan rzeczy może być spowodowany niskimi stężeniami litu w badanych próbkach oraz nakładającą się niepewnością pomiaru rzędu 25%. Najwyższe średnie stężenia omawianego wskaźnika, zostały zidentyfikowane w metodzie RP. Wyższe niż w pozostałych metodach średnie stężenia litu, mogą być związane z bardziej zintensyfikowanymi procesami ługowania w trakcie intensywnych pompowań oczyszczających. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na wzrost stężenia litu w omawianej grupie próbek, może być obróbka termiczna i mechaniczna próbek.

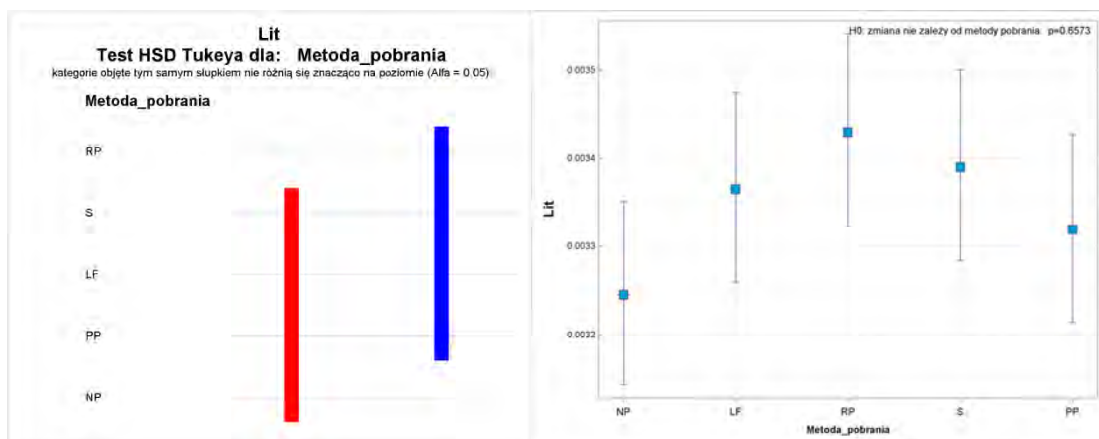


Fig. 11.4.20. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji litu

Magnez [mg Mg/l]

W analizie stężeń magnezu w testowanych metodach zaznaczają się 2 grupy o istotnych różnicach między zidentyfikowanymi grupami (fig. 11.4.21). W pierwszej grupie znajdują się metody NP, LF i S (słupek czerwony) pomiędzy którymi „istotne różnice” nie występują, do drugiej grupy należą metody NP, RP, S i PP (słupek niebieski). Najniższymi wartościami średnich stężeń magnezu odznaczają się próbki pobrane metodą S, najwyższe średnie stężenia zostały zidentyfikowane w grupie próbek wód podziemnych pobranych metodą PP. Charakter chemiczny omawianego wskaźnika, jego powszechne występowanie w wodach podziemnych uniemożliwiają wskazanie dokładnych przyczyn zmienności technicznej.

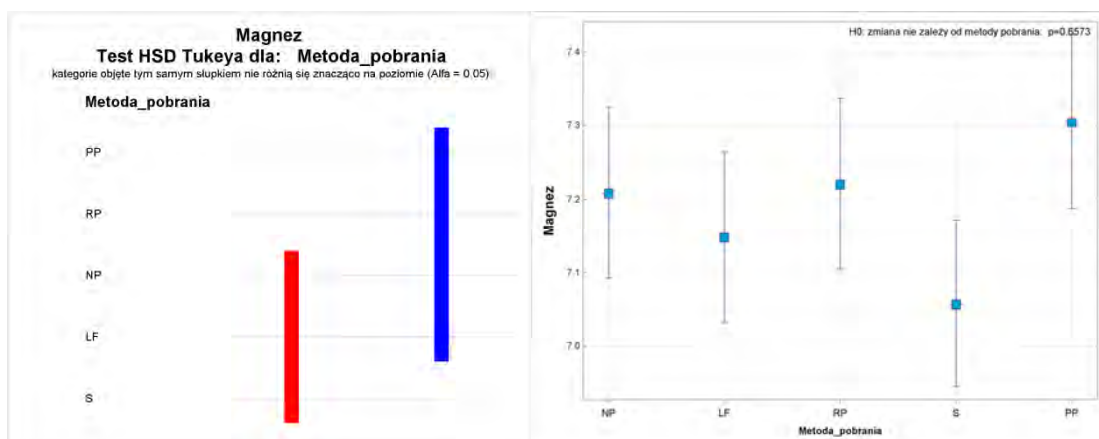


Fig. 11.4.21. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji magnezu

Mangan [mg Mm/l]

W analizie stężeń manganu w testowanych metodach opróbowania, zidentyfikowano 2 grupy wykazujące znaczące różnice między sobą (fig. 11.4.22). W pierwszej grupie znajdują się metody NP, RP i S (słupek czerwony) pomiędzy którymi „istotne różnice” nie występują, do drugiej grupy należą metody bezpompowe oraz wolnego przepływu NP, LF i PP (słupek niebieski). Najniższymi wartościami średnich stężeń manganu odznaczają się próbki pobrane metodami konwencjonalnymi RP i S, najwyższe średnie stężenia zostały zidentyfikowane w grupie próbek wód podziemnych pobranych metodą LF i PP. Analiza wykazuje znaczący wpływ pompowań oczyszczających na spadek wartości średnich stężeń manganu w próbkach wód pobranych w sposób konwencjonalny. Ponadto w procesie opróbowania, może zachodzić ryzyko odgazowania próbek wód w związku z obróbką mechaniczną. Metody wolnego przepływu oraz metoda bezpompowa PP, umożliwiają identyfikację najwyższych stężeń analizowanego wskaźnika. W metodach S oraz PP mangan może koncentrować się w procesie opróbowania w strefie zafiltrowania otworu, a wzrost stężenia Mn, zazwyczaj jest ściśle powiązany występowaniem warunków utleniających i wzrostem pH. Podwyższone stężenia manganu w próbkach wód podziemnych mają zazwyczaj charakter geogeniczny związany z występowaniem osadów organicznych (mady, torfy, namuły, węgiel brunatny), wietrzeniem i ługowaniem utworów lodowcowych (głównie piasków i glin zwałowych) oraz regionalnymi lejami depresji na obszarach dolin rzecznych i pradolin.

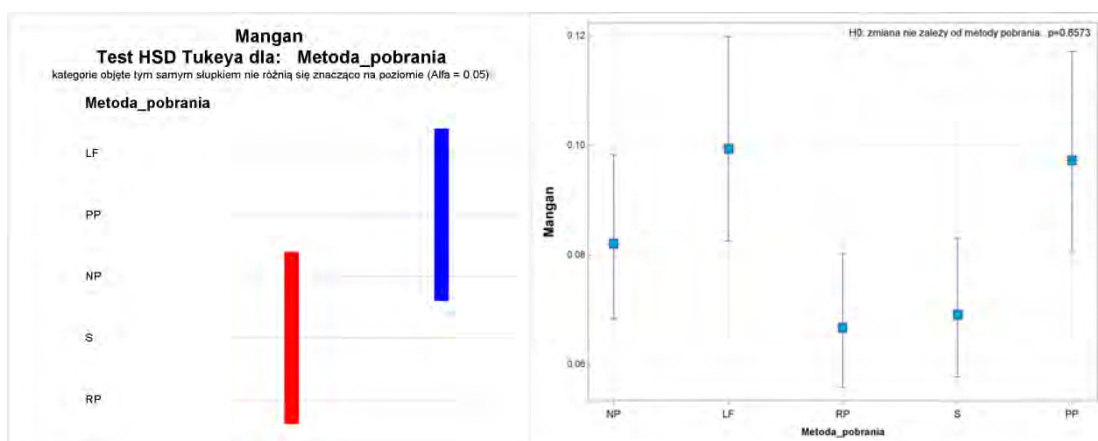


Fig. 11.4.22. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji manganu

Mętność [NTU]

W ocenie mętności w testowanych metodach zaznaczają się 2 grupy o istotnych różnicach między zidentyfikowanymi grupami (fig. 11.4.23). W pierwszej grupie znajdują się metody LF, RP i S (słupek czerwony) pomiędzy którymi „istotne różnice” nie występują, a do drugiej grupy należą metody NP, RP, S oraz PP (słupek niebieski). Najniższe rejestrowane wskaźniki dla mętności zidentyfikowano w próbkach pobranych w stałym wolnym przepływie metodą S, gdzie próbka wody nie jest poddawana obróbce mechanicznej a przepływ odbywa się w sposób laminarny (niezaburzony). Metody konwencjonalne RP i S, osiągają wartości nieznacznie wyższe względem metody LF. Najwyższe wartości mętności przypisane są metodom bezpompowym NP i PP, gdzie zachodzi ryzyko pobrania próbki wody stagnującej w otworze, w której mogą tworzyć się różnego rodzaju zawiesiny i koloidy. Należy dodatkowo zwrócić uwagę na niskie wartości uzyskiwanych wyników, blisko LOQ co w dodatkowy sposób może maskować zmienność techniczną.

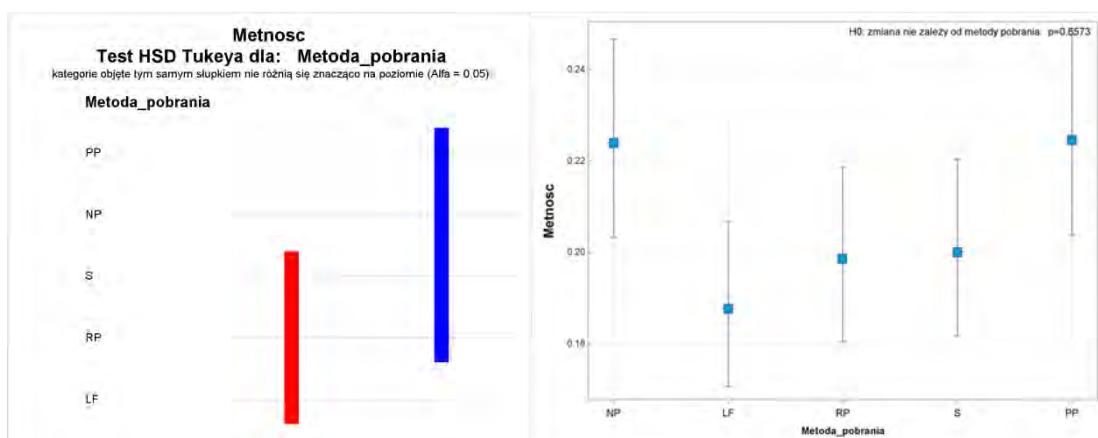


Fig. 11.4.23. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) – dystrybucji mętności

Miedź [mg Cu/l]

W analizie stężeń i dystrybucji miedzi w testowanych metodach zaznaczają się 3 grupy o istotnych różnicach między zidentyfikowanymi grupami (fig. 11.4.24). W pierwszej grupie znajdują się metody LF i PP (słupek czerwony) pomiędzy którymi „istotne różnice” nie występują, do drugiej grupy należą próbki pobrane metodą NP, S i PP (słupek zielony). W trzeciej grupie statystycznej analizowanych metod prospekcji hydrogeologicznej znalazły się próbki pobrane metodą RP (słupek niebieski), które charakteryzowały się najwyższymi wartościami średnich stężeń omawianego wskaźnika. Znacząco podwyższone wartości średnich stężeń miedzi, mogą wynikać z intensywnej obróbki mechanicznej próbek i pracy

metalowych części pompy PR i związanej zwiększonej dystrybucji miedzi do próbek wód podziemnych. Zaobserwowany wzrost powinien być traktowany jako obciążenie techniczne metody RP. Analiza i korelacja pozostałych metod ze zmiennością techniczną jest silnie utrudniona ze względu na charakter chemiczny i bardzo łatwą migrację miedzi w środowisku naturalnym.

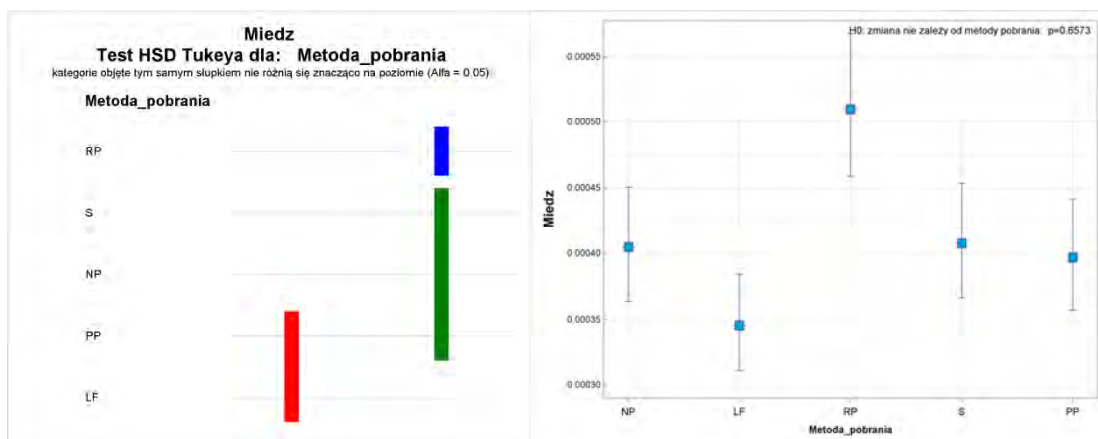


Fig. 11.4.24. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji miedzi

Molibden [mg Mo/l]

W analizie stężeń i dystrybucji molibdenu w testowanych metodach zaznaczają się 3 grupy o istotnych różnicach między zidentyfikowanymi grupami (fig. 11.4.25). W pierwszej grupie znajdują się metody NP i LF (słupek niebieski) pomiędzy którymi „istotne różnice” nie występują, do drugiej grupy należą próbki pobrane metodą LF i PP (słupek czerwony). W trzeciej grupie statystycznej analizowanych metod prospekcji hydrogeologicznej znalazły się próbki pobrane metodami RP, S oraz PP (słupek zielony). Metody konwencjonalne RP oraz S charakteryzowały się najniższymi wartościami średnich stężeń omawianego wskaźnika, może być związane ze zmianą warunków hydrodynamicznych w trakcie pompowań oczyszczających, a stężenia w próbkach odzwierciedlają średnią dla zlewni otworu. W metodach bezpompowych NP i PP oraz „low flow” LF rejestrowane stężenia średnie osiągają wyższe wartości w związku z mniejszym mieszaniem się wód. Podwyższone stężenia molibdenu w warunkach naturalnych mają często źródło geogeniczne związane z występowaniem rozkładu substancji organicznej.

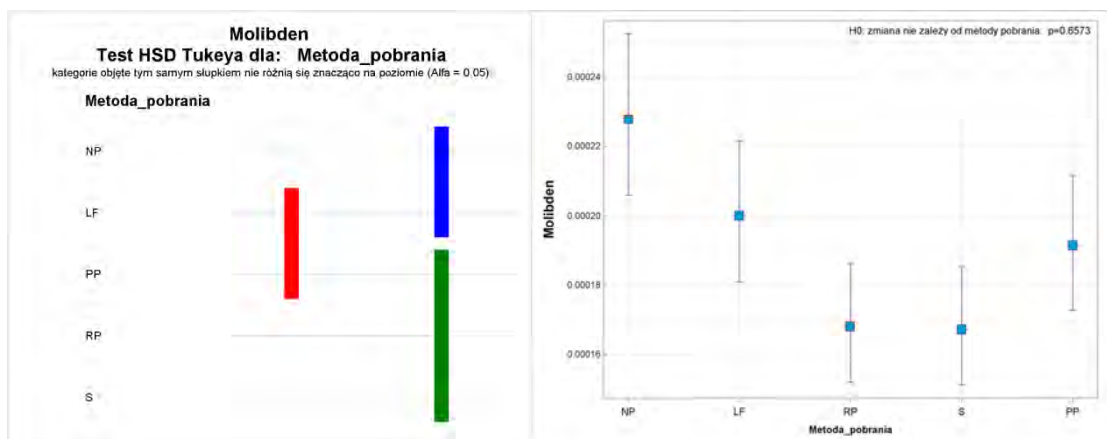


Fig. 11.4.25. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji molibdenu

Nikiel [mg Ni/l]

W analizie stężeń i dystrybucji miedzi w testowanych metodach zaznaczają się 2 grupy o istotnych różnicach między zidentyfikowanymi grupami (fig. 11.4.26). W pierwszej grupie znajdują się metody NP, LF, S i PP (słupek czerwony) pomiędzy którymi „istotne różnice” nie występują, do drugiej grupy należą próbki pobrane metodą NP, RP i S (słupek niebieski). Najwyższe wartości średnich stężeń niklu w metodzie RP i podwyższone w metodzie S, mogą wynikać z intensywnej obróbki mechanicznej próbek i pracy metalowych części pomp i związanej z tym zwiększonej dystrybucji niklu do próbek wód podziemnych. Zaobserwowany wzrost powinien być traktowany jako obciążenie techniczne metod RP i S. Analiza i korelacja pozostałych metod ze zmiennością techniczną jest silnie utrudniona ze względu na niskie stężenia niklu w wodach podziemnych zwykłych.

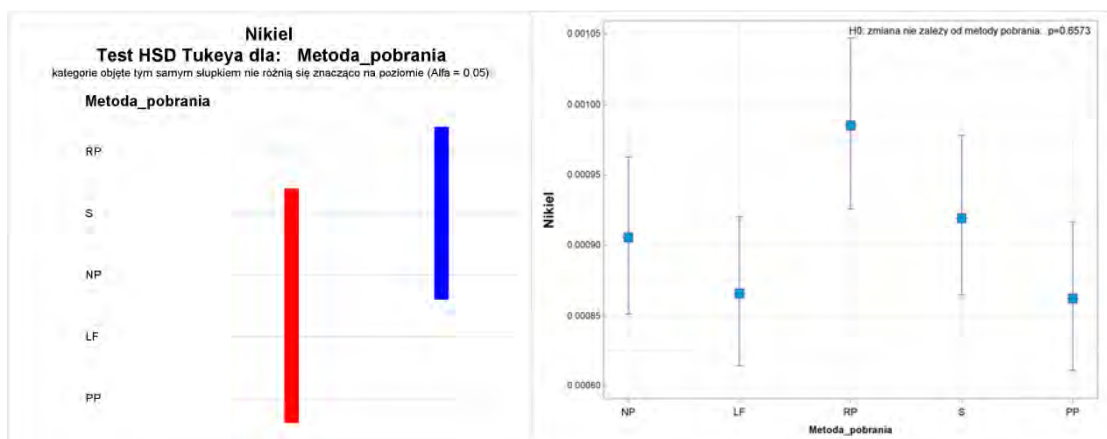


Fig. 11.4.26. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji niklu

Potas [mg K/l]

W analizie stężeń i dystrybucji potasu w testowanych metodach zaznaczają się 2 grupy o istotnych różnicach między zidentyfikowanymi grupami (fig. 11.4.27). W pierwszej grupie znajdują się metody bezpompowe oraz wolnego przepływu NP, LF i PP (słupek czerwony) pomiędzy którymi „istotne różnice” nie występują, do drugiej grupy należą próbki pobrane metodami konwencjonalnymi RP i S (słupek niebieski). Najwyższe wartości średnich stężeń potasu w pierwszej grupie metod, mogą być związane z koncentracją tego wskaźnika w wodach stagnujących w otworze i strefie okołowiertrowej. Druga zidentyfikowana grupa statystyczna tj. metody RP i S dostarczyły najniższych stężeń potasu. Zaznacza się tu wyraźny wpływ pompowań oczyszczających na spadek rejestrowanych stężeń K^+ co może być związane z procesem wpływu obróbki mechanicznej, zmianami ciśnienia oraz możliwością rozcieńczenia tego składnika w związku ze zmianą warunków hydrodynamicznych w trakcie opróbowania.

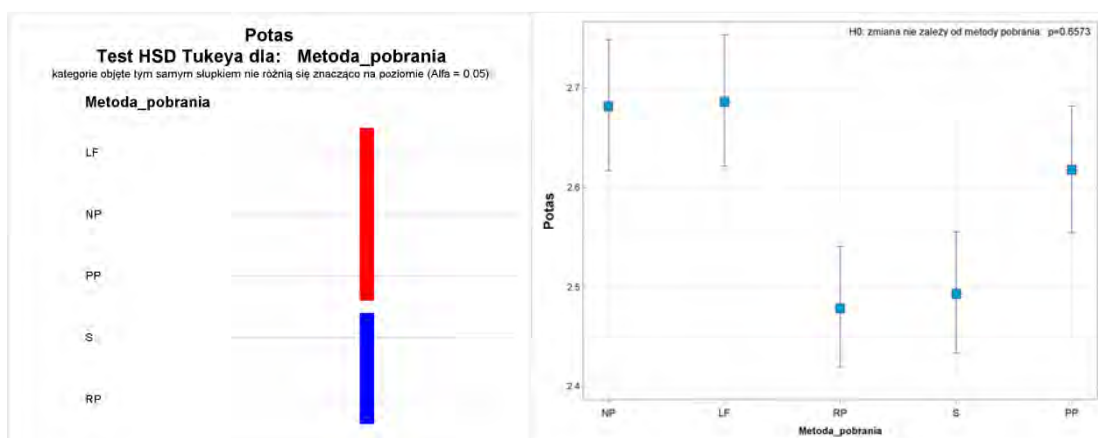


Fig. 11.4.27. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji potasu

- **Siarczany [mg SO_4/l]**

W analizie stężeń i dystrybucji siarczanów w testowanych metodach zaznaczają się 3 grupy o istotnych różnicach między zidentyfikowanymi grupami (fig. 11.4.28). W pierwszej grupie znajdują się próbki pobrane metodą NP. (słupek zielony), do drugiej grupy należą próbki pobrane metodą LF i PP (słupek niebieski). W trzeciej grupie statystycznej analizowanych metod prospekcji hydrogeologicznej znalazły się próbki pobrane metodami konwencjonalnymi RP oraz S (słupek czerwony). Metody konwencjonalne RP oraz S charakteryzowały się najwyższymi wartościami średnich stężeń omawianego wskaźnika, może być to związane ze wzrostem procesu ługowania związków siarki –

siarczanów, tym samym wzrostem migracji tych związków w wyniku pompowań oczyszczających. Często podwyższone stężenie rozpatrywanego wskaźnika jest charakterystyczne dla obszarów gdzie dochodzi do naturalnego rozkładu materii organicznej, a zmiana warunków hydrodynamicznych w trakcie pompowań oczyszczających przyspiesza ich migrację do wód dopływających do otworu. Podwyższone stężenia siarczanów, oprócz przyczyn geogenicznych, mogą być również związane ze źródłami antropogenicznymi.

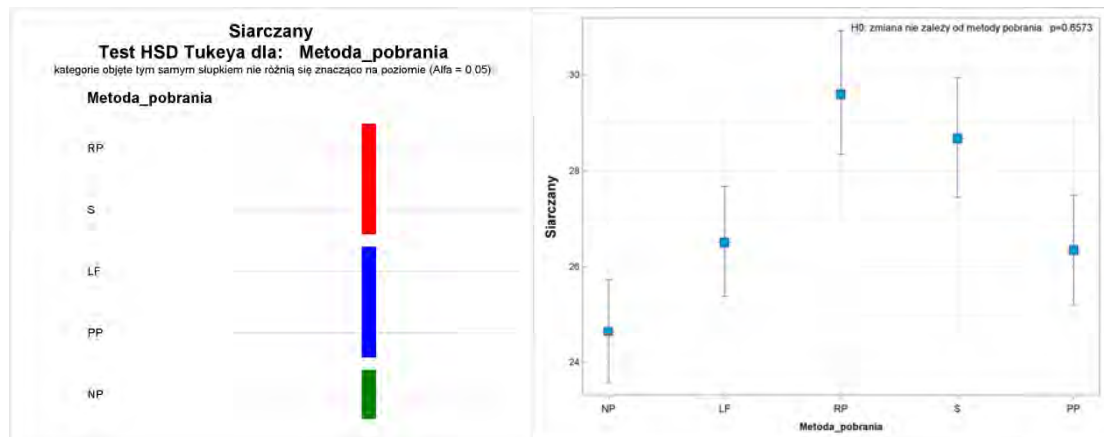


Fig. 11.4.28. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji siarczanów

Stront [mg Sr/l]

W analizie stężeń i dystrybucji strontu w testowanych metodach zaznaczają się 2 grupy o istotnych różnicach między zidentyfikowanymi grupami (fig. 11.4.29). W pierwszej grupie znajdują się NP, LF, RP i S (słupek czerwony) pomiędzy którymi „istotne różnice” nie występują, do drugiej grupy należą próbki pobrane metodami LF, RP, S oraz PP (słupek niebieski). Analiza wykresów oraz wartości średnich stężeń stronu dla poszczególnych metod opróbowania nie wyjaśnia zróżnicowania, gdyż pod względem statystycznym obydwie grupy są bardzo mocno skorelowane. Kolejne wymieniane metody wykazują wyższe wartości średnich stężeń omawianego wskaźnika, co może być związane z postępowaniem ługowania i wzrostem migracji. Stront w warunkach naturalnych, ze względu na charakter chemiczny, towarzyszy wapniowi w migracji wodnej. Zaobserwowany spadek średnich stężeń strontu oznaczanych metodą RP może być związany z obróbką mechaniczną, termiczną próbki wody oraz zmianą warunków hydrodynamicznych w trakcie pompowań.

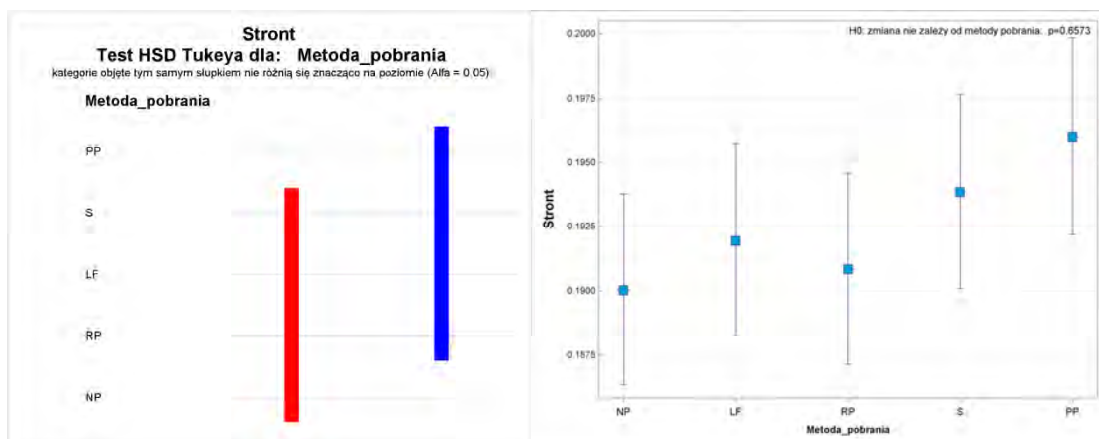


Fig. 11.4.29. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji strontu

Sód [mg Na/l]

W analizie stężeń i dystrybucji sodu w testowanych metodach zaznaczają się 2 grupy o istotnych różnicach między zidentyfikowanymi grupami (fig. 11.4.30). W pierwszej grupie znajdują się metody bezpompowe NP i PP (słupek czerwony), do drugiej grupy należą próbki pobrane metodami LF, RP oraz S (słupek niebieski). Dyskretne bezpompowe metody opróbowania sprzyjają koncentracji sodu w próbkach wód podziemnych, gdzie obserwowany jest znaczny wzrost średnich stężeń omawianego wskaźnika.

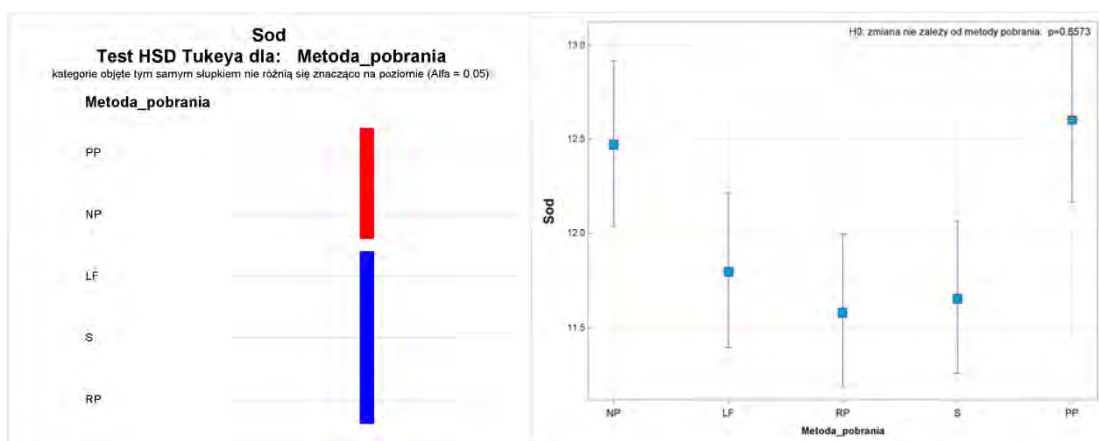


Fig. 11.4.30. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji sodu

Suma substancji rozpuszczonych (SSR) [mg/l]

W analizie stężeń i dystrybucji sumy substancji rozpuszczonych (SSR) w testowanych metodach zaznaczają się 2 grupy o istotnych różnicach statystycznych (fig. 11.4.31). W pierwszej grupie znajdują się metody NP i LF (słupek czerwony), do drugiej grupy należą próbki pobrane metodami LF, RP, S oraz PP (słupek niebieski). Na omawianym przykładzie zaznacza się wyraźny wpływ pompowań oczyszczających na ogólny wzrost zawartości substancji rozpuszczonych w próbkach wód podziemnych.

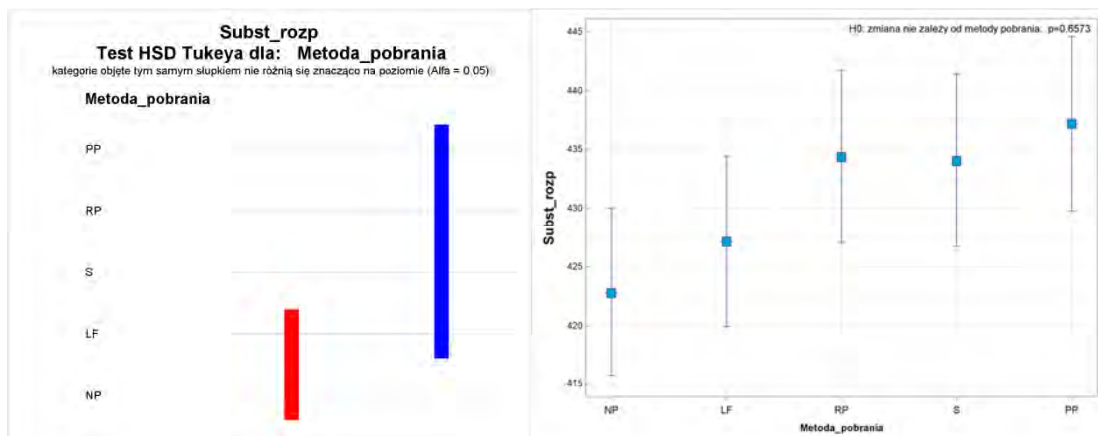


Fig. 11.4.31. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji SSR

Twardość ogólna (węglanowa) [mg CaCO₃/l]

W analizie stężeń i dystrybucji twardości ogólnej w testowanych metodach wyróżnione zostały 3 grupy o istotnych różnicach statystycznych (fig. 11.4.32). W pierwszej grupie znajdują się metody NP i LF (słupek zielony), do drugiej grupy należą próbki pobrane metodami LF i S (słupek czerwony), w trzeciej grupie znajdują się metody RP, S oraz PP (słupek niebieski). Na omawianym przykładzie zaznacza się wyraźny wpływ pompowań oczyszczających na ogólny wzrost twardości ogólnej w próbkach wód podziemnych. Twardość ogólna jest uzależniona głównie od zawartości w wodzie metali ziem alkalicznych, przede wszystkim wapnia i magnezu. Ponadto do wzrostu twardości ogólnej przyczynia się obecność glinu, żelaza, manganu, baru, strontu oraz cynku.

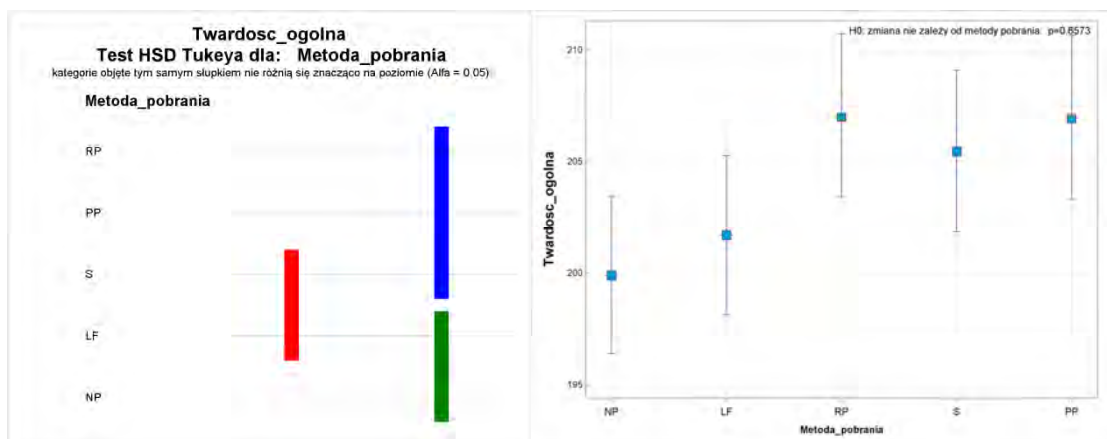


Fig. 11.4.32. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji SSR

Uran [mg U/l]

W analizie stężeń i dystrybucji uranu w próbkach wód pobranych testowanymi metodami wyróżnione zostały 3 grupy o istotnych różnicach statystycznych (fig. 11.4.33). W pierwszej grupie znajdują się metody NP, LF i PP (słupek zielony) do drugiej grupy należą próbki pobrane metodami NP, LF i S (słupek czerwony), w trzeciej grupie znajdują się metody RP oraz S (słupek niebieski). Na omawianym przykładzie zaznacza się wyraźny wpływ pompowań oczyszczających na wzrost średnich stężeń uranu. Wzrost stężeń analizowanego wskaźnika, może być związany ze zmianą warunków hydrodynamicznych w trakcie pompowań oczyszczających, przyspieszonym ługowaniem z utworów otaczających, co może wpływać na bardziej intensywną migrację związków uranu do wód dopływających do otworu.

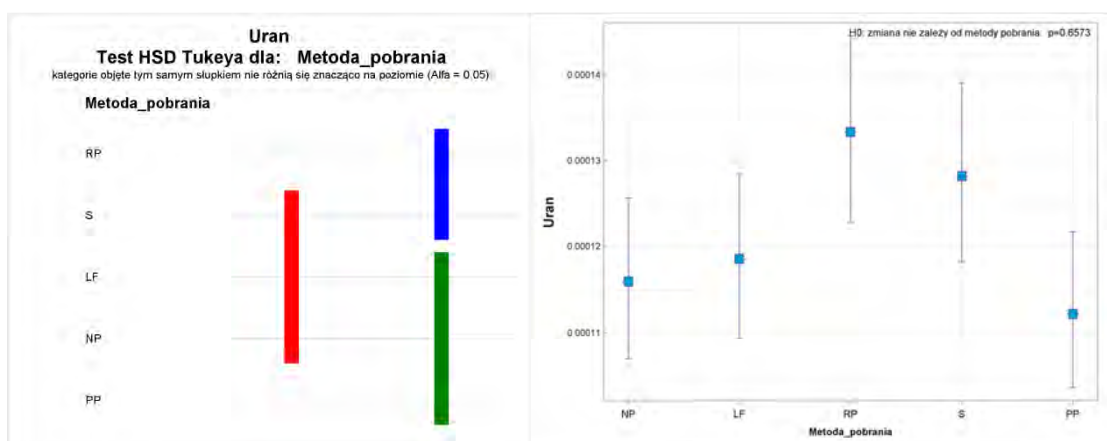


Fig. 11.4.33. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji uranu

Wanad [mg V/l]

W analizie stężeń i dystrybucji wanadu w testowanych metodach zostały zidentyfikowane 3 grupy o istotnych różnicach statystycznych (fig. 11.4.34). W pierwszej grupie znajdują się metody NP, LF i S (słupek czerwony) do drugiej grupy należą próbki pobrane metodami S oraz PP (słupek zielony), w trzeciej grupie statystycznej znajdują się próbki pobrane metodą RP (słupek niebieski). Znaczący wzrost stężeń rozpatrywanego wskaźnika w próbkach wody pobranych metodą RP, może być związany z mechaniczną obróbką wody przez wirniki pompy, z których może dochodzić do wzbogacenia próbek w wanad. Widoczny na wykresach pik, należy wiązać z obciążeniem technicznym metody.

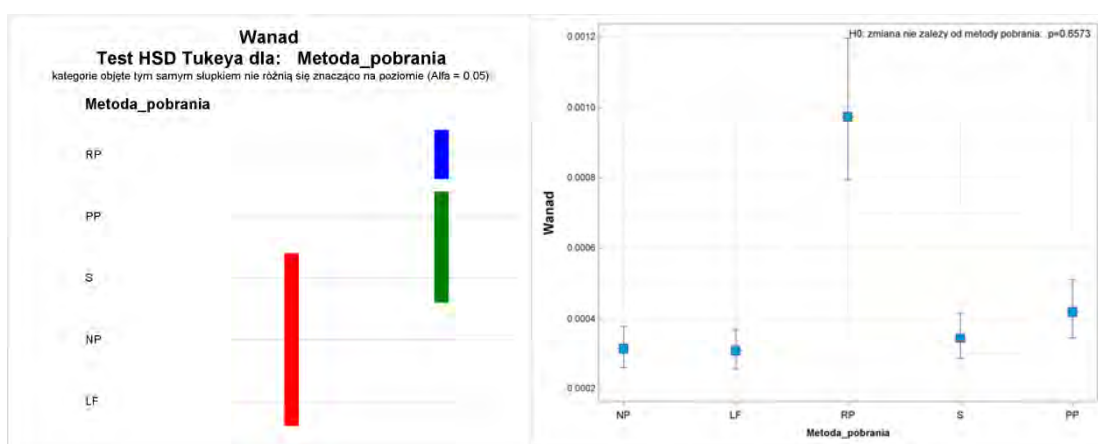


Fig. 11.4.34. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji wanadu

Wapń [mg Ca/l]

W analizie stężeń i dystrybucji wapnia w testowanych metodach zostały zidentyfikowane 3 grupy o istotnych różnicach statystycznych (fig. 11.4.35). W pierwszej grupie znajdują się metody NP, LF (słupek zielony) do drugiej grupy należą próbki pobrane metodami LF, S i PP (słupek czerwony), w trzeciej grupie znajdują się metody RP, S oraz PP (słupek niebieski). Na omawianym przykładzie zaznacza się wyraźny wpływ pompowań oczyszczających na wzrost średnich stężeń wapnia. Wzrost stężeń analizowanego wskaźnika, może być związany ze zmianą warunków hydrodynamicznych w trakcie pompowań oczyszczających, przyspieszonym ługowaniem z utworów otaczających, co może wpływać na bardziej intensywną migrację Ca^{2+} do wód dopływających do otworu.

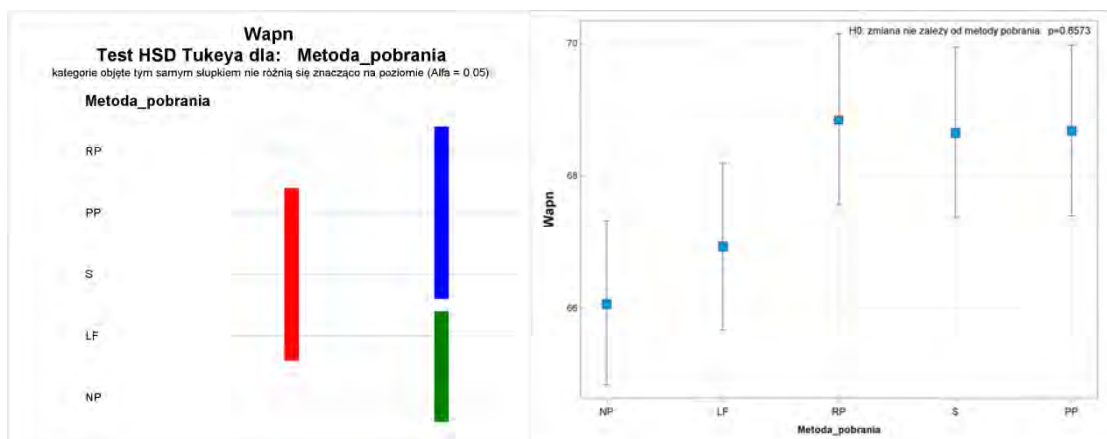


Fig. 11.4.35. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji wapnia

Wodorowęglany [mg HCO₃/l]

W analizie stężeń i dystrybucji wodorowęglanów w testowanych metodach nie zostały zidentyfikowane „istotne różnice” (fig. 11.4.36). Tym samym wyniki opróbowania wszystkimi testowanymi metodami (słupki czerwony), nie różnią się znacząco względem siebie. W zawiązku z powyższym, w ujęciu statystycznym, można stwierdzić, że metoda pobrania próbek wód podziemnych nie ma wpływu na wiarygodność i wyniki oznaczeń wodorowęglanów. Uzyskane wyniki wynikają również z charakteru analizowanego wskaźnika, który jest dominujący w badanych próbkach wód podziemnych.

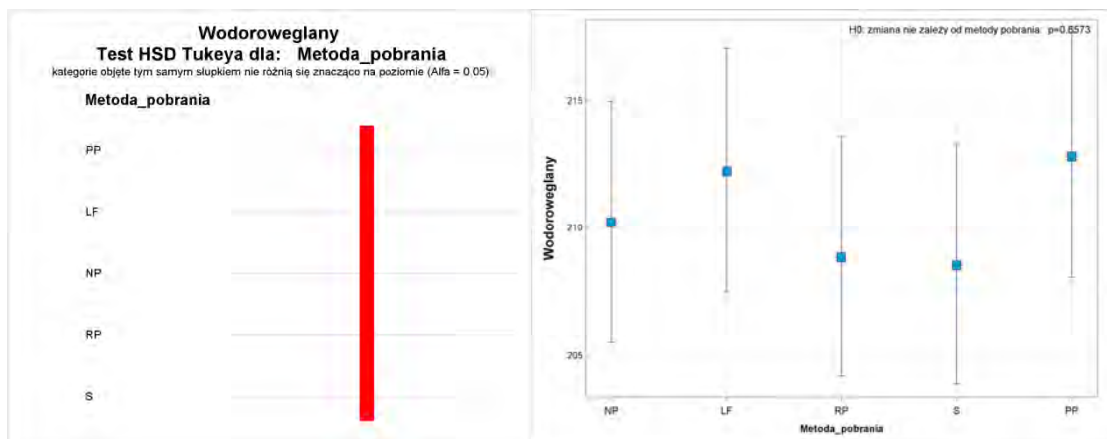


Fig. 11.4.36. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji wodorowęglanów

Zasadowość ogólna [mg CaCO₃/l]

W analizie dystrybucji i oznaczeń zasadowości ogólnej w testowanych metodach nie zostały zidentyfikowane „istotne różnice” (fig. 11.4.37). Tym samym wyniki opróbowania wszystkimi testowanymi metodami (słupek czerwony), nie różnią się znacząco względem siebie. W związku z powyższym, w ujęciu statystycznym, można stwierdzić, że metoda pobrania próbek wód podziemnych nie ma wpływu na wiarygodność i wyniki oznaczeń.

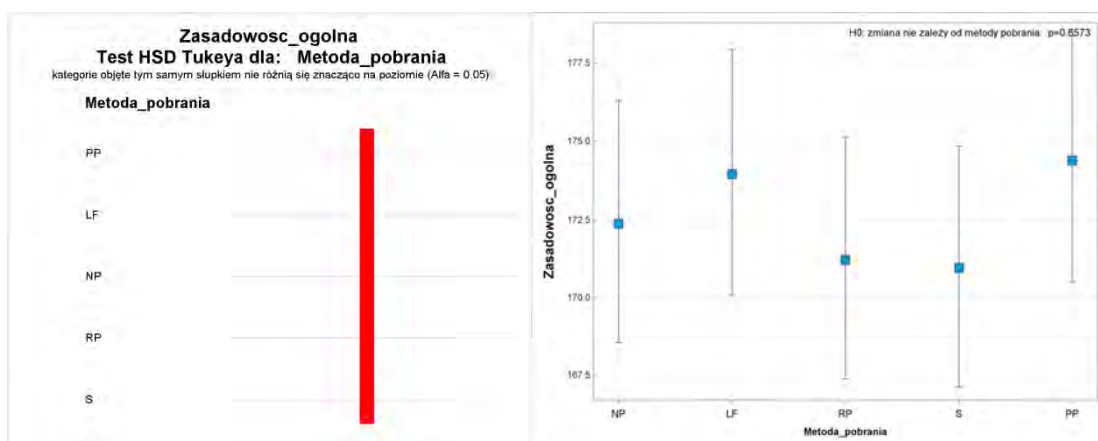


Fig. 11.4.37. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji zasadowości ogólnej

Żelazo [mg Fe/l]

W analizie stężeń i dystrybucji żelaza w testowanych metodach zaznaczają się 2 grupy o istotnych różnicach statystycznych (fig. 11.4.38). Do grupy pierwszej należą metody bezpompowe i wolnego przepływu NP, LF i PP (słupek niebieski), do drugiej zaś próbki pobrane metodami NP, RP oraz S (słupek czerwony). Niskie wartości stężeń żelaza wg. metody NP mogą wynikać z obecności wody stagnującej w otworze i długotrwałym warunkom utleniającym, gdzie związki żelaza przechodzą w formę rdzawego osadu lub form koloidalnych. W metodach konwencjonalnych RP i S niższe stężenia analizowanego wskaźnika, mogą być związane z obróbką termiczną próbki, nagłymi zmianami ciśnienia i związanym z tym efektem kawitacji. W trakcie tego procesu może dochodzić do selektywnego wytrącaniem faz mineralnych z wód podziemnych. W metodach LF oraz PP rejestrowane stężenia żelaza osiągają najwyższy poziom. W metodzie LF próbki pobierane są w stałym przepływie laminarnym gdzie nie dochodzi do obróbki mechanicznej ani termicznej próbek, z tymi wynikami korespondują wyniki metody PP, gdzie w wyniku pompowań zapewniono dopływ wód „świeżych” do otworu, a próbki nie zostały poddane żadnej obróbce.

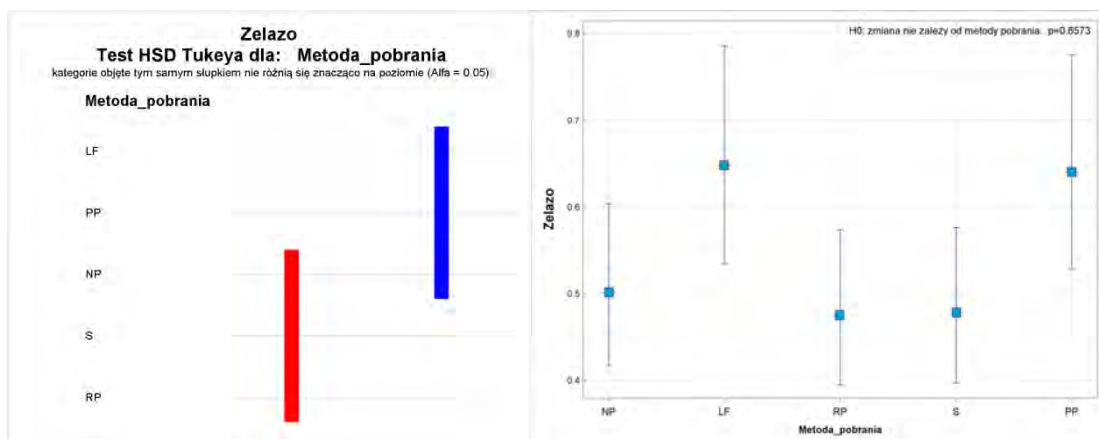


Fig. 11.4.38. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji żelaza

Detergenty anionowe – substancje powierzchniowo czynne anionowe (SPCA) [mg/l]

W analizie dystrybucji substancji powierzchniowo czynnych (SPCA) w testowanych metodach zaznaczają się 2 grupy o istotnych różnicach (fig. 11.4.39). W pierwszej grupie znajdują się metody bezpompowe i wolnego przepływu NP, LF i RP (słupek czerwony), do drugiej grupy należą próbki pobrane metodami RP, S oraz PP (słupek niebieski). Niskie wartości stężeń detergentów anionowych – substancji powierzchniowo czynnych anionowych, oznaczane w próbkach pobranych metodami NP oraz LF mogą wynikać z obecności wody stagnującej w otworze oraz charakteru analizowanych związków, które należą do związków nietrwałych. Dopiero długotrwały proces pompowań oczyszczających pozwala identyfikować ich stężenia na wyższych poziomach.

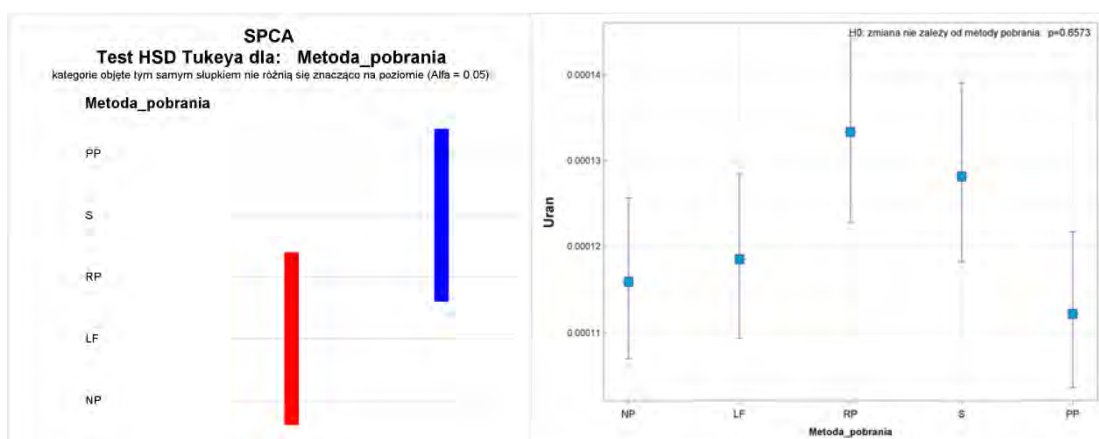


Fig. 11.4.39. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji sumy substancji powierzchniowo czynnych (SPCA)

11.5. Pośrednia ocena jakości terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej, na podstawie bilansu jonowego wyników analiz chemicznych wód podziemnych

W badaniach hydrogeologicznych, uzyskiwane wyniki analiz chemicznych wód podziemnych mogą być obciążone różnego rodzaju i pochodzenia błędami, zaburzającymi rzeczywiste odwzorowanie chemizmu wód. Za główne przyczyny rozbieżności uznaje się: pobieranie próbek, niewłaściwe materiały wykorzystane do konstrukcji otworów, próbników, pojemników na próbki, niewłaściwe metody utrwalania próbek, błędy aparatury, błędy ludzkie - pomyłki podczas zapisu i przeliczania wyników (Witczak S., Adamczyk A., 1995; Szczepańska J., Kmiecik.E, 2005; Macioszczyk A., Dobrzyński D., 2007; Witczak S. i in., 2013; PN-ISO 5667-11:2017:10; PN-EN ISO 5667-14:2016-11). Z uwagi na stosowanie w akredytowanych laboratoriach badawczych, wielostopniowego systemu kontroli jakości i weryfikacji danych, identyfikacja wystąpienia potencjalnego błędu w laboratoriach stacjonarnych jest zdecydowanie łatwiejsza ,niż w przypadku laboratoriów terenowych realizujących pobieranie i badanie wód podziemnych (PN-EN ISO 5667-14:2016-11). Wpływ wyżej wymienionych czynników, oprócz etapu pobierania próbek, jest zredukowany do minimum.

Uwzględniając powyższe argumenty, autor w oparciu o analizę bilansu jonowego, traktuje zmienności uzyskiwanych wyników i obliczony błąd procentowy (%) analizy, jako pośredni element dostarczający informacji odnośnie wiarygodności dostarczonych danych (pobranych próbek). Zgodnie z założeniem i celem testu, zakłada się że wyniki wprost wynikają z zastosowania w badaniach doświadczalnych, zróżnicowanych metod pobierania próbek wód podziemnych. Wykorzystanie bilansu jonowego próbki wody podziemnej, jest jedną z najczęściej stosowanych metod oceny jakości wyników analiz (Szczepańska J., Kmiecik.E, 2005; Macioszczyk A., Dobrzyński D., 2007).

Przedmiotowa analiza dostarcza informacji o błędzie wyrażonym w procentach (%) i bazuje na stosunku $(\sum \text{kationy} - \sum \text{aniony}) / (\sum \text{kationy} + \sum \text{aniony}) * 100\%$.

W obliczeniach bilansu jonowego wody uwzględnione zostały składniki główne: K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , SO_4^{2-} oraz drugorzędne: NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , Fe^{2+} (Witczak, i in., 2013).

Zgodnie z wymogami Dyrektywy 2009/90/WE, Rozporządzenia Ministra Infrastruktury (Dz.U. 2019 poz. 2147), Rozporządzenia Ministra Gospodarki Wodnej i Żeglugi Śródlądowej (Dz.U. 2029 poz 2148) oraz wytycznymi poradników metodycznych,

w tym przewodników UE, do wykonania obliczeń, dla wskaźników o stężeniach poniżej laboratoryjnej granicy oznaczalności (<LOQ), stosuje się metody podstawienia (Szczepańska J., Kmiecik E., 2005). Dla wartości stężeń <LOQ, wartości te zastępowane są jedną liczbą. Dopuszcza się trzy typy podstawień, gdzie wartość <LOQ zastępowana jest liczbą:

- równą granicy oznaczalności (<LOQ = LOQ),
- równą połowie granicy oznaczalności (<LOQ = ½LOQ),
- równą 0 (<LOQ = 0).

Dla CO_3^{2-} zgodnie z założeniami równowagi węglanowej (Macioszczyk A., Dobrzyński D., 2007; Witczak S. i in., 2013), oznaczeń dokonuje się dla wód podziemnych o odczynie zasadowym $\text{pH} > 8,5$. W analizowanych próbkach, uzyskana wartość pomiaru zawierała się w przedziale $5,44 \leq \text{pH} \leq 8,49$, tym samym mieściła się w przedziale odczynu zbliżonego do obojętnego $5,00 \leq \text{pH} \leq 8,50$ (Szwarczew, 1978; Pazdro, Kozerski, 1990). W związku z powyższym w badanych próbkach, CO_3^{2-} nie było oznaczane ze względu na brak jego występowania i autor w bilansie jonowym przyjął wartość równą 0.

Obliczenia wykonano dla 240 analiz chemicznych próbek wód podziemnych, pobranych z 24 punktów wytypowanych do badań doświadczalnych.

W niniejszej analizie bilansu jonowego, autor celem dogłębnej weryfikacji, prezentuje dwa alternatywne podejścia. W pierwszym uwzględnia wszystkie wyniki uzyskane dla całej populacji opróbowania testowego, przyjmując hipotezę statystyczną, że wpływ stosowanej metody opróbowania nie odgrywa znaczącego wpływu na jakość wyników, tym samym uzyskuje wartości uśrednione dla całej populacji. W drugim podejściu różnicuje wyniki względem stosowanej metody prospekcji hydrogeologicznej, obliczając błąd analizy dla konkretnej metody pobrania próbki. Tym samym przyjmuje hipotezę statystyczną zakładającą, że stosowane metody opróbowania wykazują zróżnicowanie względem siebie.

Przeprowadzona analiza dla całej populacji wszystkich próbek wykazała, że średni błąd analizy wynosi 1,63%, przy medianie błędu analizy na poziomie 1,30% osiągając maksymalny błąd analizy na poziomie 12,16%. Błąd analizy na poziomie do 5% osiągnięto dla 212 spośród 240 próbek, czyli dla 96,67% wszystkich próbek. Błąd analizy na poziomie do 10% wykazało 239 spośród 240 próbek, czyli 99,58% wszystkich próbek.

Rozpatrując błąd analizy dla poszczególnych metod pobierania próbek wód podziemnych, należy pamiętać o zróżnicowanym mechanizmie wydobywania i obróbki próbki,

oddziaływaniu hydrodynamicznemu na warstwę wodonośną i zmienne warunki naturalnego przepływu w trakcie opróbowania, którym zostaje poddana próbka przed analizą. Obciążenia i ograniczenia zastosowanych w badaniach doświadczalnych metod opróbowań zostały przedstawione w rozdziale 6.

Omówienie wyników błędów analizy w oparciu o bilans jonowy z uwzględnieniem zastosowanej metody pobrania próbki, przedstawiono w kolejności wynikającej z wymagań metodycznych testu, w tym kolejności pobierania próbek.

Analiza błędu dla próbek wód podziemnych pobranych metodą „no purge” z wykorzystaniem pasywnego próbnika dyskretnego typu „HydraSleeve” (NP) wykazała, że średni błąd analizy wynosi 2,02%, przy medianie błędu analizy na poziomie 1,78% osiągając maksymalny błąd analizy na poziomie 12,16%. Błąd analizy na poziomie do 5% osiągnięto dla 47 spośród 48 próbek, czyli dla 97,92% wszystkich próbek. Błąd analizy na poziomie do 10% wykazało 47 spośród 48 próbek, czyli 97,92% wszystkich próbek.

Analiza błędu wyników oznaczeń dla próbek wód podziemnych pobranych metodą „low flow” (LF) wykazała, że średni błąd analizy wynosi 1,86%, przy medianie błędu analizy na poziomie 1,42% osiągając maksymalny błąd analizy na poziomie 6,48%. Błąd analizy na poziomie do 5% osiągnięto dla 45 spośród 48 próbek, czyli dla 93,75% wszystkich próbek. Błąd analizy na poziomie do 10% wykazało 48 spośród 48 próbek, czyli 100% wszystkich próbek.

Analiza błędu dla próbek wód podziemnych pobranych metodą „klasyczną” z wykorzystaniem zatapialnej pompy wirnikowej/odśrodkowej (RP) wykazała, że średni błąd analizy wynosi 1,48%, przy medianie błędu analizy na poziomie 1,45% osiągając maksymalny błąd analizy na poziomie 5,28%. Błąd analizy na poziomie do 5% osiągnięto dla 47 spośród 48 próbek, czyli dla 97,92% wszystkich próbek. Błąd analizy na poziomie do 10% wykazało 48 spośród 48 próbek, czyli 100% wszystkich próbek.

Analiza błędu dla próbek wód podziemnych pobranych metodą „klasyczną” z wykorzystaniem zatapialnej pompy wirnikowej/odśrodkowej (RP) wykazała, że średni błąd analizy wynosi 1,48%, przy medianie błędu analizy na poziomie 1,45% osiągając maksymalny błąd analizy na poziomie 5,28%. Błąd analizy na poziomie do 5% osiągnięto dla 47 spośród 48 próbek, czyli dla 97,92% wszystkich próbek. Błąd analizy na poziomie do 10% wykazało 48 spośród 48 próbek, czyli 100% wszystkich próbek.

Analiza błędów dla próbek wód podziemnych pobranych metodą „klasyczną” z wykorzystaniem zatapialnej pompy ssącej (S) wykazała, że średni błąd analizy wynosi 1,26%, przy medianie błędów analizy na poziomie 1,01% osiągając maksymalny błąd analizy na poziomie 5,60%. Błąd analizy na poziomie do 5% osiągnięto dla 47 spośród 48 próbek, czyli dla 97,92% wszystkich próbek. Błąd analizy na poziomie do 10% wykazało 48 spośród 48 próbek, czyli 100% wszystkich próbek.

Analiza błędów dla próbek wód podziemnych pobranych metodą „past purging” z wykorzystaniem pasywnego próbnika dyskretnego typu „HydraSleeve” (PP) wykazała, że średni błąd analizy wynosi 1,53%, przy medianie błędów analizy na poziomie 0,98% osiągając maksymalny błąd analizy na poziomie 9,36%. Błąd analizy na poziomie do 5% osiągnięto dla 46 spośród 48 próbek, czyli dla 95,83% wszystkich próbek. Błąd analizy na poziomie do 10% wykazało 48 spośród 48 próbek, czyli 100% wszystkich próbek.

Zestawienie analizowanych parametrów uwzględniających błędów procentowy (%) analizy na podstawie bilansu jonowego i struktury wartości błędów dla całego opróbowania testowego, jak i poszczególnych metod poboru próbek wód podziemnych, przedstawia tabela (tab. 11.5.1). Na podstawie wyników błędów procentowych (%) analizy z wykorzystaniem bilansu jonowego, możliwe jest pośrednie wnioskowanie o jakości i wiarygodności danych, pochodzących z zastosowania poszczególnych metod pobierania próbek wód podziemnych.

Tab. 11.5.1. Struktura wartości procentowych (%) błędów analizy uwzględniająca opróbowanie testowe oraz poszczególne metody poboru próbek wód podziemnych

	opróbowanie (wszystkie metody)	NP	LF	RP	S	PP
Minimalny błąd analizy [%]	0.02	0.08	0.14	0.02	0.02	0.02
Średni błąd analizy [%]	1.63	2.02	1.86	1.48	1.26	1.53
Mediana błędów analizy [%]	1.30	1.73	1.42	1.45	1.01	0.98
Maksymalny błąd analizy [%]	12.16	12.16	6.48	5.28	5.60	9.36
[%] próbek o błędzie >5%	3.33	2.08	6.25	2.08	2.08	4.17
[%] próbek o błędzie >10%	0.42	2.08	0.00	0.00	0.00	0.00

	wart. średnia błędów analizy		wart. minimalna błędów analizy		wart. maksymalna błędów analizy
--	------------------------------	--	--------------------------------	--	---------------------------------

Najniższy średni błąd analizy przypisany jest do próbek wód podziemnych pobranych metodą „klasyczną” z wykorzystaniem zatapialnej pompy ssącej (S), najniższy maksymalny błąd analizy przypisany jest do próbek wód podziemnych pobranych metodą „klasyczną” z wykorzystaniem zatapialnej pompy wirnikowej/odśrodkowej (RP), najwyższą homogenicznością błędów analizy (bazując na stosunku średniego błędów analizy i mediany błędów analizy) charakteryzują się próbki pobrane metodą „klasyczną” z wykorzystaniem zatapialnej pompy wirnikowej/odśrodkowej (RP). Najwyższy średni błąd analizy, jak i najwyższy maksymalny błąd analizy można przypisać próbkom pobranym metodą „no purge” z wykorzystaniem pasywnego próbnika dyskretnego typu „HydraSleeve” (NP). Rozpatrując próg błędów analizy do 5%, jedynie próbki pobrane metodą „low flow” (LF) wykazują większe zróżnicowanie i mogą być obciążone niższą wiarygodnością. Przekroczenie progu błędów analizy do 10% wskazuje na możliwość wystąpienia błędów grubego lub przypadkowego – takie ryzyko zidentyfikowano w próbkach pobranych metodą „no purge” (NP). Bardzo niskie wartości obliczonego błędów analizy potwierdzają wysoką wiarygodność pobranych próbek, a zidentyfikowane obciążenia dla niektórych metod są cenną informacją praktyczną z zakresu metodyki prowadzenia opróbowania wód podziemnych i analizy danych.

12. Model regresji odpornej Bablok-Passing - empiryczne wzory przeliczeniowe (transformacje) z referencyjnej metody opróbowania RP do pozostałych stosowanych metod

Wyniki przeprowadzonej analizy statystycznej oraz oceny ilościowej i jakościowej terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej pozwalają na wysunięcie następujących wniosków:

- w omawianych metodach opróbowania wód podziemnych, na podstawie przeprowadzonej analizy zostały zidentyfikowane „istotne różnice” statystyczne pomiędzy metodami,
- wiarygodność stosowanych metod opróbowania jest bardzo podobna i nie ma podstaw odrzucenia lub preferencji poszczególnych metod,
- różnice średnich stężeń analizowanych wskaźników w poszczególnych metodach, można traktować jako „BIAS” - błąd systematyczny metody, interpretowany jednocześnie jako obciążenie techniczne metody.

Powyższe wnioski umożliwiają zastosowanie modelu regresji odpornej Passinga-Babloka. Jest to metoda statystyczna oparta na regresji nieparametrycznej $y=a+bx$, odpowiednia do badań porównawczych metod pomiarowych (Bilić-Zulle, 2011). Stosowany model jest modelem liniowym, odpornym na obecność wartości odstających oraz symetryczny, dzięki czemu może być wykorzystywany do opracowywania formuł przeliczeniowych jednej metody pomiarowej w drugą. Model regresji odpornej Passinga-Babloka dopasowuje parametry a i b równania liniowego $y_{metoda1} = a + bx_{metoda2}$. Procedura wykorzystuje podejście nieparametryczne dzięki czemu nie wymaga założeń co do rozkładów prawdopodobieństwa. Równanie $y=a+bx$ definiuje linię regresji (najlepszego dopasowania) do punktów danych. Ta linia opisuje związek między wynikami obu metod (Passing, Bablok, 1983). Współczynnik b (slope) określany jest jako nachylenie linii i mierzy, w jakim stopniu wyniki jednej metody są proporcjonalnie różne od wyników drugiej metody. Nachylenie równe 1 oznacza, że metody są proporcjonalnie zgodne, a nachylenie różne od 1 wskazuje na odchylenie proporcjonalne. Współczynnik b oblicza się, biorąc medianę wszystkich nachyleń linii prostych pomiędzy dowolnymi dwoma punktami (x_i, y_i) oraz (x_j, y_j) , z wyłączeniem linii, dla których $b=0$ lub $b=\infty$.

Parametr a oblicza się ze wzoru $a = \text{mediana}_i(y_i - bx_i)$. Parametr a (intercept) zwany miejscem przecięcia i określa systematyczne różnice (BIAS) między metodami.

Jeśli przecinają się w punkcie (0,0), oznacza to, że nie ma systematycznego błędu. Przedziały ufności niezbędne do oceny jakości dopasowania wylicza się techniką symulacyjną: bootstrap. W modelu regresji odpornej, rzeczywisty rozkład parametru $\theta_0 \sim F$ jest zastępowany rozkładem empirycznym $\theta_0 \sim \hat{F}$ uzyskanym z próbki. Wyniki modelu regresji odpornej Passinga-Babloka, są interpretowane w następujący sposób:

- jeżeli wartość 0 znajduje się w zakresie przedziałów ufności dla parametru a oraz 1 w zakresie przedziałów ufności dla parametru b , obie metody są porównywalne w badanym zakresie stężeń,
- dodatkowo można przyjąć mocniejsze stwierdzenie – b jest miarą proporcjonalnej różnicy między obiema metodami, zaś a odpowiada za systematyczną różnicę (obciążenie) między metodami.

W przypadku gdy nie wszystkie rzeczywiste obserwacje leżą na tej linii, obserwacje podlegają równaniu $y = a + bx + \varepsilon$, gdzie: ε (reszta) jest różnicą obserwowanej wartości y z wartością przewidywaną przez równanie regresji dla odpowiadającej wartości x . Reszty reprezentują pozostałą zmienność po uwzględnieniu różnic systematycznych i proporcjonalnych. Istotną rolę w omawianym modelu odgrywa wielkość próby, gdy wielkość próby zmniejsza się, przedziały ufności stają się szersze. Są one granicą dokładności formuł przeliczeniowych. W rezultacie formuły mogą być stosowane z uwzględnieniem tej dokładności (Therneau, Clinic, 2018).

Na podstawie przeprowadzonego modelowania, autor wykorzystuje model regresji odpornej Babloka-Passinga do korygowania błędów systematycznych „BIAS” analizowanych metod prospekcji hydrogeologicznej. Przy pomocy odpowiednich reguł, możliwa jest korekcja obciążeń technicznych przypisanych do danej metody, względem metody referencyjnej. Zdefiniowane procedury kalibracyjne umożliwiają rekonyliację wyników, tj. uzgodnienie wyników pochodzących z różnych metod opróbowania na poziomie jednej stosowanej metody referencyjnej (Bilić-Zulle, 2011). Zastosowanie niniejszych procedur kalibracyjnych umożliwia uzyskanie spójnego porównywalnego wyniku i może być wykorzystywane do porównywania wyników pochodzących z różnych metod, w celu wyeliminowania niespójności i doprowadzenia do jednolitej zgodniej wersji. Graficzne zestawienie wyników modeli regresji odpornej Babloka-Passinga, zostało zaprezentowane w załączniku 6.

Na podstawie przeprowadzonych badań, analiz oraz modelowania matematycznego (statystycznego), Autor opracował i proponuje do użytku praktycznego empiryczne wzory (transformacje) przeliczeniowe z referencyjnej metody opróbowania RP do pozostałych stosowanych metod (tab. 12.1). Doświadczalne wartości stężeń poszczególnych wskaźników, dla których wzory przeliczeniowe mają zastosowanie dla wszystkich rozpatrywanych metod oznaczono **kolorem zielonym** (wiersze „doświadczalne wartości stężeń” w tab. 12.1)

tab. 12.1. Empiryczne wzory (transformacje) przeliczeniowe z referencyjnej metody opróbowania RP do pozostałych stosowanych metod (na podstawie modelu regresji odpornej Bablok-Passing)
Wzór ogólny: METODA = slope•RP + intercept (slope – współczynnik kierunkowy prostej; intercept – wyraz wolny)

Wskaźnik fizykochemiczny	METODA OPRÓBOWANIA							
	NP		LF		S		PP	
Temperatura (teren) [°C]	NP = 1.14670•RP - 1.12350		LF = 1.37440•RP - 4.02360		S = 1.02780•RP - 0.64840		PP = 0.84890•RP + 2.41510	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.87500; 1.54170)	i (-5.71670; 2.23130)	s (1.06700; 1.84280)	i (-8.93210; -0.81100)	s(0.83333; 1.20000)	i (-2.43000; 1.49171)	s(0.50000; 1.21111)	i (-0.00306; 0.00096)
doświadczalne zakresy temperatury [°C]	min= 9.8; max= 14.2		min= 9.8; max= 17.8		min= 9.8; max= 12.8		min = 0.025; max = 16.9	
pH (teren) [-]	NP = 1.17550•RP - 1.17320		LF = 1.12290•RP - 0.84830		S = 0.97060•RP + 0.22710		PP = 0.90640•RP + 0.67250	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.91100; 1.78130)	i (-5.44780; 0.70890)	s (0.95420; 1.44550)	i (-2.98760; 0.31690)	s(0.92770; 1.00000)	i (0.00500; 0.53270)	s(0.83333; 0.97130)	i (0.22930; 1.18120)
doświadczalne wartości pH [-]	min= 5.44; max= 8.39		min= 5.44; max= 8.49		min= 5.44; max= 7.63		min= 5.44; max= 7.63	
Przewodność elektrolityczna w 20°C (PEW) (teren) [µS/cm]	NP = 1.01610•RP -14.4497		LF = 0.95060•RP + 21.16620		S = 0.99890•RP + 0.76350		PP = 0.98970•RP + 3.16610	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.89740; 1.12130)	i (-59.52820; 31.72810)	s(0.85710; 1.01890)	i (-8.48240; 66.14290)	s(0.97810; 1.01570)	i (-6.76050; 10.06210)	s(0.93250; 1.04770)	i (-22.2466; 29.7295)
doświadczalne wartości PEW [µS/cm]	min= 265; max= 769		min= 265; max= 800		min= 265; max= 784		min= 265; max= 776	
Tlen rozpuszczony (teren) [mg O₂/l]	NP = 1.45520•RP + 0.16570		LF = 0.53210•RP + 0.16640		S = 0.78870•RP + 0.07810		PP = 1.62470•RP + 0.53750	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.70900; 2.75000)	i (-0.43530; 0.56370)	s (0.30170; 0.84110)	i (0.0552; 0.26670)	s(0.57490; 1.08730)	i (-0.06340; 0.22680)	s(0.71970; 2.58990)	i (-0.03840; 1.28810)
doświadczalne wartości stężeń [mg O ₂ /l]	min= 0.16; max= 6.73		min= 0.16; max= 5.01		min= 0.16; max= 5.9		min= 0.16; max= 6.4	
Ogólny węgiel organiczny (TOC) [mgC/l]	NP = 0.91440•RP + 0.21350		LF = 0.98070•RP - 0.00920		S = 0.92690•RP + 0.52320		PP = 1.03650•RP + 0.22500	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.76190; 1.25660)	i (-0.48840; 1.26700)	s (0.82610; 1.05870)	i (-0.89450; 0.88630)	s(0.86630; 1.00840)	i (0.25000; 0.83333)	s(0.90520; 1.15380)	i (-0.19660; 0.6766)
doświadczalne wartości stężeń [mg C/l]	min= 1.2; max= 54		min= 1.2; max= 59		min= 1.1; max= 50		min= 1.1; max= 52	
Amonowy jon [mg NH₄/l]	NP = 0.95953•RP - 0.00047		LF = 0.99158•RP + 0.00042		S = 1.03645•RP - 0.00096		PP = 1.04785•RP - 0.00083	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.77320; 1.13858)	i (-0.00346; 0.00567)	s (0.93103; 1.06452)	i (-0.00166; 0.00481)	s(1.02105; 1.05060)	i (-0.00148; -0.00053)	s(0.97895; 1.09852)	i (-0.00306; 0.00096)
doświadczalne wartości stężeń [mgNH ₄ /l]	min = 0.025; max = 18.1		min = 0.025; max = 17.0		min = 0.025; max = 16.3		min = 0.025; max = 16.9	
Antymon[mg Sb/l]	NP = 1.57726•RP - 0.00001		LF = 1.58586•RP - 0.00001		S = 1.09846•RP - 0.00000		PP = 1.16879•RP - 0.00000	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.00000; 2.00000)	i (-0.00003; 0.00000)	s(0.93846; 2.25926)	i (-0.00003; 0.00000)	s(0.93846; 1.44444)	i (-0.00001; -0.00000)	s(0.63077; 1.74074)	i (-0.00002; -0.0001)
doświadczalne wartości stężeń [mg Sb/l]	min = 0.000025; max = 0.00032		min = 0.000025; max = 0.00033		min = 0.000025; max = 0.00033		min = 0.000025; max = 0.00026	
Arsen[mg As/l]	NP = 1.5612•RP - 0.00016		LF = 0.75545•RP + 0.00024		S = 1.32414•RP - 0.00032		PP = 1.11242•RP - 0.00011	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.81538; 2.18519)	i (-0.00100; 0.00100)	s(0.00000; 1.00000)	i (-0.00003; 0.00000)	s(1.00000; 2.00000)	i (-0.00100; 0.00000)	s(0.83333; 3.00000)	i (-0.00200; 0.00017)
doświadczalne wartości stężeń [mg As/l]	min = 0.001; max = 0.011		min = 0.001; max = 0.011		min = 0.001; max = 0.013		min = 0.001; max = 0.00026	
Azotany[mg NO₃/l]	NP = 0.87884•RP + 0.06185		LF = 0.85139•RP + 0.12528		S = 1.00689•RP + 0.00790		PP = 0.83453•RP + 0.10753	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.61438; 1.00431)	i (-0.06936; 0.25477)	s(0.71982; 0.96320)	i (-0.02736; 0.26041)	s(0.98077; 1.02191)	i (-0.01189; 0.05000)	s(0.73346; 0.91836)	i (0.01121; 0.21046)
doświadczalne wartości stężeń [mg NO ₃ /l]	min = 0.2; max = 90.2		min = 0.2; max = 90.6		min = 0.02; max = 108		min = 0.2; max = 98.3	
Bar[mg Ba/l]	NP = 0.92604•RP + 0.00053		LF = 0.94661•RP + 0.00066		S = 1.00030•RP + 0.00000		PP = 1.03379•RP - 0.00038	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.71392; 1.03922)	i (-0.00133; 0.00628)	s(0.80476; 1.03106)	i (-0.00100; 0.00460)	s(1.00000; 1.00000)	i (0.00000; 0.00000)	s(0.95959; 1.11309)	i (-0.00267; 0.00164)
doświadczalne wartości stężeń [mg Ba/l]	min = 0.003; max = 0.081		min = 0.003; max = 0.081		min = 0.03; max = 0.142		min = 0.03; max = 0.12	
Barwa [mg Pt/l]	NP = 1.06771•RP - 0.30024		LF = 0.98179•RP + 0.00543		S = 1.05247•RP - 0.12371		PP = 1.09384•RP - 0.23654	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.84211; 1.25806)	i (-1.46745; 0.39474)	s (0.93548; 1.03167)	i (-0.09638; 0.16129)	s(0.97101; 1.19048)	i (-0.47619; 0.07246)	s(1.00000; 1.44444)	i (-1.11111; 0.00000)
doświadczalne wartości stężeń [mg Pt/l]	min = 2.5; max = 286		min = 2.5; max = 237		min = 2.5; max = 210		min = 2.5; max = 224	
Bor [mg B/l]	NP = 0.97137•RP + 0.00073		LF = 0.99848•RP + 0.00003		S = 1.00000•RP + 0.00000		PP = 1.00959•RP - 0.00017	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.87683; 1.00000)	i (0.00000; 0.00333)	s (1.00000; 1.00000)	i (0.00000; 0.00000)	s (1.00000; 1.00000)	i (0.00000; 0.00000)	s(1.00000; 1.01539)	i (-0.00015; 0.00000)
doświadczalne wartości stężeń [mg B/l]	min = 0.005; max = 0.19		min = 0.005; max = 0.22		min = 0.005; max = 0.19		min = 0.005; max = 0.2	
Chlorki [mg Cl/l]	NP = 1.12087•RP - 1.18458		LF = 1.06811•RP - 0.59683		S = 1.00671•RP + 0.06243		PP = 1.03315•RP - 0.07400	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (1.02711; 1.21356)	i (-2.44086; -0.03304)	s (1.02547; 1.16981)	i (-1.75577; 0.12960)	s (0.98247; 1.02083)	i (-0.27804; 0.37193)	s(0.92857; 1.17591)	i (-1.62020; 1.04438)
doświadczalne wartości stężeń [mg Cl/l]	min = 3.4; max = 112		min = 3.4; max = 111		min = 3.4; max = 109		min = 3.4; max = 111	

tab. 12.1. cd. Empiryczne wzory (transformacje) przeliczeniowe z referencyjnej metody opróbowania RP do pozostałych stosowanych metod (na podstawie modelu regresji odpornej Bablok-Passing)
Wzór ogólny: METODA = slope•RP + intercept (slope – współczynnik kierunkowy prostej; intercept – wyraz wolny)

Wskaźnik fizykochemiczny	METODA OPRÓBOWANIA							
	NP		LF		S		PP	
Cynk [mg Zn/l]	NP = 0.35632•RP - 0.00087		LF = 0.31443•RP - 0.00071		S = 0.98026•RP - 0.00399		PP = 0.41380•RP - 0.00101	
przedział ufnosci s- slope; i -intercept	s (0.00000; 1.37500)	i (-0.00813; 0.00150)	s (0.00000; 1.75000)	i (-0.01250; 0.00150)	s (0.40278; 1.46667)	i (-0.00770; 0.00025)	s (0.00000; 1.46875)	i (-0.00786; 0.00150)
doświadczalne wartości stężeń [mg Zn/l]	min = 0.0015; max = 0.095		min = 0.0015; max = 0.121		min = 0.0015; max = 0.047		min = 0.0015; max = 0.087	
Fluorki [mg F/l]	NP = 1.11843•RP - 0.00592		LF = 0.99946•RP + 0.00003		S = 0.85479•RP + 0.00726		PP = 0.94136•RP + 0.00293	
przedział ufnosci s- slope; i -intercept	s (0.89474; 1.26667)	i (-0.01333; 0.00526)	s (0.90000; 1.10000)	i (-0.00500; 0.00500)	s (0.73684; 1.00000)	i (-0.00770; 0.00025)	s (0.78947; 1.10000)	i (-0.00500; 0.01053)
doświadczalne wartości stężeń [mg F/l]	min = 0.05; max = 0.24		min = 0.05; max = 0.24		min = 0.05; max = 0.2		min = 0.05; max = 0.2	
Glin [mg Al/l]	NP = 0.97107•RP - 0.00002		LF = 1.03835•RP - 0.00012		S = 0.99909•RP + 0.00006		PP = 0.95193•RP - 0.00010	
przedział ufnosci s- slope; i -intercept	s (0.75233; 1.21429)	i (-0.00063; 0.00037)	s (0.78947; 1.24096)	i (-0.00045; 0.00005)	s (0.85714; 1.06738)	i (-0.00042; 0.00034)	s (0.76471; 1.20047)	i (-0.00053; 0.00017)
doświadczalne wartości stężeń [mg Al/l]	min = 0.00025; max = 0.8074		min = 0.00025; max = 0.9639		min = 0.00025; max = 0.8506		min = 0.00025; max = 0.6887	
ChZT [mg/l]	NP = 0.90908•RP + 0.08820		LF = 0.98375•RP + 0.00901		S = 0.95389•RP + 0.24118		PP = 1.05354•RP + 0.03271	
przedział ufnosci s- slope; i -intercept	s (0.80588; 1.21992)	i (-0.22366; 0.19412)	s (0.90400; 1.04521)	i (-0.05007; 0.09600)	s (0.89812; 1.01515)	i (-0.01515; 1.02516)	s (0.91589; 1.14630)	i (-0.14630; 0.59568)
doświadczalne wartości stężeń [mg/l]	min = 1; max = 96		min = 1; max = 112		min = 1; max = 95		min = 1; max = 99	
Kobalt [mg Co/l]	NP = 1.10479•RP - 0.00000		LF = 1.07591•RP - 0.00000		S = 1.26692•RP - 0.00001		PP = 1.06942•RP - 0.00000	
przedział ufnosci s- slope; i -intercept	s (0.19831; 1.96552)	i (-0.00002; 0.00002)	s (0.55556; 1.77094)	i (-0.00002; 0.00001)	s (1.18182; 1.44444)	i (-0.00001; -0.00000)	s (0.52941; 1.66667)	i (-0.00002; 0.00001)
doświadczalne wartości stężeń [mg Co/l]	min = 0.000025; max = 0.00031		min = 0.000025; max = 0.00056		min = 0.000025; max = 0.00144		min = 0.000025; max = 0.00067	
Krzemionka [mg SiO₂/l]	NP = 1.10752•RP - 2.83265		LF = 1.06431•RP - 1.40275		S = 1.03792•RP - 0.47072		PP = 1.03398•RP - 0.30055	
przedział ufnosci s- slope; i -intercept	s (0.97347; 1.36167)	i (-8.04632; -0.12419)	s (1.00000; 1.18006)	i (-3.80474; -0.20000)	s (1.00192; 1.06548)	i (-1.01434; -0.10000)	s (0.97732; 1.11570)	i (-1.50630; 0.51037)
doświadczalne wartości stężeń [mg SiO ₂ /l]	min = 6; max = 29.8		min = 6; max = 28.7		min = 6; max = 28.8		min = 6; max = 31	
Lit [mg Li/l]	NP = 1.04045•RP - 0.00028		LF = 0.98492•RP - 0.00007		S = 1.00011•RP - 0.00003		PP = 1.03428•RP - 0.00017	
przedział ufnosci s- slope; i -intercept	s (0.95687; 1.16667)	i (-0.00072; 0.00003)	s (0.91107; 1.07555)	i (-0.00036; 0.00017)	s (0.94118; 1.10277)	i (-0.00023; 0.00024)	s (0.94427; 1.10873)	i (-0.00044; 0.00017)
doświadczalne wartości stężeń [mg Li/l]	min = 0.0006; max = 0.0132		min = 0.0006; max = 0.0126		min = 0.0006; max = 0.0133		min = 0.0006; max = 0.0125	
Magnez [mg Mg/l]	NP = 0.96372•RP + 0.17911		LF = 0.98699•RP - 0.01208		S = 0.97268•RP - 0.02512		PP = 1.00542•RP - 0.06206	
przedział ufnosci s- slope; i -intercept	s (0.88697; 1.02357)	i (-0.17071; 0.72249)	s (0.94722; 1.00944)	i (-0.20000; 0.23333)	s (0.95016; 1.00000)	i (-0.18076; 0.11790)	s (0.95833; 1.08696)	i (-0.46087; 0.35301)
doświadczalne wartości stężeń [mg Mg/l]	min = 1.2; max = 21.8		min = 1.2; max = 26.9		min = 1.2; max = 26.1		min = 1.2; max = 26.6	
Mangan [mg Mn/l]	NP = 0.84101•RP + 0.01240		LF = 0.91182•RP + 0.01644		S = 1.03069•RP - 0.00046		PP = 0.96194•RP + 0.00673	
przedział ufnosci s- slope; i -intercept	s (0.70175; 1.00046)	i (0.00049; 0.04144)	s (0.74066; 1.00813)	i (0.00005; 0.03992)	s (1.00000; 1.06098)	i (-0.00234; 0.00000)	s (0.92526; 1.00925)	i (0.00347; 0.01218)
doświadczalne wartości stężeń [mg Mn/l]	min = 0.0005; max = 0.774		min = 0.0005; max = 0.953		min = 0.0005; max = 2.626		min = 0.0005; max = 2.747	
Mętność [mg NTU/l]	NP = 1.61835•RP - 0.06184		LF = 1.14294•RP - 0.01429		S = 1.17775•RP - 0.01777		PP = 1.11027•RP - 0.01103	
przedział ufnosci s- slope; i -intercept	s (0.50000; 2.21429)	i (-0.12143; 0.05000)	s (0.25000; 1.75000)	i (-0.07500; 0.07500)	s (1.00000; 1.50000)	i (-0.05000; 0.00000)	s (0.86603; 2.00000)	i (-0.10000; 0.01340)
doświadczalne wartości stężeń [mg NTU/l]	min = 0.1; max = 4.2		min = 0.1; max = 2.8		min = 0.1; max = 2.3		min = 0.1; max = 3	
Miedź [mg Cu/l]	NP = 0.68246•RP + 0.00006		LF = 0.75577•RP + 0.00004		S = 1.12031•RP - 0.00010		PP = 0.81265•RP - 0.00000	
przedział ufnosci s- slope; i -intercept	s (0.40786; 1.02592)	i (-0.00004; 0.00015)	s (0.47458; 1.00000)	i (-0.00005; 0.00013)	s (1.00000; 1.20896)	i (-0.00019; -0.00004)	s (0.67647; 0.92667)	i (-0.00009; 0.00007)
doświadczalne wartości stężeń [mg Cu/l]	min = 0.00015; max = 0.00678		min = 0.00015; max = 0.00689		min = 0.00015; max = 0.01555		min = 0.00015; max = 0.01249	
Molibden [mg Mo/l]	NP = 1.31565•RP - 0.00001		LF = 1.24143•RP - 0.00002		S = 1.12031•RP - 0.00010		PP = 1.16972•RP - 0.00001	
przedział ufnosci s- slope; i -intercept	s (0.94463; 1.98077)	i (-0.00007; 0.00003)	s (0.97509; 1.83333)	i (-0.00009; 0.00000)	s (1.00000; 0.00000)	i (0.84986; 1.02041)	s (1.01887; 1.46154)	i (-0.00004; 0.00000)
doświadczalne wartości stężeń [mg Mo/l]	min = 0.000025; max = 0.01104		min = 0.000025; max = 0.01053		min = 0.00025; max = 0.01095		min = 0.00025; max = 0.01042	
Nikiel [mg Ni/l]	NP = 0.82258•RP + 0.00006		LF = 0.85333•RP + 0.00004		S = 1.02933•RP - 0.00006		PP = 0.92652•RP - 0.00004	
przedział ufnosci s- slope; i -intercept	s (0.71831; 0.92432)	i (0.00000; 0.00017)	s (0.71390; 1.00000)	i (-0.00006; 0.00013)	s (0.94366; 1.12636)	i (-0.00026; 0.00002)	s (0.80647; 1.00000)	i (-0.00020; 0.00005)
doświadczalne wartości stężeń [mg Ni/l]	min = 0.00025; max = 0.0088		min = 0.00025; max = 0.0085		min = 0.00025; max = 0.0097		min = 0.00025; max = 0.0092	
Potas [mg K/l]	NP = 1.04928•RP + 0.00640		LF = 1.02801•RP + 0.03926		S = 0.99511•RP + 0.00767		PP = 0.98631•RP + 0.07010	
przedział ufnosci s- slope; i -intercept	s (1.00000; 1.20218)	i (-0.18000; 0.10000)	s (0.99091; 1.09188)	i (-0.08103; 0.10000)	s (0.96872; 1.00000)	i (0.00000; 0.04876)	s (0.92308; 1.07604)	i (-0.05469; 0.20358)
doświadczalne wartości stężeń [mg K/l]	min = 0.6; max = 97.8		min = 0.6; max = 97.2		min = 0.6; max = 87.4		min = 0.6; max = 90.9	
Siarczany [mg SO₄/l]	NP = 0.88909•RP + 0.54848		LF = 0.93600•RP + 0.31015		S = 1.01688•RP - 0.42275		PP = 1.01869•RP - 1.17408	
przedział ufnosci s- slope; i -intercept	s (0.81479; 0.97556)	i (-1.32052; 3.79006)	s (0.86926; 1.00984)	i (-1.82898; 2.26822)	s (0.99793; 1.03472)	i (-1.12532; 0.04800)	s (0.98194; 1.07683)	i (-3.91553; 0.25874)
doświadczalne wartości stężeń [mg SO ₄ /l]	min = 2.98; max = 145		min = 2.98; max = 143		min = 2.98; max = 172		min = 2.98; max = 169	

tab. 12.1. cd. Empiryczne wzory (transformacje) przeliczeniowe z referencyjnej metody opróbowania RP do pozostałych stosowanych metod (na podstawie modelu regresji odpornej Bablok-Passing)
Wzór ogólny: METODA = slope•RP + intercept (slope – współczynnik kierunkowy prostej; intercept – wyraz wolny)

Wskaźnik fizykochemiczny	METODA OPRÓBOWANIA							
	NP		LF		S		PP	
Stront [mg Sr/l]	NP = 0.94150•RP + 0.01473		LF = 1.00727•RP + 0.00308		S = 1.05816•RP - 0.00453		PP = 1.01705•RP + 0.00517	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.83333;1.01839)	i (-0.00136; 0.03220)	s (0.94717; 1.09255)	i (-0.00716; 0.01239)	s (1.03624; 1.07758)	i (-0.00785; -0.00056)	s (0.98019; 1.05781)	i (-0.00308; 0.01300)
doświadczalne wartości stężeń [mg Sr/l]	min= 0.093; max= 0.432		min= 0.093; max= 0.429		min= 0.093; max= 0.449		min= 0.093; max= 0.443	
Sód [mg Na/l]	NP = 1.04478•RP - 0.15980		LF = 1.02799•RP - 0.14280		S = 1.01171•RP + 0.00799		PP = 1.04307•RP - 0.12335	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.98851; 1.13531)	i (-0.67734; 0.16207)	s (1.00801; 1.05183)	i (-0.35581; 0.02018)	s (1.00000; 1.03096)	i (-0.09964; 0.10136)	s (1.00177; 1.14338)	i (-0.66590; 0.22419)
doświadczalne wartości stężeń [mg Na/l]	min= 2.5; max= 54.3		min= 2.5; max= 50.4		min= 2.5; max= 49.8		min= 2.5; max= 55.2	
Suma substancji rozpuszczonych [mg/l]	NP = 0.87842•RP + 47.36550		LF = 0.96786•RP + 16.21513		S = 0.99140•RP + 5.89108		PP = 0.98425•RP + 6.34558	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.67063; 1.03478)	i (-16.85354; 131.57383)	s (0.88095; 1.03402)	i (-9.80136; 52.46178)	s (0.96907; 1.03752)	i (-14.25052; 15.23035)	s (0.90616; 1.09466)	i (-39.74169; 39.84934)
doświadczalne wartości stężeń [mg/l]	min= 264; max= 661		min= 264; max= 744		min= 264; max= 782		min= 264; max= 739	
Twardość ogólna [mg CaCO₃/l]	NP = 0.91951•RP +15.34321		LF = 0.96107•RP + 7.13037		S = 1.00973•RP - 1.66965		PP = 0.98770•RP + 3.54560	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.74157; 1.00966)	i (-1.88548; 46.11656)	s (0.89103; 1.00709)	i (-4.08511; 22.51856)	s (1.00000; 1.01841)	i (-4.10545; 1.00000)	s (0.96189; 1.00620)	i (-0.20941; 8.29953)
doświadczalne wartości stężeń [mg CaCO ₃ /l]	min= 56; max= 361		min= 56; max= 437		min= 56; max= 453		min= 56; max= 433	
Uran [mg U/l]	NP = 0.90378•RP + 0.00000		LF = 1.01493•RP - 0.00000		S = 0.98207•RP + 0.00000		PP = 0.85912•RP + 0.00000	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.67490; 1.11559)	i (-0.00000; 0.00001)	s (0.88679; 1.14401)	i (-0.00000; 0.00000)	s (0.95947; 1.02210)	i (-0.00000; 0.00000)	s (0.69492; 1.03564)	i (-0.00000; 0.00001)
doświadczalne wartości stężeń [mg U/l]	min= 0.000025; max= 0.0118		min= 0.000025; max= 0.0121		min= 0.000025; max= 0.01052		min= 0.000025; max= 0.00739	
Wanad [mg V/l]	NP = -0.00187•RP + 0.00047		LF = 0.00238•RP + 0.00047		S = 0.03078•RP + 0.00046		PP = -0.00361•RP + 0.00050	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (-0.06182; 0.05889)	i (0.00029; 0.00053)	s (-0.01000; 0.02273)	i (0.00029; 0.00050)	s (0.00000; 0.11059)	i (0.00028; 0.00050)	s (-0.08000; 0.04583)	i (0.00046; 0.00054)
doświadczalne wartości stężeń [mg V/l]	min= 0.00007; max= 0.00057		min= 0.00007; max= 0.00056		min= 0.00007; max= 0.00144		min= 0.00007; max= 0.00067	
Wapń [mg Ca/l]	NP = 0.92378•RP + 5.08044		LF = 0.95813•RP + 2.89373		S = 1.01602•RP - 0.54942		PP = 0.99241•RP + 0.99102	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.73932; 1.00000)	i (-0.12486; 14.46992)	s (0.87013; 1.02300)	i (-1.29263; 9.15294)	s (1.00391; 1.03447)	i (-1.69696; 0.28278)	s (0.96794; 1.01689)	i (-0.08271; 2.35183)
doświadczalne wartości stężeń [mg Ca/l]	min= 14.5; max= 123.3		min= 14.5; max= 130.5		min= 14.5; max= 159.3		min= 14.5; max= 148.8	
Wodorowęglany [mg HCO₃/l]	NP = 0.86609•RP + 25.27208		LF = 0.96637•RP + 9.89553		S = 0.99078•RP + 2.42717		PP = 0.99908•RP + 1.39903	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.75261; 0.96606)	i (5.95459; 46.22347)	s (0.86300; 1.04348)	i (-4.83121; 27.16667)	s (0.94729; 1.02059)	i (-5.16854; 9.27585)	s (0.93127; 1.08416)	i (-12.69484; 17.90603)
doświadczalne wartości stężeń [mg HCO ₃ /l]	min= 60; max= 344		min= 60; max= 384		min= 60; max= 399		min= 60; max= 390	
Zasadowość ogólna [mgCaCO₃/l]	NP = 0.86616•RP + 20.81164		LF = 0.96646•RP + 7.90419		S = 0.98927•RP + 2.02571		PP = 1.00081•RP + 0.71421	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.75319; 0.96694)	i (3.97727; 37.96995)	s (0.85986; 1.04085)	i (-3.01328; 21.66794)	s (0.95000; 1.01990)	i (-4.04224; 7.48752)	s (0.93132; 1.08696)	i (-11.09833; 14.29412)
doświadczalne wartości stężeń [mgCaCO ₃ /l]	min= 49; max= 282		min= 49; max= 315		min= 49; max= 327		min= 49; max= 320	
Żelazo [mg Fe/l]	NP = 0.90788•RP + 0.03999		LF = 1.05670•RP + 0.02056		S = 1.06797•RP - 0.02025		PP = 1.07022•RP + 0.00668	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (0.79340; 1.07767)	i (0.00000; 0.28440)	s (0.89516; 1.16685)	i (-0.00090; 0.15640)	s (1.01040; 1.13207)	i (-0.16578; -0.00005)	s (1.01354; 1.13359)	i (-0.00095; 0.03673)
doświadczalne wartości stężeń [mg Fe/l]	min= 0.005; max= 16.83		min= 0.005; max= 22.09		min= 0.005; max= 17.32		min= 0.005; max= 18.74	
SPCA [mg/l]	NP = 1.22878•RP - 0.05720		LF = 1.05670•RP - 0.00733		S = 1.05535•RP - 0.01384		PP = 1.03635•RP - 0.00909	
przedział ufności s- slope; i -intercept	s (1.00000; 1.40430)	i (-0.10107; 0.00000)	s (1.00000; 1.12598)	i (-0.03150; 0.00000)	s (1.00000; 1.13333)	i (-0.03333; 0.00000)	s (1.00000; 1.16766)	i (-0.04192; 0.00000)
doświadczalne wartości stężeń [mg/l]	min= 0.25; max= 13		min= 0.25; max= 12		min= 0.25; max= 11		min= 0.25; max= 12	

13. Ocena wpływu stosowanych metod prospekcji hydrogeologicznej na interpretację wyników monitoringu, klasyfikację jakości wód podziemnych i ocenę stanu chemicznego JCWPd

W niniejszym rozdziale, zestawiono uzyskane w trakcie prac doświadczalnych wyniki analiz terenowych i laboratoryjnych, w zakresie analizowanych parametrów fizykochemicznych elementów nieorganicznych. Stężenia poszczególnych wskaźników, porównano z wymaganiami klasyfikacyjnymi jakości wód podziemnych zawartych w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019 poz. 2148).

Wyniki analiz pochodzą z próbek wód pierwszego poziomu wodonośnego, pobranych równocześnie pięcioma różnymi metodami, z punktów pomiarowo-kontrolnych krajowej Sieci Obserwacyjno-Badawczej Wód Podziemnych PIG-PIB. Dokonano oceny, uzyskanych w trakcie badań, wartości stężeń analizowanych wskaźników, które zostały wykorzystane do punktowej oceny jakości wód podziemnych w punktach, z uwzględnieniem stosowanych metod prospekcji hydrogeologicznej. Analizowany wskaźników, odpowiada Załącznikowi do Rozporządzenia (Dz. U. 2019 poz.2148) i obejmuje:

- elementy ogólne: odczyn pH, ogólny węgiel organiczny (C), przewodność elektrolityczna właściwa w 20°C, tlen rozpuszczony (O₂)

- elementy nieorganiczne: amonowe jony (NH₄), antymon (Sb), arsen (As), azotany (NO₃), azotyny (NO₂), bar (Ba), beryl (Be), bor (B), chlorki (Cl), chrom (Cr), cyjanki wolne (CN), cyna (Sn), cynk (Zn), fluorki (F), fosforany (PO₄), glin (Al), kadm (Cd), kobalt (Co), magnez (Mg), mangan (Mn), miedź (Cu), molibden (Mo), nikiel (Ni), ołów (Pb), potas (K), rtęć (Hg), selen (Se), siarczany (SO₄), sód (Na), srebro (Ag), tal (Tl), tytan (Ti), uran (U), wanad (V), wapń (Ca), wodorowęglany (HCO₃), żelazo (Fe).

Wskaźniki organiczne, ze względu na koszty i selektywne wykonywanie tych oznaczeń w punktach pomiarowych monitoringu chemicznego, nie były przedmiotem prac doświadczalnych.

Ustalenia klasy jakości wód podziemnych i oceny stanu chemicznego, dokonuje się na podstawie porównania wartości stężeń badanych elementów fizykochemicznych z wartościami granicznymi dla poszczególnych klas, zgodnie z przyjętymi w Rozporządzeniu (Dz.U. 2019 poz. 2148) przedziałami. Zgodnie z zapisami niniejszego Rozporządzenia,

klasyfikacja elementów fizykochemicznych stanu wód podziemnych dokonywana jest na podstawie wartości granicznych i obejmuje pięć następujących klas jakości wód podziemnych:

klasa I – wody bardzo dobrej jakości, w których wartości elementów fizykochemicznych

- a) są kształtowane wyłącznie w efekcie naturalnych procesów zachodzących w wodach podziemnych i mieszczą się w zakresie tła hydrogeochemicznego,
- b) nie wskazują na wpływ działalności człowieka

klasa II – wody dobrej jakości, w których

- a) wartości niektórych elementów fizykochemicznych są podwyższone w wyniku naturalnych procesów zachodzących w wodach podziemnych,
- b) wartości elementów fizykochemicznych nie wskazują na wpływ działalności człowieka albo wpływ ten jest bardzo słaby,

klasa III – wody zadowalającej jakości, w których wartości elementów fizykochemicznych są podwyższone w wyniku

- a) naturalnych procesów zachodzących w wodach podziemnych, lub
- b) słabego wpływu działalności człowieka,

klasa IV – wody niezadowalającej jakości, w których wartości elementów fizykochemicznych

- a) są podwyższone w wyniku naturalnych procesów zachodzących w wodach podziemnych,
- b) wskazują na wyraźny wpływ działalności człowieka,

klasa V – wody złej jakości, w których wartości elementów fizykochemicznych wskazują na znaczący wpływ działalności człowieka (antropopresję)

W ramach klasyfikacji stanu chemicznego wód podziemnych, uwzględniając poziom tła hydrogeochemicznego, określa się:

- a) **dobry stan chemiczny** (klasy jakości wód podziemnych I-III),
- b) **słaby stan chemiczny** (klasy jakości wód podziemnych IV-V).

Według tych kryteriów, cele środowiskowe są reprezentowane przez wartości progowe, określone granicą klas jakości wód podziemnych pomiędzy klasą III a IV.

Zgodnie z omawianym Rozporządzeniem oraz zapisami Dyrektywy 2000/60/WE, za dobry stan chemiczny wód podziemnych, uznaje się taki stan chemiczny w którym spełnione są poniższe warunki:

- 1) stężenia substancji zanieczyszczających, nie wykazują efektów dopływu wód słonych, ani innych wód o jakości zagrażającej zanieczyszczeniem wód podziemnych,
- 2) stężenia substancji zanieczyszczających, nie przekraczają norm jakości ustalonych dla wód podziemnych w przepisach dotyczących ochrony środowiska oraz zdrowia ludzi,
- 3) poziom stężenia substancji zanieczyszczających nie może prowadzić do:
 - a) nieosiągnięcia celów środowiskowych określonych dla jednolitych części wód powierzchniowych pozostających w bezpośrednim związku hydraulicznym z wodami podziemnymi,
 - b) obniżenia jakości chemicznej lub ekologicznej jednolitych części wód powierzchniowych, o których mowa w pkt. a,
 - c) powstawania znacznych szkód w ekosystemach lądowych bezpośrednio zależnych od wód podziemnych,
- 4) zmiany w przewodności elektrolitycznej nie wskazują na dopływ wód słonych ani innych wód o jakości zagrażającej zanieczyszczeniem wód podziemnych.

Za słaby stan chemiczny wód podziemnych, uznawany jest taki stan chemiczny, w którym nie jest spełniony co najmniej jeden z powyższych warunków. Dyrektywa 2000/60/WE i Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019 poz. 2148), nakazuje zastosowanie najbardziej restrykcyjnego warunku oceny stanu chemicznego, który determinowany jest uzyskanymi wartościami stężeń analizowanych wskaźników i przyjęcie jako klasy ostatecznej, najniższej uzyskanej klasy jakości wody. Dla wyników poniżej granicy oznaczalności (LOQ) stosuje się metodę podstawienia, w której przyjmuje się dla wskazanych wyników, wartości stężeń na poziomie połowy wartości tej granicy ($<LOQ = \frac{1}{2}LOQ$) (Dyrektywa 2000/60/WE, Dz.U. 2019 poz. 2148, Szczepańska J., Kmiecik E., 2005).

W ocenie stanu chemicznego wód podziemnych, zgodnie z Rozporządzeniem (Dz.U. 2019 poz. 2148), dopuszcza się przekroczenie wartości granicznych elementów fizykochemicznych stanu wód podziemnych, gdy wynika ono z naturalnych procesów,

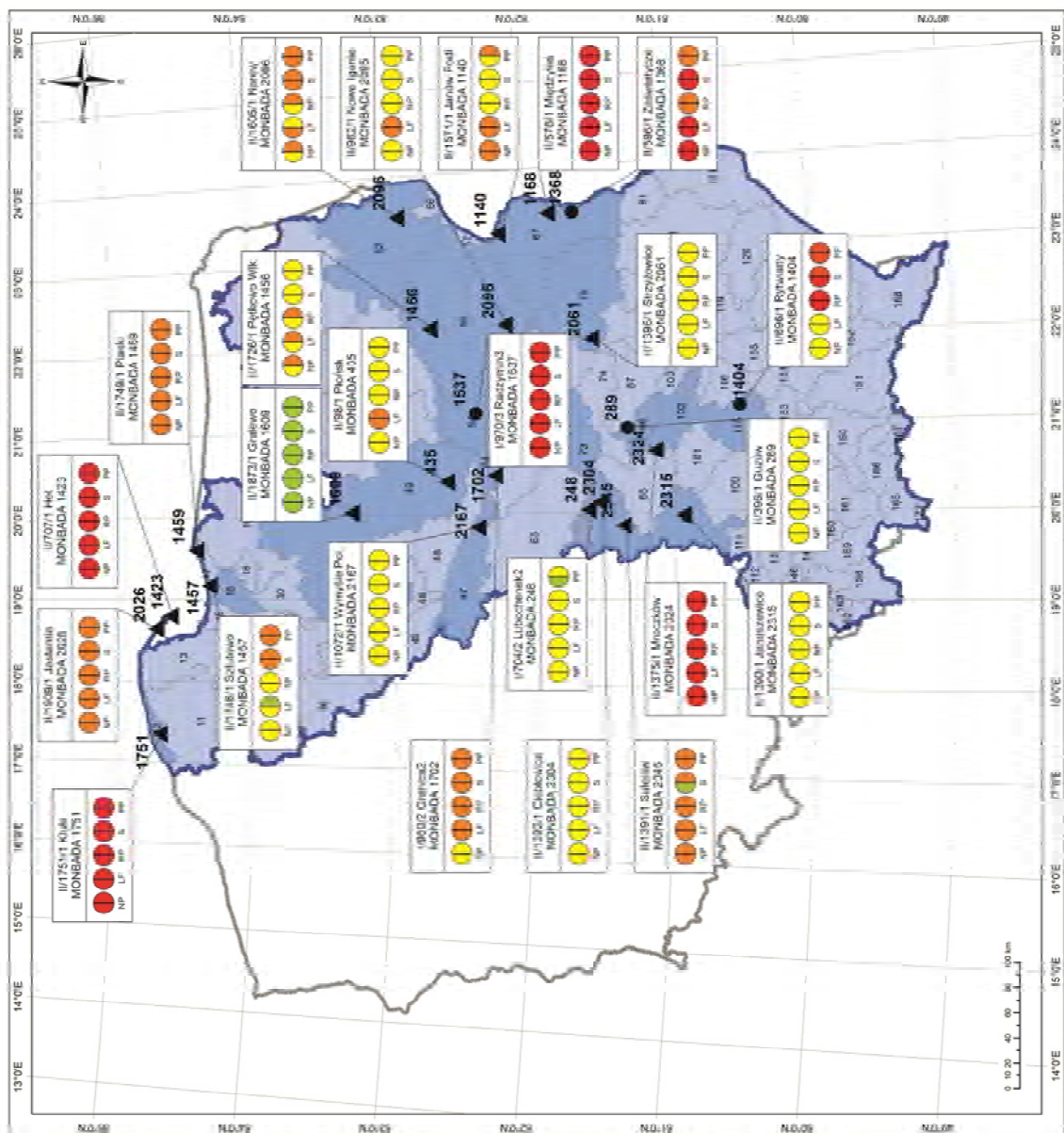
a przekroczenia mieszczą się w granicach przyjętych dla kolejnej, niższej klasy jakości wód podziemnych. Nie dotyczy to stężeń elementów fizykochemicznych oznaczonych, w złączniku do niniejszego Rozporządzenia, symbolem „H”. Wykorzystując metodę ekspercką możliwa jest poprawa klasy jakości wód o jedną klasę (Szczepańska J, Kmiecik E., 2005; Witczak S. i in. 2013).

W prezentowanej ocenie wpływu stosowanych metod prospekcji hydrogeologicznej na interpretację wyników monitoringu, klasyfikację jakości wód podziemnych i ocenę stanu chemicznego JCWPd, nie dokonano zmian i poprawy klasy jakości wód w oparciu o metodę ekspercką. Przedstawiona w niniejszym rozdziale, punktowa ocena, klasy jakości wód i ocena stanu chemicznego, uwzględnia zmienność wartości stężeń analizowanych wskaźników, wynikającą ze stosowanych metod prospekcji hydrogeologicznej.

Zgodnie z Rozporządzeniem (Dz.U. 2019 poz. 2148) w ocenie stanu chemicznego wód podziemnych, w przypadku więcej niż jednego badania monitoringowego przeprowadzonego w danym roku, uwzględnia się średnią arytmetyczną stężeń badanych parametrów w punkcie pomiarowym. Z uwagi na sposób przeprowadzonego doświadczenia (opróbowanie równoczesne) i założenia testu, autor w punktowej ocenie wyników próbek wód podziemnych, pobranych różnymi metodami (próbka podstawowa i dublowana dla każdej analizowanej metody) w danym punkcie badawczym, nie uwzględnia średniej arytmetycznej. Zastosowanie średniej arytmetycznej, przyczyniłoby się do zwiększenia ryzyka zatarcia różnic wynikających ze zmienności technicznej pomiędzy testowanymi metodami opróbowania, jak i w obrębie danej metody.

Powyższe informacje, pełna analiza klas jakości i oceny stanu na podstawie uzyskanych stężeń w podziale na metody opróbowania dla każdego punktu badawczego zawiera załącznik 7 pt. „Klasy jakości wód podziemnych i ocena stanu chemicznego wód podziemnych w punktach badawczych, wyznaczone na podstawie pojedynczych analiz próbek wód w podziale na stosowane metody prospekcji hydrogeologicznej”.

Ocenę punktową jakości (klasy jakości) wód podziemnych, w podziale na stosowane metody prospekcji hydrogeologicznej, przedstawia fig. 13.1. Natomiast ocenę stanu chemicznego wód podziemnych w punktach, w podziale na stosowane metody prospekcji hydrogeologicznej, zaprezentowano na fig. 13.2.



PUNKTOWA OCENA JAKOŚCI (KLASY JAKOŚCI) WÓD PODZIEMNYCH W PODZIALE NA STOSOWANE METODY PROSPEKCYJ HYDROGEOLOGICZNEJ

Objaśnienia:

- punkt pomiarowy ustalający poziom wodonośności o zmiennym natężeniu
- ▲ punkt pomiarowy ustalający poziom wodonośności o zmiennym swobodnym
- granica I i numer JCWP/PA
- granica I i numer JCWP/PA, na którego terenie znajdują się punkty pomiarowe

dotarcze Wód

Klasy jakości wód podziemnych w punkcie (wg. Dz. U. 2019 poz.2148)

- klasa I
- klasa II
- klasa III
- klasa IV
- klasa V

Stosowane metody (naciągajki) hydrogeologiczne (metody pobrania próbek)

- NP metoda „no pump” - pasywny próbnik dyskretny typu „Hydrasleeve”
- LF metoda „low flow” - pompa pastylacyjna - wydajność 0,5l/min
- RP metoda forwercyjna - pompa głębinowa zatapnia wirnikowa
- S metoda forwercyjna - pompa ssąca mechaniczna
- PP metoda „paw pumping” - pasywny próbnik dyskretny typu „Hydrasleeve” po pompowaniu konwencjonalnym
- próbka 1:2 (pociśnięta i dublowana) w danej metodzie

Fig. 13.1. Mapa – Punktowa ocena jakości (klasy jakości) wód podziemnych w podziale na stosowane metody prospekcji hydrogeologicznej

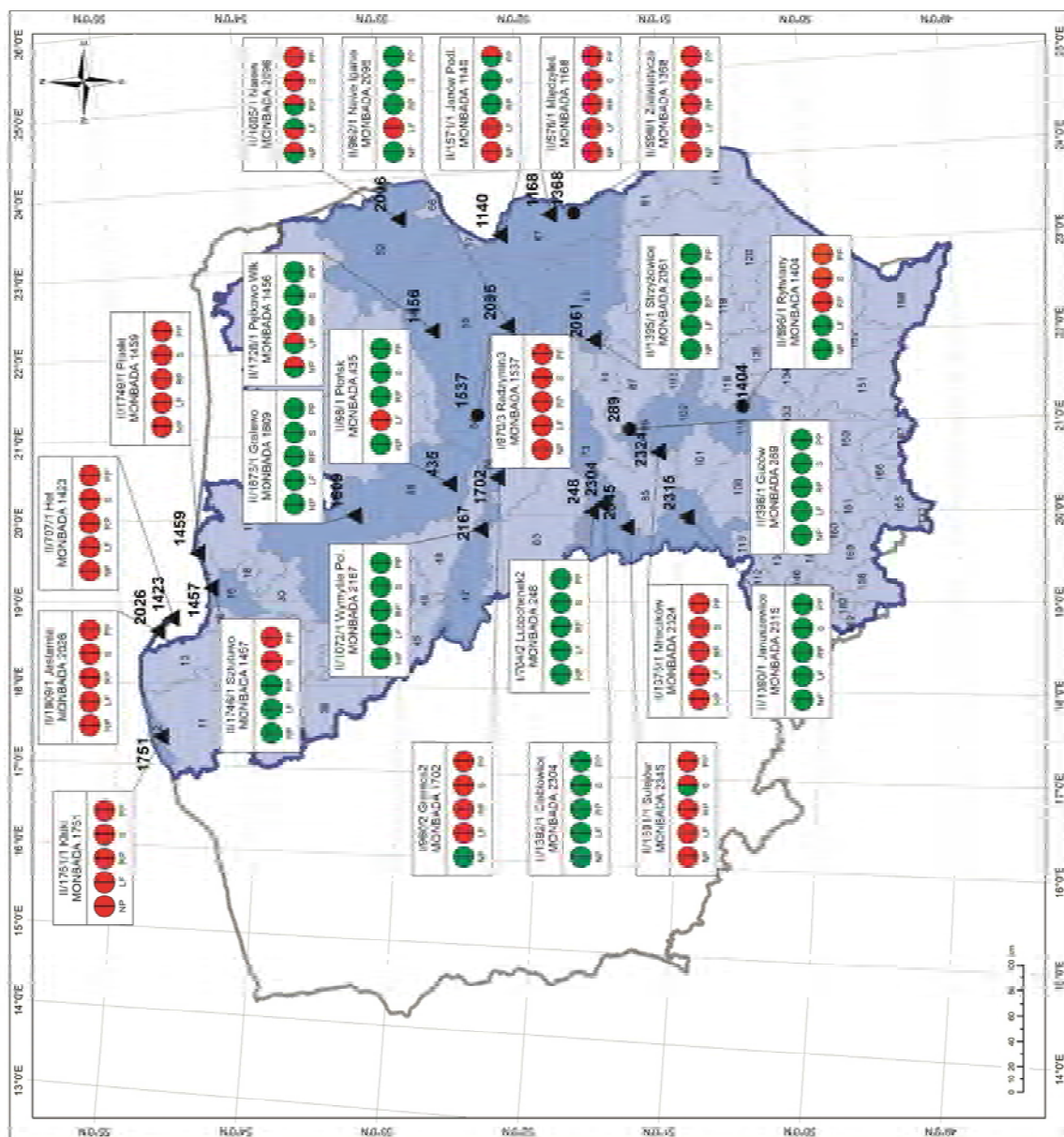


Fig. 13.2. Mapa – Punktowa ocena stanu chemicznego wód podziemnych w podziale na stosowane metody prospekcji hydrogeologicznej

Zaobserwowane zmiany klas jakości i stanu chemicznego wód podziemnych w punktach badawczych, wynikają ze zmiennych wartości stężeń wskaźników fizykochemicznych w odniesieniu do stosowanych metod prospekcji hydrogeologicznej. Zidentyfikowane różnice są związane ze zmiennością techniczną pomiędzy testowanymi metodami opróbowania, jak i w obrębie danej metody. Często obserwowanym przypadkiem jest zmiana klasy jakości i stanu chemicznego wód podziemnych w punkcie, wynikająca z niewielkich zmian wartości stężeń poszczególnych wskaźników, odnotowanych na granicy klas oraz wartości progowych, określonych granicą klas jakości wód podziemnych, pomiędzy klasą III a IV.

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń można stwierdzić, że stosowanie różnych metod opróbowania wód podziemnych, może mieć wpływ na zmianę klasy jakości i stanu chemicznego wód podziemnych. Nie należy bezwarunkowo i bezpośrednio wiązać stosowanej metody prospekcji hydrogeologicznej z konkretną klasą jakości, ani stanem chemicznym. W ocenie bieżących wyników monitoringu wód podziemnych, zaleca się wdrożenie do stosowania oceny eksperckiej w zakresie charakterystyki i obciążeń techniczno-analitycznych danej metody prospekcji hydrogeologicznej, które zostały zaprezentowane w niniejszej pracy w rozdziałach 6, 11 oraz 12.

14. Analiza kosztów związana ze stosowaniem różnych metod prospekcji hydrogeologicznej

Realizacja prac związanych z monitoringiem wód podziemnych, w szczególności pobieranie próbek wód podziemnych, jest jednym z najbardziej kosztownych zadań z zakresu prospekcji hydrogeologicznej. Opróbowanie wód podziemnych i potencjalny koszt stosowania dowolnego rodzaju metod pobierania próbek, stanowi istotny czynnik ze względu na koszty zakupu i użytkowania danego rodzaju wyposażenia, czasochłonność procesu oraz koszty logistyczne. Omawiane aspekty stanowią bardzo istotny element przy opracowaniu programów i strategii pobierania próbek.

W literaturze naukowej, tylko niektórzy autorzy i agencje środowiskowe (Barcelona i in. 1985; Robin, Gillham, 1987; Sladky, Roberts, 2002; Parsons, 2005; YSI Environmental, 2005; Baillieul i in., 2007; ITRC, 2007; U.S. EPA, 2010; Porowski i in. 2017; Wyszomierski, 2023) oraz producenci wyposażenia (E.O.N., 2020, 2023; Geoinsight 2020; Solinst 2020, 2024) zwracają uwagę na niezbędne nakłady finansowe związane prawidłowym pobieraniem próbek, zapewniającym wiarygodne wyniki. Publikacje producentów wyposażenia nie zawsze okazują się wiarygodne, ze względu na promowanie przez danego producenta lub dystrybutora swoich produktów.

Przy wyborze odpowiedniej metody pobierania próbek wód podziemnych, brane są pod uwagę nie tylko koszty, ale także czynniki związane z niezbędnym zakresem analiz, wymaganiami analitycznymi, warunkami naturalnymi oraz technicznymi. Zakłada się, że każda metoda jest technicznie odpowiednia i może zebrać niezbędną objętość wody wymaganej do analiz docelowych. W niniejszym opracowaniu podjęto próbę oszacowania i porównania kosztów, każdej z zastosowanych w badaniach testowych, metod pobierania próbek (próbnik pasywny dyskretny typu „Hydrasleeve” do opróbowań „no purge” – NP; pompa perystaltyczna do opróbowań typu „low flow” LF; pompa wirnikowa zatapialna głębinowa do opróbowań konwencjonalnych „objętościowych” – RP; spalinowa pompa ssąca do opróbowań konwencjonalnych „objętościowych” – S, próbnik pasywny dyskretny typu „Hydrasleeve” do opróbowań „past purging” – PP).

W zakresie szacowania kosztów, Autor bazował na kilkunastoletnim doświadczeniu w prowadzeniu prac monitoringowych i opróbowań wód podziemnych. Korzystał również z notatek terenowych oraz zestawień i dokumentacji terenowych z wcześniej prowadzonych badań (Śliwiński, 2021, 2022, 2023; Młyńczak, Kącka, 2020, 2021, 2022, 2023;

Wyszomierski, 2011, 2012, 2013, 2014, 2014, 2015, 2020; Wyszomierski, Mirowska, 2017, 2018, 2019; Wyszomierski, Rojek, 2021, 2022, 2023; Wyszomierski, Stańczak, 2016).

Analiza porównawcza, kosztów związanych ze stosowaniem różnych metod opróbowań nie obejmowała następujących kosztów:

- logistycznych (np. koszty transportu),
- typowych materiałów wykorzystywanych w trakcie pobierania próbek (np. rękawic nitrylowych, folii aluminiowej, pojemników na próbki),
- pojemników termicznych do transportu próbek (pasywne pojemniki izotermiczne, przewoźne zestawy chłodnicze),
- analiz fizyko-chemicznych wykonanych metodą „in-situ”,
- QC/QA (zapewnienie i kontrola jakości), w tym kosztów pobierania próbek kontrolnych zgodnie z wytycznymi obowiązujących norm (PN-EN ISO 5667-14:2016-11E).

Przyjęto, że wyżej wymienione nakłady finansowe dla poszczególnych metod testowych, są równe we wszystkich przypadkach i w dalszej części nie będą rozpatrywane. W rozważaniach i szacunkach dotyczących wydatków na opróbowanie z wykorzystaniem różnego rodzaju wyposażenia, mając na uwadze, że stosowane metody charakteryzują się różną czasochłonnością, zostały przyjęte następujące założenia:

- prognozowany czas wymagany dla każdej metody opróbowania, oparty jest na doświadczeniu terenowym i profesjonalnej ocenie,
- wszystkie próbki wód podziemnych, są pobierane przez dwuosobową ekipę terenową (wymóg normy PN-EN ISO 5667 – 1:2023-10),
- przyjęto stawkę w wysokości 90,00 PLN za godzinę pracy wynikającą ze średniej krajowej uwzględniającej wszystkie koszty pracodawcy (na podstawie danych GUS za 2024 r.)
- ceny dostępnych na rynku produktów uzyskano od dystrybutorów lub sprzedawców stosowanego wyposażenia,
- dla pasywnych jednorazowych próbników Hydrasleeve (NP), oszacowano cenę detaliczną, która została uzyskana poprzez zsumowanie kosztów jednostkowego zakupu próbnika i niezbędnych akcesoriów wielokrotnego użytku (obciążniki, systemy zawieszek oraz cechowana linka do opuszczenia próbnika – amortyzacja co 20 opróbowań),

- do wyposażenia wielorazowego użytku, przyjęto średnią trwałość wyposażenia oszacowaną na ok. 150 opróbowań, w tym czasie dochodzi do pełnej amortyzacji wyposażenia (zestawów pompowych wraz z akcesoriami),
- serwis i konserwacja stanowią 20-25% kosztów zakupu wyposażenia (lub zestawu pompowego),
- dla metod konwencjonalnych („RP”, „S”) przyjęto założenie 3-krotnej wymiany objętości słupa wody w otworze, a czas niezbędny na realizację tego założenia zależy od warunków naturalnych, warunków technicznych, sprawności hydraulicznej studni/piezometrów i wydajności pompowania, na podstawie wieloletnich doświadczeń i analizy czasu trwania pompowań oczyszczających z lat poprzednich, przyjęto że średni czas pompowania oczyszczającego standardowego punktu pomiarowego wynosi 2,5 h.

We wszystkich szacunkach dotyczących niezbędnego czasu na zastosowanie konkretnej metody, oprócz samego procesu pompowania oczyszczającego i pobierania próbek, uwzględniono również etap przygotowawczy i końcowy polegający na montażu i demontażu wyposażenia oraz obsługi technicznej wyposażenia.

Szczegółowe zestawienie kosztów w podziale na stosowane metody, przedstawia tabela „Analiza kosztów pobrania próbek wód podziemnych, zależnie od stosowanej metody” (tab.14.1.). W tabeli przedstawiono całościowe koszty związane z zakupem wyposażenia (w tym akcesoriów) niezbędnego dla danej metody wraz kosztami serwisu, energii (w tym paliwa). Sama ocena ekonomiczna, przedstawia koszt jednostkowy opróbowania jednego otworu badawczego.

Tab. 14.1. Analiza kosztów pobrania próbek wód podziemnych zależnie od stosowanej metody

Metoda	NP (pasywny próbnik dyskretny - „Hydrasleeve” model GSH130)	LF („low flow”) pompa pesystalyczna - Solinst 410)	RP (pompa wirnikowa zanurzeniowa głębinowa – Grundfos SQ/SQE 1-80)	S – spalinowa pompa ssąca Honda WX10	PP (pasywny próbnik dyskretny – „Hydrasleeve” po przeprowadzeniu pompowania oczyszczającego RP i S)
Wymagana ilość osób	2				
Koszt 1 roboczogodziny na osobę	90 PLN				
Średni czas opróbowania	1,5h	2h	3,5h	3,5h	4h

Tab. 14.1. cd. Analiza kosztów pobrania próbek wód podziemnych zależnie od stosowanej metody

Koszt próbników/ zestawu pompowego (koszt na 150 opróbowań)	33000 PLN	6000 PLN	8000 PLN	3000 PLN	33000 PLN	
	(cena jednostkowa 220 PLN/szt.)		dodatkowo niezbędny agregat prądotwórczy 7000 PLN		(cena jednostkowa 220 zł/szt.)	
Koszt niezbędnych akcesoriów – wyposażenia dodatkowego (koszt na 150 opróbowań)	ciężarki, zawiesia, karabińczyki, cechowana linka do opuszczenia próbnika, wieszak na próbnik łącznie 3300 PLN	akumulatory 3 szt. x 200PLN, jednorazowe przewody tłoczące 8000 PLN, złączki 400 PLN łącznie 9000 PLN	węże tłoczne, złączki i zawory hydr., linka zabezpieczająca łącznie 3000 PLN	przewody ssąco- tłoczące z koszem ssawnym 3 szt. x 500 PLN, złączki i zawory hydr. 500 PLN łącznie 2000PLN	ciężarki, zawiesia, karabińczyki, cechowana linka do opuszczenia próbnika, wieszak na próbnik łącznie 3300 PLN	
Koszt serwisu i konserwacji (koszt na 150 opróbowań)	0 PLN	1500 PLN	3000 PLN	1000 PLN	0 PLN	
Średni koszt energii (paliwa)/opr.	0 PLN	2 PLN	20 PLN	10 PLN	0 PLN	
Objętość próbki wody	l/	nieograniczona				l/
Jednostkowy koszt opróbowania	512 PLN gdy wymagana jest większa obj. próbki należy doliczyć na każdy 11 koszt nowego próbnika 220 PLN	472 PLN	790 PLN	680 PLN	po pomp.ocz. RP 1122 PLN	po pomp.ocz. S 1012 PLN
					gdy wymagana jest większa obj. próbki należy doliczyć na każdy 11 koszt nowego próbnika 220 PLN	

Wyniki przeprowadzonej analizy wskazują, że konwencjonalne pobieranie próbek (metody RP i S) jest droższe, niż opróbowania typu „no purge” - NP z wykorzystaniem dyskretnego próbnika pasywnego HydraSleeve oraz metodą LF - „low flow” z wykorzystaniem pompy perystaltycznej. Podstawową różnicą w kosztach pomiędzy omawianymi metodami, jest wymagany nakład czasowy pracy, związany ze stosowaniem danej metody opróbowania obejmujący przygotowania i obsługę techniczną oraz czas trwania pompowania oczyszczającego w metodach konwencjonalnych.

Specyficzną sytuację można zaobserwować dla metody „PP” - pobór próbek wód podziemnych z wykorzystaniem próbnika Hydrasleeve po przeprowadzeniu pompowań oczyszczających „past purging”. Omawiana metoda jest połączeniem konwencjonalnej

metody z wykorzystaniem pompowań oczyszczających oraz pobrania próbki wody z wykorzystaniem pasywnego próbnika dyskretnego. Na koszty opróbowania punktu wymienioną metodą, składają się zarówno koszty związane ze stosowaniem metody RP/S, jak i wydatki związane z koniecznością użycia jednorazowych próbników. Stosowanie tej metody, zazwyczaj jest ograniczone do bardzo specyficznych sytuacji związanych z zakresem i wymaganiami analitycznymi oraz warunkami technicznymi.

Najczęściej stosowaną podczas realizacji opróbowania, jest metoda konwencjonalna, wymagająca 3-krotnej wymiany objętości słupa wody w otworze przed poborem próbek. Na przykładzie danych zebranych podczas realizacji wielu monitoringów, blisko 70% punktów badawczych, było opróbowanych z wykorzystaniem zatapialnych pomp wirnikowych głębinowych (metoda RP). Powszechność wskazanej metody podyktowana jest jej uniwersalnością oraz możliwością szerokiego jej zastosowania, która została omówiona w rozdziałach 6 i 7.

Powyższa analiza wydatków, zapewnia ogólne porównanie wymaganych nakładów finansowych związanych ze stosowaniem konkretnych metod. Przedstawioną analizę kosztów, można wykorzystać jako wstępne narzędzie przesiewowe, podczas próby identyfikacji i doboru alternatywnych metod/technik pobierania próbek. Przed podjęciem ostatecznej decyzji odnośnie stosowanej metody pobierania próbek, niezbędne jest przeprowadzenie kompletnej analizy, uwzględniającej zarówno wymagany zakres analityczny, objętość próbek, czynniki naturalne i techniczne, specyficzne dla każdego miejsca badań. Czynniki ekonomiczne w aspekcie realizacji opróbowania, stanowią bardzo istotny element. Nie może on jednak wpływać na jakość, wiarygodność i ważność uzyskiwanych wyników.

15. Podsumowanie i wnioski

Uzyskane wyniki prac doświadczalnych, przeprowadzonej analizy statystycznej oraz modelowania matematycznego pozwoliły na wiarygodną ocenę ilościową oraz jakościową, stosowanych w ocenie stanu chemicznego wód podziemnych, terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej.

Wyniki przeprowadzonej analizy statystycznej oraz oceny ilościowej i jakościowej terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- wiarygodność stosowanych metod opróbowania jest bardzo podobna i nie ma podstaw odrzucenia lub preferencji poszczególnych metod;
- w omawianych metodach opróbowania wód podziemnych, na podstawie przeprowadzonej analizy zostały zidentyfikowane „istotne różnice” statystyczne pomiędzy metodami;
- różnice średnich stężeń analizowanych wskaźników w poszczególnych metodach, można traktować jako „BIAS” - błąd systematyczny metody, interpretowany jednocześnie jako obciążenie techniczne/ zmienność techniczną metody.

Wspomniany "błąd systematyczny" może być korygowany przy pomocy odpowiedniej reguły na podstawie modelu regresji odpornej Passing-Babloka. Umożliwiło to zdefiniowanie procedur kalibracyjnych dla poszczególnych metod i rekonyliacji wyników pochodzących z różnych metod opróbowania, na poziomie jednej stosowanej metody w celu uzyskania spójnego porównywalnego wyniku, wyeliminowania niespójności i doprowadzenia do jednolitej zgodniej wersji danych.

Przeprowadzone prace doświadczalne pozwoliły ponadto zidentyfikować „istotne różnice” pomiędzy stosowanymi metodami opróbowania wód podziemnych. Umożliwiło to zdefiniowanie uniwersalnych czynników oraz obciążeń analitycznych mogących mieć wpływ na zmienność uzyskiwanych wyników, wynikających z wykorzystania danej metody.

Wśród zidentyfikowanych czynników należy wymienić:

- reżim pompowania (w szczególności wydajność) determinuje zlewnię punktu badawczego traktowaną jako „obszar z którego pochodzi próbka wody podziemnej”,

- dla metod konwencjonalnych (RP i S) „obróbka mechaniczna” próbek wód podziemnych i wynikające z tego zmiany ciśnienia i temperatury oraz efekt kawitacji mają istotny wpływ na zmienność chemiczną próbki,
- dla metod konwencjonalnych (RP i S) obserwuje się obniżone zawartość gazów rozpuszczonych – odgazowanie próbek związane z procesem mechanicznej obróbki próbki, dużym przepływem i współwystępującym efektem kawitacji,
- metody bezpompowe (NP i PP) lub wolnego przepływu (LF) – charakteryzują się wysoką podatnością na zmienność warunków atmosferycznych, w szczególności zmienność temperatury otoczenia w trakcie pobierania próbek wód - ryzyko szybkiego ogrzania próbki.

Przedstawione w niniejszej rozprawie wyniki prac doświadczalnych pozwalają na zdefiniowanie dodatkowych wytycznych w zakresie prowadzenia badań terenowych monitoringu wód podziemnych. Wartości uzyskane w analizie ilościowej stosowanych metod opróbowań, pozwalają na wybranie optymalnej metody i mogą być wykorzystywane w tzw. badaniach celowanych, ukierunkowanych na wykrycie ekstremalnych wartości stężeń określonych wskaźników fizykochemicznych.

Dla cyklicznych badań monitoringowych bardzo istotnym aspektem decydującym o wiarygodności i ważności wyników jest realizacja monitoringu polegająca na prowadzeniu opróbowań w danym punkcie, w stały niezmienny sposób, tymi samymi metodami. Zmienność i wariancja techniczna poszczególnych metod prospekcji hydrogeologicznej, w przypadku stosowania różnych metod opróbowania, może w istotny sposób zaburzać i maskować naturalną zmienność składu chemicznego próbek wód podziemnych, tym samym wpływając na wiarygodności uzyskiwanych wyników i ich interpretację. W kanonie prowadzenia opróbowań wód podziemnych w trakcie realizacji monitoringów cyklicznych powinien znaleźć się zapis o konieczności stosowania tego samego typu wyposażenia względem poprzednio prowadzonych opróbowań. Niezbędne jest, aby sposób pobrania próbki wody był odnotowywany w protokole pobrania próbki.

W przypadku gdy w danym punkcie, z różnych przyczyn, nastąpiła zmiana sposobu opróbowania, istnieje ryzyko braku możliwości zapewnienia porównywalności wyników. Mając na uwadze wiarygodną interpretację i właściwą analizę wyników opróbowań, Autor opracował i proponuje do użytku praktycznego zastosowanie nowego narzędzia w ocenie stanu chemicznego wód podziemnych jakim są zdefiniowane przez Autora

niniejszej rozprawy, procedury kalibracyjne tj. empiryczne wzory (transformacje) przeliczeniowe umożliwiające rekoncepcję wyników.

16. Literatura i materiały archiwalne

Akaike, 1974 - A new look at the statistical model identification. IEEE Transactions on Automatic Control, 19 (6): 716–723, Bibcode:1974ITAC...19..716A, doi:10.1109/TAC.1974.1100705, MR 0423716.

Akaike, 1985 - Prediction and entropy. Atkinson, A. C.; Fienberg, S. E. (eds.), A Celebration of Statistics, Springer, pp. 1–24.

Appelo, Postma, 1993, „Geochemistry, Groundwater and Pollution”. Balkema, Rotterdam

Appelo, Postma, 2005; „Geochemistry, Groundwater and Pollution”. 2nd Edition, Balkema, Rotterdam. <http://dx.doi.org/10.1201/9781439833544>

Baillieul, Antsaklis, Moyne, Tilbury, Leonard, Paley, Lekien, Sepulchre, Fratantoni, Davis, Cantoni, Weyer, Li, Ooi, Mareels, Ryan, Samad, Bay, Godbole, Nair, Fagnani, Zampieri, Evansi, 2007 „Technology of Networked Control System” Proceedings of the IEEE Vol. 95, p.9-28 (J)

Banka, Dumont, Franklin, Klemm, Mudry, 2018, "Improved Methodology for Accurate CFD and Physical Modeling of ESPs" (PDF). International Society of Electrostatic Precipitation (ISESP) Conference 2018.

Baś, Jedlińska, Węgiel, 2014 - New electrochemical sensor with the renewable silver annular band working electrode: Fabrication and application for determination of selenium (IV) by cathodic stripping voltammetry. Electrochemistry Communications 49 (2014) 79–82, Elsevier

Bażyński, 1997 - Eksploatacja wód poziomu oligoceńskiego w Warszawie na tle zmian depresji regionalnej. Mat. konf. Oligoceński zbiornik wód podziemnych regionu mazowieckiego. Arch. PAN, Warszawa

Barcelona, Gibb, Helfrich, Garske, 1985 - Practical guide for ground-water sampling. Illinois State Water Survey Champaign, Illinois 985 ISWS, Contract Report 374

Barcelona, Varlje, Puls, Kaminski, 2005 - Ground water purging and sampling methods: History vs. hysteria. Ground Water Monitoring and Remediation 25: 52-62

Belluomini, Considine, McCrink, Owen, Woodling, 2008 - Representative sampling of groundwater for hazardous substances. Guidance Manual for Groundwater Investigations. California Environmental Protection Agency Department of Toxic Substances Control

Bidzińska, Płochniewski, 1971 - Wpływ sposobów pobierania oraz czasu i warunków przechowywania próbek wody na wyniki analizy chemicznej. Kwart. Geol., 15 p. 955-970, nr 4

Bieleń, 2019 – Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring diagnostyczny 2019 r. Arch. ZPPŚ PIG-PIB

Bilić-Zulle, 2021 - Comparison of methods: Passing and Bablok regression. Biochemia Medica, vol 21(1)

Błaszczuk, Górski, Hodejuk, Płochniewski, 1991 - Koncepcja monitoringu wód podziemnych. Prz. Geol., 39 (1): 7-11.

Błaszczuk, Macioszczyk, 1993 - Klasyfikacja jakości zwykłych wód podziemnych dla potrzeb monitoringu środowiska. PIOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa.

Bogert, Healey, Tukey, 1963 - The Quefreny Alanysis of Time Series for Echoes: Cepstrum, Pseudo Autocovariance, CrossCepstrum and Saphe Cracking. Proceedings of the Symposium on Time Series Analysis (M. Rosenblatt, Ed) Chapter 15, 209-243. New York: p. 209–243

Bordens, Abbott, 2008 - Research Design and Methods. A Process Approach, Seventh Edition, McGraw-Hill, New York 2008, s. 432.

Brodecki, 2022 - Prowadzenie działań Zespołu ds. badań zasięgów zanieczyszczeń zaistniałych w wyniku zdarzeń incydentalnych, awarii lub katastrof. Poster. Sesja jubileuszowa 50 lat Monitoringu Wód Podziemnych w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym.

Brzezińska, 2022 – Automatyka pomiarowa w monitoringu wód podziemnych. Poster. Sesja jubileuszowa 50 lat Monitoringu Wód Podziemnych w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym.

Brzezińska, Janica, Otwinowski, 2016 - Automatyka pomiarowa w służbie hydrogeologii. PZiTS, 21 (1): 123-127.

Burnham, Anderson, 2002 - Multimodel inference: understanding AIC and BIC in Model Selection (PDF). *Sociological Methods & Research*, 33: 261–304, doi:10.1177/0049124104268644, S2CID 121861644.

Burzyński, Sadurski, 2015 - Badania hydrogeologiczne wybrzeża Bałtyku Południowego. *Przegląd Geologiczny*, vol. 63, nr 10/1, 2015, p. 622–627

Cabalska, Felter, Hordejuk, Mikołajczyk, 2005a - Integracja systemów (hydrogeologicznych) baz danych dla potrzeb państwowej służby hydrogeologicznej. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, 12: 765-770.

Cabalska, Felter, Hordejuk, Mikołajczyk, 2005b - The Polish Hydrogeological Survey Database Integrator – A New GIS Tool For The Hydrogeological Database Management Useful In Mapping Process. *Prz. Geol.*, 53 (10/2): 917-920

CBDH Bank Hydro - Karty i profile otworów (<https://spd.pgi.gov.pl/PSH/>)

CUG zarządzenie nr 27 – Zarządzenie: W sprawie organizacji podstawowej sieci obserwacyjnej wód podziemnych Projekt podstawowej sieci obserwacji wód podziemnych na obszarze kraju.

Dąbrowski, Przybyłek, 2005 - Metodyka próbnych pompowań w dokumentowaniu zasobów wód podziemnych - poradnik metodyczny. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, ISBN: 83-86564-53-9

Dobkowska, Janica, Kapuściński, 2003 - Dokumentacja hydrogeologiczna określająca dyspozycyjne zasoby wód podziemnych czwartorzędowego piętra wodonośnego na obszarze zlewni Bugu od granicy państwa do zbiornika Zegrzyńskiego. *Przeds. Geol.* POLGEOL S.A., Centr. Warszawa

Dobkowska, Kapuściński, 2000 – Dokumentacja hydrogeologiczna określająca dyspozycyjne zasoby wód podziemnych poziomu kredowego, trzeciorzędowego, i czwartorzędowego na obszarze dorzecza Bugu granicznego. *Arch. Przeds. Geol.* POLGEOL S.A., Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa

Dobrzyński, 1968 - Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wód podziemnych dla Spółdzielni Pracy „Społeczność” w miejscowości Płońsk. *Arch. CAG PIG*, Warszawa

Dobrzyński, Stępień, 2009 - Ocena dystrybucji arsenu w wybranych wodach leczniczych Sudetów na podstawie filtracji membranowej i modelowania specjacyjnego. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego 436: 95–102, 2009r.

Dobson ,Barnett, 2018 - An Introduction to Generalized Linear Models. 4-ed, CRC Press, 2018

Drever, 1982 - The geochemistry of natural waters. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 388

Duchnowski, Miecznicki, 1983 - Aneks nr 1 do Projektu podstawowej sieci obserwacyjnej wód podziemnych na obszarze kraju (niepubl.). Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa

Dumble, Charlesworth, Haynes, 1993 - Groundwater monitoring protocols around landfill sites: The influence of well design, purging methods and sediment on the integrity of groundwater samples. In: Discharge Your Obligations, 2-4 November 1993, Kenilworth, Warwickshire. edited by Hall, K.E. and Coombs, J., 175-184. CPL Press. Newbury.

Dyrektywa Azotanowa 91/676/EWE (Dyrektywa Rady z dnia 12 grudnia 1991 r.)

Dyrektywa 2000/06/EC Parlamentu Europejskiego i Rady Europejskiej z 23.10.2000 r. (Ramowa Dyrektywa Wodna)

Dyrektywa 2006/118/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dn. 12 grudnia 2006 roku (Dyrektywa Wód Podziemnych)

E.O.N., 2020 - Sampling and Analysis: 1,4-Dioxane. ITRC 2020 (mat. producenta próbników HydraSleeve®)

E.O.N., 2023 - Passive Sampling Cost Savings Calculator. (mat. producenta próbników HydraSleeve®)

EPA540/S-95/504, 1996 - Groundwater issue: Low-flow (minimal drawdown) groundwater sampling procedures. United States Environmental Protection Agency National Risk Management Research Lab., Ada, OK United States. Subsurfaces Protection and Remediation Div.

EURACHEM 2019 – Eurachem/Citac Guide Measurement uncertainty arising from sampling. A guide to methods and approaches. 2nd Edition 2019

Felter, Forst, Gałkowski, Herbich, Mikołajków, Mordzonek, Mikołajczyk, Przytuła, Węglarz, 2012 – Zadania Systemu Przetwarzania Danych Państwowej Służby Hydrogeologicznej - rozpoznawanie, bilansowanie i ochrona wód podziemnych. PZiTS, 19 (1): 37-59.

Forkman, Johannes, 2009 - Estimator and tests for common coefficients of variation in normal distributions" (PDF). Communications in Statistics – Theory and Methods. 38 (2): 21–26. doi:10.1080/03610920802187448. S2CID 29168286. Archived (PDF) from the original on 6 December 2013. Retrieved 23 September 2013.

Galczak, Gidziński, Kowalczyk, 2012 – Dokumentacja geologiczna otworu badawczego sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego w miejscowości Pętkowo Wielkie. Arch. CAG PIG Warszawa

Gawęcki, 1962 – Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wody dla Szkoły Podstawowej w Mroczkowie, gm. Bliżyn. Arch. CAG PIG Warszawa

Gawin, Pachlaj 1993 - MONitoringowa BAza Danych stan obecny i perspektywy. PZiTS, 10 (1): 85-87

Geoinsight 2020 - <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=IYF8eHQSBAg>

Gidziński, 2003 - Potencjalne ogniska zanieczyszczeń o charakterze transgranicznym oraz stan obserwacji w sieciach monitoringowych wód podziemnych w strefie przygranicznej województwa podkarpackiego, Współczesne Problemy Hydrogeologii, 11: 363-366.

Gidziński, Galczak, Warumzer, Stojek, Piskorek, 2022a - Monitoring wód podziemnych w strefach przygranicznych Polski. Poster. Sesja jubileuszowa 50 lat Monitoringu Wód Podziemnych w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym.

Gidziński, Galczak, Stojek 2022b – EU WATERRES Groundwater monitoring in Poland. Groundwater monitoring in transboundary areas - Materiały metodyczne projektu EU WATERRES

Gołąb, 1959 – Zasady zdjęć geologicznych. PWT, Katowice

Gołąb J., 1964 - Podstawy racjonalnego ujęcia bilansu hydrologicznego dla obszaru Polski. Spr. z Czynn. i Podst. Nauk, t.IV, no. 1

Goś, 1968 – Karta otworu Międzyłęś Lecznica zwierząt. Arch. CAG PIG Warszawa

Graniczny, Kowalski, Piątkowska, Robakiewicz, Zachowicz, 1995 - Monitoring Zatoki Gdańskiej za pomocą metod teledetekcyjnych oraz modelowania hydrodynamicznego. Prz. Geol., 43 (6): 465-472

Groundwater Monitoring – Technical report on groundwater monitoring as discussed at the workshop of 25th June 2004 - Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC)

Grzybowska, Karwański, 2014 - Przykłady zastosowania macierzy migracji w zarządzaniu ryzykiem finansowym. Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, 2014, s.206-219

Guidance document no 3. - Analysis of Pressures and Impacts - Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC)

Guidance document no 7. Monitoring under the Water Framework Directive - Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC)

Guidance Document No. 15. - Guidance on Groundwater Monitoring - Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC)

Guidance document no 16. - Guidance on Groundwater in Drinking Water Protected Areas- Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC)

Guidance document no 17. - Guidance on preventing or limiting direct and indirect inputs in the context of the groundwater directive 2006/118/EC - Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC)

Guidance document no 18. Guidance on groundwater status and trend assessment - Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC)

Hastie, Tibshirani, Wainwright, 2015 - Statistical Learning with Sparsity: The Lasso and Generalizations. Monographs on Statistics and Applied Probability, 2015

Herbich, Knyszyński, Krajewski, Kuberski, Smoleń, 1985 – Hydrogeologiczne podstawy wykorzystania i ochrony wód podziemnych zlewni Krzyny. Rzocz. Międzyrzecki: 16-17

Herbich, Tyszewski, 1994 – Wybrane problemy bilansu wodnogospodarczego w świetle doświadczeń z pierwszej edycji warunków korzystania z wód zlewni Wkry. Zesz. Nauk. AR Wroc., 248, Konf., 5:135-142

Herbich, Dąbrowski, Nowakowski, 2003 – Ustalenie zasobów perspektywicznych wód podziemnych w obszarach działalności Regionalnych Zarządów Gospodarki Wodnej. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB

Hervé, Lynne, 2010 - Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) Sa.lkind N.(Ed.), „Encyclopedia of Research Design, 2010

Hordejuk, 1993 – Krajowy monitoring wód podziemnych, organizacja, główne wyniki prac i badań. PZiTS, 10 (1): 69–75.

Hordejuk (red.), 1994 – „Program monitoringu jakości wód podziemnych”. Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa

Hordejuk, Gawin, 1994 - Wyniki monitoringu jakości zwykłych wód podziemnych w latach 1991–1993 (sieć krajowa)”. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Wyd. PIOŚ, Warszawa.

Hordejuk, Miecznicki, Pich, 1992 - Monitoring wód podziemnych - metodyka i wstępne wyniki. Ogólnopolskie Seminarium Zintegrowany Monitoring Środowiska - metodologia, metody realizacji. Szczecinek-Storków, 12-13.10.1992 r. Arch. UAM, Poznań

Howell, 2010 - Statistical methods for psychology (7th ed.). Wadsworth, Cengage Learning

<https://circabc.europa.eu> (Centrum zasobów dotyczących komunikacji i informacji dla organów administracji, przedsiębiorstw i obywateli – Komisja Europejska)

Hyk, Stojek, 2019 - Analiza statystyczna w laboratorium badawczym. Wyd. Naukowe PWN

Imbrigiotta, Harte, 2020 - Passive Sampling of Groundwater Wells for Determination of Water Chemistry. Techniques and Methods, 1-D8 USGS Numbered Series, DOI/10.3133/tm1D8

ITRC, 2007 - Protocol for Use of Five Passive Samplers to Sample for a Variety of Contaminants in Groundwater. Interstate Technology & Regulatory Council 444 North Capitol Street, NW, Suite 445, Washington, DC 20001

Izydorczyk, 2015 - Niepewność pomiaru i walidacja pobierania próbek. Mat. szkoleniowe PROLAB Gliwice

Janica, Kucharczyk, 2019 – Opracowanie metodyki w zakresie oceny stanu technicznego SOBWP – analiza sprawności hydraulicznej otworów obserwacyjnych w zakresie korelacji danych pomiarowych. Arch. PIG-PIB

Janica, Kucharczyk, 2020 – Sprawozdanie z oceny stanu technicznego SOBWP – analiza sprawności hydraulicznej otworów obserwacyjnych w zakresie korelacji danych pomiarowych. Arch. PIG-PIB

Janica, Otwinowski, Brzezińska, 2013 - Rozpoznanie zasięgu zanieczyszczeń wód podziemnych związkami chlorowcopochodnymi na przykładzie ujęć w Bornem Sulinowie i Nowej Dębie. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego 456: 219–224, 2013 r.

Jędrzejczyk, 2017 – Sprawozdanie z Badań Biegłości, pobieranie próbek wody do spożycia PPW/2017. Klub POLLAB Sekcja Ochrony Środowiska

Jolliffe, Cadima, 2016 - Principal component analysis: a review and recent developments. Philosophical Transactions of the Royal Society A, Phil. Trans. R. Soc. A 374, <https://royalsocietypublishing.org/doi/epdf/10.1098/rsta.2015.0202>

Kaminski, 2006 - Groundwater sampling from very-low-yield monitoring wells. QED Environmental Systems Inc. Ann Arbor, Michigan, November 2006

Karwański, 2023 - Elementy statystyki jako narzędzie sterowania jakością i wynikami badań. Wyzwania i problemy badań laboratoryjnych w ochronie środowiska, Klub Polskich Laboratoriów Badawczych „POLLAB”

Karwański, Grzybowska, 2018 - Modeling correlations in operational risk. Acta Physica Polonica A, 2018, vol. 133, nr 6, s.1402-1407, cyfrowym DOI:10.12693/APhysPolA.133.1402

Karwański, Szczęsny, 2008 - Analiza ryzyka modelu szacowania rezerw IBNR w zakładzie ubezpieczeniowym. Modele stochastyczne dla danych zagregowanych i indywidualnych” Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego We Wrocławiu, 1207, p. 116-127

Kawęcka, Otwinowski, 2013 – Dokumentacja geologiczna otworów badawczych sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego, wykonanych w miejscowości Radzymin, gm. Radzymin, pow.wołomiński, woj. mazowieckie. Arch. CAG PIG, Warszawa

Kawęcka, Kochanowski, Bieleń, 2018 – Dokumentacja geologiczna otworu badawczego sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego, wykonanych w miejscowości. Nowe Iganie, gm. Siedlce, pow.siedlecki, woj. mazowieckie, JCWPd 55. Arch. CAG PIG, Warszawa

Kazimierski, 2001 - Monitoring wód podziemnych w sieci EUROWATERNET w Polsce. [W:] Karczewski A., Zwoliński Z. (red.), Funkcjonowanie geoekosystemów w zróżnicowanych warunkach morfoklimatycznych – monitoring, ochrona, edukacja. Stowarzyszenie Geomorfologów Polskich, Poznań

Kazimierski, 2022 – Historia monitoringu wód podziemnych w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym. Referat. Sesja jubileuszowa 50 lat Monitoringu Wód Podziemnych w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym.

Kazimierski, Cabalska, Gidziński, Kochanowski, Komorowski, Mikołajczyk, Nałęcz, Rudziński-Zapaśnik, Świeszczakowski, 2005 - Program monitoringu jednolitych części wód podziemnych na terenie Polski. Arch. Zakł. Państw. Inst. Geol., Warszawa

Kazimierski, Kuczyńska, Herbich, Leśniak, Sadurski, Skrzypczyk (red.) 2014 – Zweryfikowany program monitoringu wód podziemnych w układzie dorzeczy na lata 2016–2021. Arch. Zakł. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Kazimierski, Pilichowska-Kazimierska, 2006 – Monitoring i ocena stanów wód podziemnych. Monitoring Środowiska Przyrodniczego, 2006

Kazimierski, Przytuła, Modliński, Cabalska, Nowicki, 1998 – Dokumentacja hydrogeologiczna regionu mazowieckiego centralnej części niecki mazowieckiej, zawierająca weryfikację zasobów dyspozycyjnych trzeciorzędowego poziomu wodonośnego. Arch. CAG PIG, Warszawa

Kazimierski, Sadurski, red., 1999 - Monitoring osłony ujęć wód podziemnych. Państw. Inst. Geol.

Kazimierski, Sadurski, 2002 - Monitoring wód podziemnych w świetle nowych zadań państwowej służby hydrogeologicznej. *Prz. Geol.*, 50, (10/2): 671-679.

Kazimierski, Zapaśnik, 2003 – Hydrogeologia. W: Rzeka Bug – zasoby wodne i przyrodnicze. Wyd. IMGW, WSEiZ. Warszawa.

Kleczkowski, 1990 – Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony. AGH. Kraków Kazimierski, Gidziński, 2009; Współpraca międzynarodowa w zakresie podziemnych wód granicznych. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, 14: 223-230.

Kleczkowski, Rózkowski, 1997 - Słownik hydrogeologiczny. Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa

Kleczkowski, Szczepańska, Szczepański, Witczak, Rózkowski, 1993 -Zagadnienia metodyczne regionalnego monitoringu jakości zwykłych wód podziemnych. II Konf. Nauk. Biochemia, Geochemia, Hydrochemia Środowiska, AGH, Kraków

Kleczkowski, Szczepańska, Witczak, Rózkowski, Witkowski, 1995 - Regionalny monitoring jakości wód podziemnych w zlewni górnej Wisły - zagadnienia metodyczne. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, 7: 203-218.

Kmiecik, 2011 - Metodyczne aspekty oceny stanu chemicznego wód podziemnych. AGH, Kraków

Kochanowski, 2019a – Sprawozdanie roczne z realizacji zadania „Ocena stanu technicznego punktów sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych w 2019 r.” (zadanie PSH 23.8000.1901.08.0). Arch. PIG-PIB

Kochanowski, 2019b – Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring diagnostyczny 2019 r. Arch. ZPPŚ PIG-PIB

Kolago, 1959 - Zagadnienie sieci punktów obserwacji wód podziemnych. *Prz. Geol.*, 7 (12): 538-539

Kolago, 1970 - Mapa hydrogeologiczna Polski 1:1 000 000. Wyd. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Kolago, 1972 Hydrogeologiczna interpretacja wyników obserwacji wahań zwierciadła wód podziemnych. *Prz. Geol.*, 20 (8-9): 538-539.

Komorowski, 2019 – Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring diagnostyczny 2019 r. Arch. ZPPŚ PIG-PIB

Komorowski, Maciąg, Warumzer, 2022 - Sieć Obserwacyjno-Badawcza Wód Podziemnych. Poster. Sesja jubileuszowa 50 lat Monitoringu Wód Podziemnych w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym.

Kondracki, 2023 - Geografia regionalna Polski”. Wydawnictwo Naukowe PWN S.A ISBN WK073344

Kos, Kącka, Młyńczak, 2019 – Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring diagnostyczny 2019 r. Arch. ZPPŚ PIG-PIB

Kos, Młyńczak, 2014 – Sprawozdanie z prowadzenia i utrzymania sieci obserwacyjno-badawczej w obszarze działnia Oddziału Świętokrzyskiego PIG-PIB w Kielcach – rok 2014. Arch. PIG Oddz. Świętokrzyski

Kowalewski, 2011 - Dokumentacja geologiczna otworu badawczego sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego, wykonanych w miejscowości Sztutowo. Arch. CAG PIG, Warszawa

Kowalewski 2012a - Dokumentacja geologiczna otworu badawczego sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego, wykonanych w miejscowości Kluki Arch. CAG PIG, Warszawa

Kowalewski, 2012b - Dokumentacja geologiczna otworu badawczego sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego, wykonanych w miejscowości Piaski (Nowa Karczma). Arch. CAG PIG, Warszawa

Kowalewski, 2017a - Dokumentacja geologiczna otworu badawczego sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego, wykonanych w miejscowości Gralewo, gm. Płońnica, pow. działdowski, woj. warmińsko-mazurskie. Arch. CAG PIG, Warszawa

Kowalewski, 2017b - Dokumentacja geologiczna otworu badawczego sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego, wykonanych w miejscowości Jastarnia, gm. Jastarnia, pow. pucki, woj. pomorskie. Arch. CAG PIG, Warszawa

Kozerski, 1983 - Problems of the salt water origin in the Vistula Delta aquifers. *Geologia Applicata e Idrogeologia* 18(II): 325-333.

Kozerski, 1988 – Warunki występowania i eksploatacji wód podziemnych w gdańskim systemie wodonośnym. Aktualne problemy hydrogeologii, cz. 1: 1-20. Wyd. Inst. Morskiego. Gdańsk

Kozieł, 2021 – Sprawozdanie końcowe nr4/2021/SMP z Badania Biegłości Program Sampling. Symbol rundy 4.1/SMP/21 Przedsiębiorstwo Geologiczne Sp. z o.o. w Kielcach

Kozieł, 2023 - Sprawozdanie końcowe nr5/2023/SMP z Badania Biegłości Program Sampling. Symbol rundy 4.1/SMP/23 Przedsiębiorstwo Geologiczne Sp. z o.o. w Kielcach

Krakowiak, 2005 – Dokumentacja hydrogeologiczna z wykonania otworu hydrogeologiczno-badawczego w miejscowości Cieślówice Duże. Arch. CAG PIG, Warszawa.

Krakowiak, 2005 - Dokumentacja hydrogeologiczna z wykonania otworu hydrogeologiczno-badawczego w miejscowości Strzyżowice. Arch. CAG PIG, Warszawa.

Krakowiak, 2005 - Dokumentacja hydrogeologiczna z wykonania otworu hydrogeologiczno-badawczego w miejscowości Sulejów. Arch. CAG PIG, Warszawa.

Krakowiak, 2005 - Dokumentacja hydrogeologiczna z wykonania otworu hydrogeologiczno-badawczego w miejscowości Januszewice. Arch. CAG PIG, Warszawa.

Kreczko, Kordalski, Lidzbarski, Prussak, Sokołowski, 2000 - Studium warunków zasilania lateralnego Żuław Wiślanych. Inw. 651/2001 Arch. CAG PIG, Warszawa

Krogulec, 2004 - Ocena podatności wód podziemnych na zanieczyszczenia w dolinie rzecznej na podstawie przesłanek hydrodynamicznych. Wyd. U.W.

Krogulec, 2011 - Podatność naturalna i specyficzna wód podziemnych na zanieczyszczenia w dolinie rzecznej. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, 445: 337-344

Krogulec, Andrzejewska, Furmankowska, Zabłocki, 2009 - Analiza stanów wód podziemnych na obszarach podmokłych na przykładzie obserwacji w Kampinoskim Parku Narodowym. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego 436: 281–288

Krogulec, Gruszczyński, Kowalczyk, Małecki, Mieszkowski, Porowska, Sawicka, Trzeciak, Wojdalska, Zabłocki, Zaszewski, - 2022 - Causes of groundwater level and

chemistry changes in an urban area; a case study of Warsaw, Poland. *Acta Geologica Polonica*, Vol. 72 (2022), No. 4, pp. 495–517 DOI: 10.24425/agp.2022.142645

Krogulec, Sawicka, 2012 - Hydrogeologiczny aspekt w identyfikacji i ochronie ekosystemów zależnych od wód podziemnych. *Przegląd Geologiczny* 60 (3), 164-174

Krzepkowska, 2015 - Sprawozdanie Końcowe Nr 21/2015 z Badania Biegłości Poprzez Porównania międzylaboratoryjne Environ Symbol rundy 8/ENV/15 Przedsiębiorstwo Geologiczne Sp. z o.o. w Kielcach

Kuczyńska, Cabalska, Chada, Galczak, Gałkowski, Herbich, Hordejuk, Kazimierski, Kucharczyk, Kostka, Kowalczyk, Lewandowska, Madej, Mikołajczyk, Palak-Mazur, Rojek, Solovey, Stańczak, Wojewódka, 2013 - Raport o stanie chemicznym oraz ilościowym jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w podziale na 161 i 172 JCWPd, stan na rok 2012. <http://mjwp.gios.gov.pl/raporty-art/2012.html>

Kuczyńska, Cabalska, Czyżkowski, Galczak, Gałkowski, Herbich, Kazimierski, Kucharczyk, Kostka, Kowalczyk, Mikołajczyk, Mikołajków, Palak-Mazur, Rojek, Solovey, Woźnicka 2015 - Adaptacja metodyk przedstawionych w poradnikach UE dotyczących oceny stanu chemicznego i ilościowego wód podziemnych, opracowanie procedur i „makr” dla przeprowadzenia analiz, obliczeń i ocen - wersja trzecia, poprawiona. Arch. Zakł. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Kuczyńska, Palak-Mazur, Kostka, 2016 – „Ocena stanu wód podziemnych w kontekście wymogów raportowania do Komisji Europejskiej” *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 466: 179-192.

Kuczyńska, Palak-Mazur, Rojek, Kostka, Galczak, Gidziński, Józwiak, Kowalczyk, Olędzka, Piskorek, Gałkowski, Połujan-Kowalczyk, Stańczak, Razowska-Jaworek, Mikołajczyk, 2017 - Raport o stanie jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach - stan na rok 2016; <http://mjwp.gios.gov.pl/raporty-art/2016.html>

Kuczyńska i in., 2020 - Aktualizacja programu monitoringu jednolitych części wód podziemnych w układzie dorzeczy na lata 2022–2027. Arch. PIG-PIB

Leśniak, Wilamowski 2016 – Sprawozdanie z realizacji zadania - Datowania wód podziemnych na podstawie analizy izotopowej trytu w wybranych punktach Sieci Obserwacyjno-Badawczej Wód Podziemnych PIG-PIB w 2016 r. Arch. Zakł. PIG-PIB

Leśniak, Wilamowski 2017 - Skład izotopowy azotanów w wodach podziemnych Polski. Prz. Geol., 65 (11/1): 1104–1108

Lisicki (red.) i in., 2010 – Mapa geologiczna Polski w skali 1: 1 000 000

Lidzbarski, 2001 – Główne zbiorniki wód podziemnych na obszarze województwa pomorskiego. Wybrane problemy ochrony środowiska gruntowo-wodnego w województwie pomorskim. Państw. Inst. Geol. EKOKONSULT, Gdańsk

Lidzbarski i in., 2005 – Ogólna charakterystyka geologiczna i hydrogeologiczna Regionu Dolnej Wisły. Arch. RZGW w Gdańsku

Lidzbarski, Prussak, Prussak, Kordalski, 2007 - Dokumentacja Hydrogeologiczna zasobów eksploatacyjnych ujęcia wód podziemnych CWŻ Letniki z utorów czwartorzędowych. Kat. 828 Arch. Państw. Inst. Geol., Oddz. Geol. Morza, Gdańsk

Lis 1972 – Karta rejestracyjna studni dla Szkoły Podstawowej w Rytiwanach. Arch. Urz. Woj. Wydz. Ochr. Środ., Tarnobrzeg

Lis, 1965 – Powykonawcza dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wody dla Szkoły Podstawowej w Guzowie. Arch. Urz. Marsz. Woj. Mazowieckiego, Warszawa

Liu, Shuang, 2012 - Confidence Interval Estimation for Coefficient of Variation (Thesis). Georgia State University. p.3. Archived from the original on 1 March 2014. Retrieved 25 February 2014

Łodziński, 1973 – Zmiany składu fizykochemicznego wód z otworów oligoceńskich w rejonie Warszawy. Przegl. Geol., 21, 3: 148 - 151

Macioszczykowa, 1979 – Chemizm wód trzeciorzędowych i kredowych oraz jego geneza w zachodniej części niecki mazowieckiej. Prace Hydrogeologiczne. Seria Specjalna. Inst. Geologiczny, z. 11, Warszawa

Macioszczykowa, 1980 - Regionalna strefowość hydrochemiczna Niecki mazowieckiej. Sympozjum "Współczesne problemy hydrogeologii regionalnej" Jachranka k/Warszawy, str. 204-212,

Macioszczyk, 1985 - Modelowanie dużych regionalnych systemów hydrogeologicznych. OPT-NOT, Warszawa.

- Macioszczykowa, 1985** - Antropogeniczne zmiany tła hydrogeochemicznego obszarów zagospodarowanych rolniczo. Materiały VI Sympozjum "Problemy wykorzystania wód podziemnych w gospodarce komunalnej", NOT Częstochowa 1985r., str. 67-80
- Macioszczykowa, Dobrzyński, 2002** – Hydrogeochemia. Strefy aktywnej wymiany wód podziemnych. Wyd. Nauk. PWN
- Macioszczykowa, Dobrzyński, 2007** – Hydrogeochemia. Strefy aktywnej wymiany wód podziemnych. Wyd. Nauk. PWN
- Macioszczyk (T.), Kazimierski, 1985** – Zasoby eksploatacyjne dużych jednostek regionalnych jako efekt optymalizacji bilansu wód podziemnych na drodze symulacji modelowej. Ibidem: 97-137
- Macioszczyk, Kazimierski, 2003** - Monitoring wód podziemnych w świetle nowych przepisów prawa. Współczesne Problemy Hydrogeologii, 11 (2): 411-415. 40.
- Madsen, Thyregod, 2011** - Introduction to General and Generalized Linear Models. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, doi.org/10.1201/9781439891148
- Majewski, Rysak, 2019** – Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring diagnostyczny 2019 r. Arch. ZPPŚ PIG-PIB
- Malinowski, Przytuła, 1991** - Metodyczne zasady interpretacji wahań zwierciadła wód podziemnych niecki lubelsko-radomskiej. Kwart. Geol., 25 (2): 235-250
- Malinowski, Przytuła, Komorowski, 1991** - Ocena wyników wahań zwierciadła wód podziemnych w regionie mazurskim i mazursko-podlaskim w latach 1977-1988. Mat. niepubl. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Małecka, 1985** - Znaczenie badań stacjonarnych w rozpoznaniu reżimu hydrogeologicznego źródeł i wywierzyisk krasowych w Tatrach. Współczesne Problemy Hydrogeologii, 3: 119-131.
- Małecka, Lipniacka, 1989** - Sieć hydrogeologicznych obserwacji stacjonarnych na Podhalu - założenia i wstępna interpretacja wyników. Prz. Geol., 37 (2): 484-491
- McAlary, Barker, 1987** - Volatilization Losses of Organics During Ground Water Sampling from Low Permeability Materials. Groundwater Monitoring & Remediation. Volume7, Issue4, December 1987, p. 63-68

Midway, Robertson, Flinn, Kaller, 2020 - Comparing multiple comparisons: practical guidance for choosing the best multiple comparisons test. PeerJ

Mielnicki, 1979 – Dokumentacja hydrogeologiczna użytkowych poziomów wodonośnych w rejonie Skierniewic. CAG PIG, Warszawa

Migaszewski, Gałuszka, 2007 - Podstawy geochemii środowiska. Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa

Mitęga, Hordejuk, Czarniecka-Januszczuk, Frankowski, Gałkowski, Herbich, Hordejuk, Janecka-Styrz, Kowalczyk, Kublik, Kuczyńska, Majer, Myciuk, Nowicki, Palak, Rojek, Sadurski, Skrzypczyk, Stępińska-Drygała, Wesołowski, 2010 - Ocena stanu chemicznego i ilościowego jednolitych części wód podziemnych w 2007 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska, IOŚ, Warszawa

Młyńczak i in., 2019; – Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring diagnostyczny 2019 r. Arch. ZPPŚ PIG-PIB

Młyńczak, Kącka, 2020 - Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring operacyjny 2020 r. Arch. ZPPŚ PIG-PIB

Młyńczak, Kącka, 2021 - Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring operacyjny 2021 r. Arch. ZPPŚ PIG-PIB

Młyńczak, Kącka, 2022 - Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring diagnostyczny 2021 r. Arch. ZPPŚ PIG-PIB

Młyńczak, Kącka, 2023 - Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring operacyjny 2023 r. Arch. ZPPŚ PIG-PIB

Muranowicz, 1997 – Projekt badań geologicznych dla założenia stacji hydrogeologicznej w miejscowości Granica w celu obserwacji wód podziemnych w utworach czwartorzędowych i trzeciorzędowych, woj. stołeczne warszawskie. Arch. CAG PIG, Warszawa

Mycielski, Goczek, 2013 - Modelowanie stóp procentowych” Rola informatyki w naukach ekonomicznych i społecznych, str. 286-302, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Handlowej w Kielcach

Nałęcz, Gidziński, Kazimierski, Sadurski, 2011 - Transgraniczny monitoring wód podziemnych wzdłuż wschodniej granicy Unii Europejskiej - dotychczasowe doświadczenia i plany na przyszłość. Biul. Państw. Inst. Geol., 445: 437-446.

Nanda, Mahapatra, Mohapatra, 2021 - Multiple comparison test by Tukey's honestly significant difference (HSD): Do the confident level control type I error, International Journal of Statistics and Applied Mathematics 2021; 6(1): 59-65

Nielsen, 2005 - Practical handbook of environmental site characterization and ground-water monitoring. 2nd ed. CRC Press: 1328.

Nielsen, Nielsen 2007 - Handbook of ground-water sampling. 2nd CRC Press LLC

Nogas, 1966 – Karta dokumentacja otworu wiertniczego w miejscowości Wymysle Polskie. Arch. CAG PIG-PIB, Warszawa.

Norma PN-C04584:1977 - Woda i ścieki - Pomiar temperatury. ICS: 13.060.60

Norma PN-EN ISO 5667 – 1:2008 - Jakość wody - Pobieranie próbek - Część 1: Wytyczne dotyczące opracowywania programów pobierania próbek i technik pobierania próbek. ICS: 13.060.45

Norma PN-EN ISO 5667 – 1:2023-10 - Jakość wody - Pobieranie próbek - Część 1: Wytyczne dotyczące opracowywania programów pobierania próbek i technik pobierania próbek. ICS: 13.060.45

Norma PN-EN ISO 5667-3:2018-08 - Jakość wody - Pobieranie próbek - Część 3: Utrwalanie i postępowanie z próbkami wody. ICS: 13.060.45

Norma PN-ISO 5667-11:2004 - Jakość wody - Pobieranie próbek - Część 11: Wytyczne dotyczące pobierania próbek wód podziemnych. ICS: 13.060.10, 13.060.45

Norma PN-ISO 5667-11:2017-10 - Jakość wody - Pobieranie próbek - Część 11: Wytyczne dotyczące pobierania próbek wód podziemnych. ICS: 13.060.10, 13.060.45

Norma PN-EN ISO 5667-14:2016:11 - Jakość wody - Pobieranie próbek - Część 14: Wytyczne dotyczące zapewnienia jakości i kontroli jakości podczas pobierania próbek wód środowiskowych i postępowania z nimi. ICS: 13.060.45

Norma PN-EN ISO 10523:2012 - Jakość wody - Oznaczanie pH . ICS: 13.060.50

Norma PN-EN 27888:1999 - Jakość wody - Oznaczanie przewodności elektrycznej właściwej. ICS: 13.060.60

Norma PN-EN ISO/IEC-17025-2018 - Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących. ISC: 03.120.20

Nowakowski, 1979 - Zasoby eksoloatacyjne wód podziemnych oraz ocena aktualnego i perspektywicznego ich wykorzystania na terenie województwa białostockiego. Inw. 45203 Kat. 46/106 Arch. CAG PIG, Warszawa

Nowakowski, Nowicki, 2007 – Region Narwi, Pregoty i Niemna. [W] Paczyński, Sadurski, red. 2007 - Hydrogeologia regionalna Polski tom I Wody słodkie. Państw. Inst. Geol. Warszawa. S. 277-288

Nowicki, 2000 – Mapa hydrogeologiczna Polski, 1:50000, ark. Żychlin. Państw. Inst. Geol. Warszawa

Nowicki, 2001 – „Wiek” wód podziemnych występujących w utworach oligocenu we wchodniej i południowej części niecki mazowieckiej na podstawie oznaczeń izotopów węgla i chloru. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa

Oficjalska, Włostowski, Kaliński, Pęczkowska, Figiel, Kozina, Kowalewska, 1996 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia stref ochronnych zbiorników wód podziemnych w utworach czwartorzędowych GZWP 222 – Dolina Środkowej Wisły. Arch. Polgeol. Warszawa

Ortega, Rheinboldt, 2000 - Iterative Solution of Nonlinear Equations in Several Variables. Philadelphia, PA: SIAM, 2000

Osmęda-Ernst, Szczepańska, Witczak, Postawa, Dolik, Bednarczyk, 1995 - Analiza precyzji badań hydrogeochemicznych w monitoringu jakości wód podziemnych. Współczesne Problemy Hydrogeologii, 7: 359-365

Ostrowski, 2003 - Dynamika i wieloletnie tendencje zmian zasobów wodnych. W: Rzeka Bug, zasoby wodne i przyrodnicze: 36-55. Wyd. IMGW, WSEiZ. Warszawa

Pacholewski, Rózkowski, 1982 - Metody badań zlewni podziemnej Wiercicy i jej bilansu hydrogeologicznego. Tech. Poszuk., 57 (3): 24-29.

Pacholewski, Razowska, Hermański, 1995 - Zmiany w środowisku hydrogeochemicznym w obrębie wypełniającego się leja depresji zlikwidowanych kopalń rud żelaza rejonu kłobucko-częstochowskiego. Współczesne Problemy Hydrogeologii, 7: 143-149.

Paczyński (red.), 1993 – Atlas hydrogeologiczny Polski 1:500000, cz. I, Warszawa

Paczyński (red.), 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski 1:500000, cz. II, Warszawa

Paczyński, Sadurski (red.), 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski tom I Wody słodkie. Państw. Inst. Geol. Warszawa

Palak, Kazimierski, Cabalska, Galczak, Gałkowski, Kostka, Kowalczyk, Kucharczyk, Kuczyńska, Mikołajczyk, Mrowiec, Solovey, 2011 - Ocena stanu chemicznego i ilościowego jednolitych części wód podziemnych w 2010 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Insp. Ochr. Środ., Warszawa.

Palak-Mazur i in., 2020 - Ocena stanu chemicznego i ilościowego jednolitych części wód podziemnych w 2019 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Insp. Ochr. Środ., Warszawa.

Palak-Mazur i in. 2023 - Ocena stanu chemicznego i ilościowego jednolitych części wód podziemnych w 2022 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Insp. Ochr. Środ., Warszawa.

Parsons, 2005 - Final Results Report for the Demonstration Of No-Purge Groundwater Sampling Devices at Former McClellan Air Force Base, California.
S:\ES\WP\Projects\741436\McClellan\7.doc

Partyka, 2023 - Sprawozdanie, a informacje związane z pobieraniem próbek. Wyzwania i problemy badań laboratoryjnych w ochronie środowiska, Klub Polskich Laboratoriów Badawczych „POLLAB”

Passing, Bablok, 1983 - A new biometrical procedure for testing the equality of measurements from two different analytical methods. Application of linear regression procedures for method comparison studies in Clinical Chemistry. Part I. Journal of Clinical Chemistry & Clinical Biochemistry 21:p.709-720

Pawęska, Kuczewski, 2016 - Changes in increment of trees diameters on plant-soil treatment system after long-term irrigation with domestic sewage. Archives of Environmental Protection Vol. 42 no. 4 pp. 96–103, DOI 10.1515/aep-2016-0046

Pazdro, 1983 – Hydrogeologia ogólna. Wyd. Geol. Warszawa

Pazdro, Kozerski, 1990 - Hydrogeologia ogólna, Wyd. Geol. Warszawa

PCA DA-06, 2017 - Polityka dotycząca spójności pomiarowej wyników (wyd. 6 z dn. 27.01.2017)

PCA DA-06, 2020 - Polityka dotycząca spójności pomiarowej wyników (wyd.7 z dn. 20.04.2020)

Pergół, Kowalczyk, Galczak, Olędzka, Gidziński, 2012 – Dokumentacja geologiczna otworu badawczego sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego, wykonanych w miejscowości Narew, gm. Narew, pow. hajnowski, woj. podlaskie. Arch. CAG PIG, Warszawa

Pich, 1979 - Sieć podstawowych stacjonarnych obserwacji wód podziemnych w Polsce. Prz. Geol., 27 (4): 229-232

Pich, 1993 - „Podstawowa sieć stacjonarnych obserwacji hydrogeologicznych - stan aktualny i nowe zadania. Współczesne Problemy Hydrogeologii, 6: 277-2841

Pich, Kazimierski 1994 - Projekt sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych na terenie Polski i jej funkcjonowanie. Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa (nr inw. 6767/2008).

Pich, Przytuła, 1993 - Aneks nr 2 do Projektu podstawowej sieci obserwacyjnej wód podziemnych na obszarze kraju (niepubl.). Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

Pich, Załuski, 1972 – Projekt podstawowej sieci obserwacyjnej wód podziemnych na obszarze kraju. Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa (nr inw. 11189, Kat. ObO/1378).

Płochniewski, 1972 - Żelazo i mangan w wodach podziemnych utworów plioceńskich, mioceńskich, oligoceńskich, kredowych i jurajskich na obszarze Niżu Polskiego. Biul. Inst. Geol., 256, p. 5-37. Warszawa

Porowska, 2015 - Metodyka opróbowania wód podziemnych i sposoby eliminacji najczęściej popełnianych błędów podczas badań terenowych, Inżynieria Ekologiczna Vol. 42, 2015, 28–35

Porowski, Oleksiewicz, Becker, Kaczorek, Miller, Włoch, 2017 – No-purge, discreet technique of hydrogeological sampling of deep piezometers, boreholes and wells: field experience and evaluation. Hydrogeologia 1: 28-37

Prażak, 2002 - Chemizm i jakość wód w województwie świętokrzyskim. Biul. Państw. Inst. Geol., 400: 77-90.

Prażak, 2003 - Dokumentacja warunków hydrogeologicznych i stanu zanieczyszczenia gruntu i wód podziemnych w dolnej partii poziomu czwartorzędowego na terenie NSK "Iskra" w Kielcach (rejon Zakładu Świec Zapłonowych). Inw. 1585 Arch. Państw. Inst. Geol., Oddz. Świętokrzyski, Kielce

Prażak, 2007 – Subregion Środkowej Wisły wyżynny część centralna. [W] Paczyński, Sadurski, red. 2007 - Hydrogeologia regionalna Polski tom I Wody słodkie. Państw. Inst. Geol. Warszawa. S. 277-288

Prażak, 2022 - Monitoring badawczy wód podziemnych na obszarach obciążonych silną antropopresją. Poster. Sesja jubileuszowa 50 lat Monitoringu Wód Podziemnych w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym.

Prażak, 2024 – Strefy ochronne ujęć wód podziemnych – analiza ryzyka i projektowanie. [W] Lidzbarski (red.), 2024 - Poradnik metodyczny cz. 2. Metodyka wyznaczania stref ochronnych ujęć wód podziemnych. rozdz. Monitoring osłonowy ujęcia. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

Prażak, Woźnicka, 2015 - Organizacja monitoringu badawczego i jego znaczenie dla oceny stanu jednolitych części wód podziemnych i programów służących osiągnięciu celów środowiskowych. Prz. Geol., 63 (10/2): 1021-1026.

Przytuła, Gryczko, Iciek, 2000 – Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50000 ark. Kampinos (521). Arch. CAG PIG, Warszawa

Przytuła, Mikołajczyk, Gidziński, Kuczyńska, Palak-Mazur, Prażak, Woźnicka, Wyszomierski, Cabalska, Galczak, Komorowski, Rojek, 2019 - Historia monitoringu wód podziemnych w Państwowym Instytucie Geologicznym. Przegląd Geologiczny, vol. 67, nr 12, 982-994

Puls, Barcelona, 1996 - Low-flow (minimal drawdown) ground-water sampling procedures. US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Office of Solid Waste and Emergency Response.

Ralston, Rabinowitz, 1978 - A First Course in Numerical Analysis (§8.4). 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1978.

Razowska-Jaworek, Kowalczyk, Kuczyńska, Palak-Mazur, Mikołajczyk, 2019 - Ocena zależności stężeń wybranych wskaźników fizyczno-chemicznych w wodach podziemnych Polski od formy użytkowania terenu na podstawie wyników badań monitoringowych. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego 476: 105–114, doi: 10.7306/bpig.42

Reilly, Franke, Bennet, 1989 - Bias in Groundwater Samples Caused by Wellbore Flow. Journal of Hydraulic Engineering 115(2): 270-276.

Reinhart, 2017 – Low Stress (low flow) purging and sampling procedure for the collection of groundwater samples from monitoring wells. Quality Assurance Unit
U.S. Environmental Protection Agency – Region 1, 11 Technology Drive North
Chelmsford, MA 01863

Rencher, Schaalje, 2007 - Linear Models in Statistics. 2ed., John Wiley & Sons

Robin, Gillham, 1987 - Field evaluation of well purging procedures. Ground Water Monitoring and Remediation. 7, 85-93.

Rojek i in., 2019 – Sprawozdanie z wykonania zadań Etapu II. Wykonano w ramach realizacji umowy nr 25/2018/F z dnia 12.07.2018 r., pt. Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w latach 2018–2021. Monitoring diagnostyczny 2019.

Rojek, i in., 2020a – Sprawozdanie z wykonania zadań Etapu V. Wykonano w ramach realizacji umowy nr 25/2018/F z dnia 12.07.2018 r., pt. Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w latach 2018–2021. Monitoring operacyjny 2020.

Rojek, Palak-Mazur, Wyszomierski, 2020b - Realizacja zadań monitoringu stanu chemicznego wód podziemnych - monitoring operacyjny 2020 r. Arch. PIG-PIB

Rojek i in. 2021 – Sprawozdanie z wykonania zadań Etapu VI. Wykonano w ramach realizacji umowy nr 25/2018/F z dnia 12.07.2018 r., pt. Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w latach 2018–2021. Monitoring operacyjny wiosna 2021.

Rojek i in., 2022a – Sprawozdanie z wykonania zadań Etapu II. Wykonano w ramach realizacji umowy nr GIOŚ/145/2022/DMS/NFOŚ z dnia 01.07.2021 r., pt. Monitoring

stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w latach 2021–2022. Monitoring diagnostyczny 2022.

Rojek, Czarniecka-Januszczyk, Kuczyńska, Palak-Mazur, Stojek 2022b - Monitoring Stanu Chemicznego Jednolitych Części Wód Podziemnych. Poster. Sesja jubileuszowa 50 lat Monitoringu Wód Podziemnych w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym.

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017 poz. 2294)

Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 9 października 2019 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019 poz. 2147)

Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. z 2019 r., poz. 2148)

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 13 lipca 2021 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2021 poz. 1576)

Rózkowski (red.), 1990 – Szczelinowo-krasowe zbiorniki wód podziemnych monokliny śląsko-krakowskiej i problemy ich ochrony. Wyd. SGGW-AR. Warszawa

Rudzińska-Zapaśnik, 2003 - Problemy występowania i izolacji mioceno-oligocenońskiego poziomu wodonośnego w rejonie Sochaczewa. Współczesne Problemy Hydrogeologii T XI, cz. 1, Gdańsk, s. 189–193.

Rzonca, Prażak, 2002 – Zmienność parametrów filtracyjnych skał dewońskich w Górach Świętokrzyskich. Biul. Państw. Inst. Geol., 404: 233-248

Sadurski, 1985 – Warunki hydrogeologiczne utworów kredowych w rejonie Gdańska. Kwartalnik Geologiczny, t.29, nr 2, 405-418

Sadurski, Zuber, Modliński, Burzyński, Bojarski, 1994 – Rozpoznanie i ocena zasobów oraz możliwość eksploatacji wód pitnych, mineralnych i peloidów na Mierzei Wiślanej. Arch. Przeds. Powierniczo-Wykonawczego „Glob”. Gdańsk

Sadurski, Skrzypczyk, Woźnicka, 2019 - Powstanie i rozwój państwowej służby hydrogeologicznej w Państwowym Instytucie Geologicznym. *Prz. Geol.*, 67 (7): 535-546.

Savoie, LeBlanc, 2012 - Comparison of no-purge and pumped sampling methods for monitoring concentrations of ordnance-related compounds in groundwater, Camp Edwards, Massachusetts Military Reservation, Cape Cod, Massachusetts, 2009–2010: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2012–5084, 23 p., accessed February 11, 2015, at http://pubs.usgs.gov/sir/2012/5084/pdf/sir2012-5084_report_508_rev092012.pdf.

Sawant, Mohan, 2011 - FAQ: Issues with Efficacy Analysis of Clinical Trial Data Using SAS. Archived 24 August 2011 at the Wayback Machine, PharmaSUG2011, Paper PO08

SEPA, 2003 - Guidance on Monitoring Of Landfill Leachate, Groundwater And Surface

Sevee, White, Maher, 2000 - An Analysis of Low-Flow Ground Water Sampling Methodology. *Groundwater Monitoring and Remediation*, 20, 87-93.

Skrzypczyk, 2001 – Mapa Głównych Zbiorników Wód Podziemnych w Polsce w skali 1:500000 – na podstawie Mapy obszarów GZWP w Polsce wymagających szczególnej ochrony. Państw. Inst. Geol. Warszawa

Skrzypczyk, 2020 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg. stanu na 31 XII 2019 rok. Arch. CAG PIG, Warszawa

Skrzypczyk i in., 2006 – Mapa głównych zbiorników wodnych. Państw. Inst. Geol. Warszawa

Sladky, Roberts 2002 - Technology Overview of Passive Sampler Technologies. The Interstate Technology & Regulatory Council Diffusion Sampler Team

Sobczyk, 2007 - Statystyka. Aspekty praktyczne i teoretyczne. Wyd. UMCS

Solinst, 2020 - Why Use Bladder Pumps? Solinst Technical Bulletin (materiał informacyjny producenta)

Solinst, 2024 - Field Services Overview. Solinst Technical Bulletin. (materiał informacyjny producenta)

Staniewicz-Dubois, 1991– Wskazówki metodyczne dotyczące tworzenia regionalnych i lokalnych monitoringów wód podziemnych. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Państw. Insp. Ochr. Środ.

Staniewicz-Dubois, 1995 - Wskazówki metodyczne dotyczące tworzenia regionalnych i lokalnych monitoringów wód podziemnych. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Warszawie

Striggo, 2017 – Operating Procedure Groundwater Sampling. U.S. Environmental Protection Agency, Science and Ecosystem Support Division, Athens, Georgia. SESDPROC-301-R4

Sundaram, Feitz, Caritat, Plazinska, Brodie, Coram, Ransley, 2009 - Groundwater Sampling and Analysis – A Field Guide. Geoscience Australia, Record 2009/27/95 pp.

Szczepańska, Kmieciak, 2005 - Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w oparciu o wyniki badań monitoringowych. Uczel. Wyd. Nauk.-Dyd. ISBN 83-7464-008-1

Szymańska, 1980 – Dokumentacja hydrogeologiczna w kat. „B” ujęcia wody podziemnej z utworów czwartorzędowych dla Stadniny Koni (Suszarnia Zielonek) w miejscowości Janów Podlaski – Wygoda, woj. Biała Podlaska, zlewnia rzeki Bug. Arch. CAG PIG, Warszawa

Śliwiński, 2021 – Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring operacyjny 2021 r. Arch. ZPPŚ PIG-PIB

Śliwiński, 2022 – Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring diagnostyczny 2022 r. Arch. ZPPŚ PIG-PIB

Śliwiński, 2023 – Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring operacyjny 2023 r. Arch. ZPPŚ PIG-PIB

Takeuchi, Kei, 2020 - On the Problem of Model Selection Based on the Data. Contributions on Theory of Mathematical Statistics, Tokyo: Springer Japan, pp. 329–356, doi:10.1007/978-4-431-55239-0_12, ISBN 978-4-431-55239-0, retrieved 2024-02-02

Technical report on groundwater quality trend and trend reversal assessment - Common Implementation Strategy For The Water Framework Directive And The Floods Directive - Procedures applied by Member States for the first RBMP cycle - June 2019

Therneau, Clinic, 2018 - Total Least Squares: Deming, Theil-Sen, and Passing-Bablok Regression. R-Cran Project, 2018

Twardowska, Szczepańska, Witczak, 1988 – Wpływ odpadów górnictwa węgla kamiennego na środowisko wodne. Ocena zagrożenia, prognozowanie, zapobieganie. Prace i Studia PAN, nr 35, Wyd. PAN, Wrocław

U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA), 2010 – Low stress (low flow) purging and sampling procedure for the collection of groundwaters samples from monitoring wells. EQASOP-GW 001. No.3

U.S. Patent No. 6.481.300; No. 6.837.120 – HydraSleeve. Field manual. 2007 Glass Road, Las Cruces, NM 88005

Ustawa z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska (Dz. U. 1991 nr 77, poz. 355 z późn. zm.)

Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne. (Dz.U. 2001 Nr 115 poz. 1229 z późn. zm.)

Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2023 poz. 633 z późn. zm.)

Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (Dz.U. 2023 poz. 1478 z późn. zm.)

Van der Grift, Grittse, 2009 - Occurrence and behaviour of organic substances in European groundwater Deliverable 7: State-of-the-art knowledge on behaviour and effects of natural and anthropogenic groundwater pollutants relevant for the determination of groundwater threshold values. Final reference report.

Voluntary groundwater watch list concept & methodology. Technical Report - Groundwater Watch List Concept & Methodology 12.3

Walczak, Tarnawska, 2010 – Dokumentacja geologiczna z wykonania otworu wiertniczego z przeznaczeniem na piezometr sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytut Badawczego w miejscowości Hel. Arch. CAG PIG, Warszawa

Water Framework Directive Reporting Guidance 2022 FINAL Draft V6.6

Wawrzynek, 2007 - Metody opisu i wnioskowania statystycznego. Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, 2007, s. 37.

Wątor, 2015 - Ocena leczniczego charakteru wód z wykorzystaniem niepewności pomiaru w wodach uzdrowiska Busko – Zdrój. Technika Poszukiwań Geologicznych Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 2/2015, p.79-88

Weight, 2008 – Hydrogeology Field Manual. Montana Tech of The University of Montana Butte, Montana. The McGraw-Hill Companies. 0-07-147749-7.

Wilamowski 2016 - Sprawozdanie z realizacji zadania - Datowania wód podziemnych na podstawie analizy izotopowej trytu w wybranych punktach Sieci Obserwacyjno-Badawczej Wód Podziemnych PIG-PIB w 2016 r. Arch. Zakł. PIG-PIB

Wilamowski 2021 - Sprawozdanie z realizacji zadania - Datowania wód podziemnych na podstawie analizy izotopowej trytu w wybranych punktach Sieci Obserwacyjno-Badawczej Wód Podziemnych PIG-PIB w 2021 r.. Arch. Zakł. PIG-PIB

Witczak, Bronders, Kania, Kmieciak, Różański, Szczepańska, 2006, - Summary Guidance and Recommendations on Sampling, Measuring and Quality Assurance. BRIDGE, Kraków

Witczak, Kania, Kmieciak, 2013 - Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Insp. Ochr. Środ.

Włodarczyk, 2019 - Sprawozdanie końcowe z Badania Biegłości w zakresie pobierania i pomiarów fizykochemicznych wód podziemnych. Polanica 2019. Arch. PIG-PIB

Woźniak, 2002 - Statystyka ogólna. Wyd. Akademii Ekonomicznej w Krakowie

Wright, de Rome, 2003 - Guidance on Monitoring of Landfill Leachate, Groundwater And Surface Water v 2 July 2003. Scottish Environment Protection Agency (SEPA)

www.geoinsight.com – (obecnie <https://eonpro.com/>)

www.itrcweb.org – strona internetowa Interstate Technology & Regulatory Council (krajowa (U.S.A.) koalicja skupiająca się na opracowaniu narzędzi i strategii mających na celu redukcję międzystanowych barier utrudniających wdrażanie innowacyjnych technologii środowiskowych)

www.pca.gov.pl – strona internetowa Polskiego Centrum Akredytacji

www.sas.com/pl - strona internetowa producenta i dostawcy oprogramowania statystycznego

Wyszomierski, 2011 – Dokumentacja opróbowania monitoringu chemicznego w 2011 r. Arch. PIG-PIB(dok. opróbowania) Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring operacyjny 2021 r. Arch. ZPPŚ PIG-PIB

Wyszomierski, 2012 - Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring diagnostyczny 2012 r. Arch. Zakładu Monitoringu Wód podziemnych PIG-PIB. Warszawa

Wyszomierski, 2013 - Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring operacyjny 2013 r. Arch. Zakładu Monitoringu Wód podziemnych PIG-PIB. Warszawa

Wyszomierski, 2014 - Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring operacyjny 2014 r. Arch. Zakładu Monitoringu Wód podziemnych PIG-PIB. Warszawa

Wyszomierski, 2015 - Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring operacyjny 2015 r. Arch. SSPPW PIG-PIB

Wyszomierski, 2017: System zarządzania w laboratorium terenowym. Pobieranie próbek jako integralna część procesu analitycznego i pozyskania danych na przykładzie Oceny stanu Jednolitych Części Wód Podziemnych - aspekty techniczne - Lublin. Materiały konferencyjno-szkoleniowe Sekcja Ochrony Środowiska POLLAB;

Wyszomierski 2018 - Pobieranie próbek wody głębinowej. Referat i materiały konferencyjne. Konf. Badania jakości wód i ścieków w praktyce”. Katowice 2018

Wyszomierski, 2020a - Metodyka pobierania próbek wód podziemnych w świetle normy PN-ISO 5667-11:2017-10E wraz z ustanowieniem procedur zapewnienia kontroli jakości zgodnie z normą PN-ISO 5667-14:2016-11. Materiały szkoleniowe. Klub Polski Laboratoriów Badawczych „POLLAB”. Materiały szkoleniowe. Klub Polski Laboratoriów Badawczych „POLLAB”

Wyszomierski, 2020b - Terenowy Program Kontroli Jakości - monitoring chemiczny - ocena wpływu metodyki poboru próbek na jakość i ważność wyników, ocena wyników. Sprawozdanie z przeprowadzonych prac. Arch. ZPPŚ PIG-PIB

Wyszomierski, 2020c – Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring operacyjny 2020 r. Arch. ZPPŚ PIG-PIB

Wyszomierski, red. 2020d – Dokumenty obowiązujące w Zespole Poboru Próbek Środowiskowych PIG-PIB w trakcie prowadzenia prac terenowych – pobór próbek wód podziemnych. Arch. ZPPŚ. PIG-PIB

Wyszomierski, 2021a - „Aspekty praktyczne związane z szacowaniem ryzyka w badaniach z zakresu badań i pobierania próbek wód podziemnych według wytycznych normy PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02” materiały szkoleniowe i szkolenie online POLLAB

Wyszomierski, 2021b – Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring operacyjny 2021 r. Arch. ZPPŚ PIG-PIB

Wyszomierski, 2022 - Ocena i weryfikacja stosowanych metod opróbowania wód podziemnych. Wstępna analiza terenowych metod prospekcji hydrogeochemicznej, wykorzystywanych na potrzeby oceny jakości wód pierwszego poziomu wodonośnego w wybranych punktach SOBWP PIG-PIB - Materiały szkoleniowe Warsztaty Monitoringu Wód Podziemnych 2022 Cierszewo. Arch. PIG-PIB

Wyszomierski, 2023a - Quality control and quality assurance in groundwater monitoring field research (Organization of groundwater monitoring field works in the Polish Hydrogeological Survey – methodology, experiences , quality assurance and quality control). Lecture GeoPlanet School 2023

Wyszomierski, 2023b - Czy znormalizowane metody pobierania próbek wód podziemnych rzeczywiście dają nam wiarygodne wyniki? Wyzwania i problemy badań laboratoryjnych w ochronie środowiska, Klub Polskich Laboratoriów Badawczych „POLLAB”

Wyszomierski, 2024 - Zapewnienie wiarygodności wyników badań monitoringowych wykorzystywanych w raportowaniu ESG. Procedury związane z poprawą ekologiczności procesu badań środowiskowych. Seminarium szkoleniowe Międzynarodowe targi wyposażenia i technik laboratoryjnych „LABS expo”

Wyszomierski, Mirowska, 2017 – Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring operacyjny 2017 r. Arch. ZPPŚ PIG-PIB

Wyszomierski, Mirowska, 2018 – Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring operacyjny 2018 r. Arch. ZPPŚ PIG-PIB

Wyszomierski, Mirowska, 2019 – Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring diagnostyczny 2019 r. Arch. ZPPŚ PIG-PIB

Wyszomierski, Rojek, 2020 - Metodyka pobierania próbek wód podziemnych w świetle normy PN-ISO 5667-11:2017-10E wraz z ustanowieniem procedur kontroli jakości zgodnie z wymaganiami normy PN-ISO 5667-14:2016-11. Materiały szkoleniowe. Arch. PIG-PIB

Wyszomierski, Rojek, 2021 - Metodyka, weryfikacja i dobór właściwej metody pobierania próbek wód podziemnych. Materiały szkoleniowe. Arch. PIG-PIB

Wyszomierski, Rojek, 2022a – EU WATERRES Methodology of field research in chemical and quantitative monitoring (Organization of groundwater monitoring field works in the Polish Hydrogeological Survey (methodology, experiences , quality assurance and quality control) - Materiały metodyczne projektu EU WATERRES

Wyszomierski, Rojek, 2022b – EU WATERRES Harmonizing the methodologies for analytical research and field groundwater monitoring”. Materiały metodyczne projektu EU WATERRES

Wyszomierski, Rojek, 2023a - Program badań pilotażowych opróbowania metodą "no purge" - analiza i weryfikacja warunków technicznych opróbowania. Materiały sympozjum Warsztaty Monitoringu Wód Podziemnych 2023, Wymysłowo. Arch. PIG-PIB

Wyszomierski, Rojek, 2023b – EU WATERRES "Do standardized groundwater sampling methods really give us reliable results? Variability of results using methods recommended by the ISO standard" - Materiały metodyczne EU WATERRES

Wyszomierski, Rojek, Palak-Mazur, Stojek, 2024 - Przegląd wytycznych dotyczących opracowywania programów i technik pobierania próbek wód podziemnych zgodnie z normami: PN-EN ISO 5667-1:2023-10 oraz PN-ISO 5667-11:2017-10” – referat/materiały szkoleniowe. Arch. PIG-PIB

Wyszomierski, Stańczak, 2016 - Zbiór formularzy pobrania próbek wód podziemnych dot. Monitoring diagnostyczny 2016 r. Arch. PIG-PIB

YSI Environmental, 2005 - Low-Flow Sampling of Water Quality Parameters Used in Determining Groundwater Stability. Pure Data for a Healthy Planet. 1006 A532-01

Zadania państwowej służby hydrogeologicznej w 2020 r., Zadanie 31: Dalsza charakterystyka wód podziemnych zgodnie z załącznikiem II.2 Ramowej Dyrektywy Wodnej wraz z oceną ryzyka. Karty charakterystyk JCWPd. Arch. PIG-PIB

Zakrzewska, 1965 – Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wód podziemnych w kat. B dla Szkoły Zaświatycze, pow. Włodawa. Arch. Przeds. Geol. Polgeol S.A., Warszawa

Zdechlik, Drzymała, Wątor, 2013 - Praktyczne aspekty opróbowania wód w systemie monitoringu wód podziemnych. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego 456: 659–664, 2013 R

ZPPŚ PB-201 2020, Procedura badawcza - Oznaczanie tlenu rozpuszczonego w próbkach wód podziemnych” (ed. 3 z dn. 1.03.2020). Arch. ZPPŚ. PIG-PIB. Warszawa

ZPPŚ PB-202 2020 – Procedura badawcza - Pomiar głębokości zwierciadła wód podziemnych” (ed. 5 z dn. 1.03.2020). Arch. ZPPŚ. PIG-PIB. Warszawa

Wykaz skrótów i oznaczeń stosowanych w opracowaniu

Skróty:

CBDH	- Centralny Bank Danych Hydrogeologicznych
CUG	- Centralny Urząd Geologii
DWP	- Dyrektywa Wód Podziemnych (ang. GWD – Groundwater Directive)
GIOŚ	- Główny Inspektorat Ochrony Środowiska
GLM	- model GLM (Generalized Linear Model) – uogólniony wieloparametryczny liniowy model statystyczny
GZWP	- główny zbiornik wód podziemnych
ILAC-MRA	- International Laboratory Cooperation Mutual Recognition Arrangement – porozumienie o wzajemnym uznawaniu, oparte na równoważności programów akredytacji
IHM	- Instytut Hydrologiczno-Meteorologiczny
JCWpd	- jednolita część wód podziemnych
KDH	- Komisja Dokumentacji Hydrogeologicznych
KE	- Komisja Europejska
MONBADA	- Monitoringowa Baza Danych (funkcjonowała do 2004 r, obecnie skrót MONBADA wykorzystywany jest przy numeracji punktów pomiarowych – numer punktu pomiarowego stanu chemicznego wód podziemnych)
MPW	- Baza Monitoring Wód Podziemnych
OSN	- obszar szczególnie narażony (tereny zagrożone negatywnym oddziaływaniem azotu pochodzącego ze źródeł rolniczych na wody powierzchniowe i podziemne)
PCA	- Polskie Centrum Akredytacji
PIG-PIB	- Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
PIHM	- Państwowy Instytut Hydrologiczno-Meteorologiczny
PIOŚ	- Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska
PMS	- Państwowy Monitoring Środowiska

PSG	- Państwowa Służba Geologiczna
PSH	- Państwowa Służba Hydrogeologiczna
PT/ILC	- badania biegłości poprzez porównania międzylaboratoryjne (ang. Proficiency Testing (PT) and Interlaboratory Comparison (ILC))
RDW	- Ramowa Dyrektywa Wodna (ang. WFD - Water Framework Directive)
SOBWP	- Sieć Obserwacyjno-Badawcza Wód Podziemnych (przy numeracji punktów skrót wykorzystywany jest przy numeracji punktów pomiarowych – numer punktu pomiarowego stanu ilościowego wód podziemnych)
SOH	- Sieć Obserwacji Hydrogeologicznych
SPD-PSH	- System Przetwarzania Danych Państwowej Służby Hydrogeologicznej
UE	- Unia Europejska

Symbole:

a	- parametr a (<i>intercept</i>) – miejsce przecięcia linii regresji (statystyka)
A	- pojemniki na próbki do oznaczeń anionów (rozdz. 9)
b	- współczynnik b (<i>slope</i>) – nachylenie linii regresji (statystyka)
BIAS	- błąd systematyczny, często interpretowany jako obciążenie techniczne
C	- pojemniki na próbki do oznaczeń cyjanków (rozdz. 9)
CI	- przedział ufności
CV%	- współczynnik zmienności (ang. Coefficient of Variation)
ϵ	- reszta równania linii regresji
^3H	- tryt – promieniotwórczy izotop wodoru
Hg	- pojemniki na próbki do oznaczeń rtęci (rozdz. 9)
HydraSleeve	- próbnik rękawowy pasywny/dyskretny
K	- pojemniki na próbki do oznaczeń kationów (rozdz. 9)
LF	- metoda opróbowania wód podziemnych „low flow”/„low stress”, z wydajnością pompowania w przedziale 0,05 – 1 l/min
LOQ	- granica oznaczalności analiz

- LQ - praktyczna granica oznaczalności
- LR - iloraz wiarygodności (statystyka)
- ML - metoda największej wiarygodności (statystyka)
- NP - metoda opróbowania wód podziemnych „no purge” – metoda opróbowania pasywnego z wykorzystaniem próbnika pasywnego dyskretnego
- PP - metoda opróbowania wód podziemnych „no purge” – metoda opróbowania pasywnego z wykorzystaniem próbnika pasywnego dyskretnego, po przeprowadzeniu pompowań oczyszczających w otworze
- q - wydatek jednostkowy studni (wydajność jednostkowa studni) – wydatek studni przeliczony na 1 m depresji [$m^3/h \cdot 1m \cdot s$]
- $q_{okr. bud.}$ - wydatek jednostkowy studni z okresu budowy studni, (wydajność jednostkowa studni) – wydatek studni przeliczony na 1 m depresji [$m^3/h \cdot 1m \cdot s$]
- $q_{dośw.}$ - wydatek jednostkowy studni w trakcie badań doświadczalnych (wydajność jednostkowa studni) – wydatek studni przeliczony na 1 m depresji [$m^3/h \cdot 1m \cdot s$], określany ze wzoru
- Q - wydatek/wydajność pompowania - definiowane jako objętość wody uzyskiwana w określonych warunkach w danej jednostce czasu [m^3/h]
- $Q_{okr. bud.}$ - wydatek/wydajność pompowania z okresu budowy studni - definiowane jako objętość wody uzyskiwana w określonych warunkach w danej jednostce czasu [m^3/h]
- $Q_{dośw.}$ - wydatek/wydajność pompowania w trakcie badań doświadczalnych - definiowane jako objętość wody uzyskiwana w określonych warunkach w danej jednostce czasu [m^3/h]
- Q - czwartorzęd (stratygrafia warstwy wodonośnej w tab. 5.1)
- RP - metoda opróbowania wód podziemnych z wykorzystaniem pompy wirnikowej – jedna z konwencjonalnych/klasycznych metod opróbowania wód podziemnych (metoda przyjęta jako referencyjna na potrzeby opracowania)
- s - depresja jednostkowa jest wartością depresji [m] przypadającą na jednostkowe natężenie pompowania (wydatku)

<i>S_{okr. bud.}</i>	- depresja jednostkowa z okresu budowy studni, jest wartością depresji [m] przypadającą na jednostkowe natężenie pompowania (wydatku)
<i>S_{dośw.}</i>	- depresja jednostkowa w trakcie badań doświadczalnych, jest wartością depresji [m] przypadającą na jednostkowe natężenie pompowania (wydatku)
S	- metoda opróbowania wód podziemnych z wykorzystaniem pompy ssącej – jedna z konwencjonalnych/klasycznych metod opróbowania wód podziemnych
SPCA	- detergenty anionowe – substancje powierzchniowo czynne anionowe
SSR	- suma substancji rozpuszczonych
T	- pojemniki na próbki do oznaczeń ogólnego węgla organicznego (TOC) (rozd. 9)
TOC	- ogólny węgiel organiczny

Spis figur

- Fig. 2.1. Rozwój sieci – liczba punktów obserwacyjnych i pomiarów położenia zwierciadła wód podziemnych i wydajności źródeł 1972–2021 (Komorowski i in. 2022)
- Fig. 2.2. Liczba punktów monitoringu diagnostycznego w latach 2006–2022 (Rojek i in. 2022)
- Fig. 2.3. Sieci monitoringu wód podziemnych w wyznaczonych rejonach przygranicznych Polski (Gidziński i in. 2022)
- Fig. 2.4. Rejony monitoringu badawczego wód podziemnych na obszarach obciążonych silną antropopresją wytypowane do badań w latach 2022–2027 (Prażak, 2022)
- Fig. 3.3.2.1. Schemat testów klasyfikacyjnych stanu wód podziemnych (Kuczyńska i in., 2015)
- Fig. 5.1 Mapa lokalizacyjna punktów badawczych w Dorzeczu Wisły na tle JCWPd
- Fig. 6.1.3.1. Próbnik Hydrasleeve – sposób pobierania próbki (źródło: www.itrcweb.org; Porowski i in., 2017)
- Fig. 6.2.1. Schemat obszaru pochodzenia próbki wody podziemnej w opróbowaniach konwencjonalnych – pompowaniach objętościowych (źródło: geoinsight.com, zmienione Wyszomierski, Rojek, 2022)
- Fig. 6.2.2. Schemat obszaru pochodzenia próbki wody podziemnej w opróbowaniach metodą „low flow” (źródło: geoinsight.com, zmienione Wyszomierski, Rojek, 2022)
- Fig. 6.2.3. Schemat obszaru pochodzenia próbki wody podziemnej w opróbowaniach bezpompowych metodą „no purge” (źródło: geoinsight.com, zmienione Wyszomierski, Rojek, 2022)
- Fig. 11.1 Schemat pobierania i analizy próbek doświadczalnych
- Fig. 11.4.1. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości – dystrybucji temperatur

- Fig. 11.4.2. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji pH
- Fig. 11.4.3. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji przewodności elektrolitycznej właściwej (PEW teren)
- Fig. 11.4.4. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji tlenu rozpuszczonego w wodzie (teren)
- Fig. 11.4.5. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji ogólnego węgla organicznego (TOC)
- Fig. 11.4.6. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji jonu amonowego
- Fig. 11.4.7. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji antymonu
- Fig. 11.4.8. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji arsenu
- Fig. 11.4.9. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji azotanów
- Fig. 11.4.10. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji baru

- Fig. 11.4.11. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji barwy
- Fig. 11.4.12. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji boru
- Fig. 11.4.13. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji chlorków
- Fig. 11.4.14. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji cynku
- Fig. 11.4.15. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji fluorków
- Fig. 11.4.16. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji glinu
- Fig. 11.4.17. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji ChZT
- Fig. 11.4.18. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji kobaltu
- Fig. 11.4.19. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji krzemionki

- Fig. 11.4.20. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji litu
- Fig. 11.4.21. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji magnezu
- Fig. 11.4.22. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji manganu
- Fig. 11.4.23. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) – dystrybucji mętności
- Fig. 11.4.24. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji miedzi
- Fig. 11.4.25. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji molibdenu
- Fig. 11.4.26. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji niklu
- Fig. 11.4.27. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji potasu
- Fig. 11.4.28. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji siarczanów
- Fig. 11.4.29. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji strontu

- Fig. 11.4.30. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji sodu
- Fig. 11.4.31. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji SSR
- Fig. 11.4.32. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji SSR
- Fig. 11.4.33. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji uranu
- Fig. 11.4.34. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji wanadu
- Fig. 11.4.35. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji wapnia
- Fig. 11.4.36. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji wodorowęglanów
- Fig. 11.4.37. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji zasadowości ogólnej
- Fig. 11.4.38. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji żelaza

- Fig. 11.4.39. Zestawienie Testu HSD „istotnych różnic” statystycznych testowanych metod opróbowania z wykresem modelowym (GLM) średnich wartości stężeń – dystrybucji sumy substancji powierzchniowo czynnych (SPCA)
- Fig. 13.1. Mapa – Punktowa ocena jakości (klasy jakości) wód podziemnych w podziale na stosowane metody prospekcji hydrogeologicznej
- Fig. 13.2. Mapa – Punktowa ocena stanu chemicznego wód podziemnych w podziale na stosowane metody prospekcji hydrogeologicznej

Spis figur w zał. 1

- Fig. 1.1.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 12
- Fig. 1.2.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 14
- Fig. 1.3.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 16
- Fig. 1.4.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 17
- Fig. 1.5.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 39
- Fig. 1.6.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 47
- Fig. 1.7.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 49
- Fig. 1.8.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 52
- Fig. 1.9.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 54
- Fig. 1.10.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 55
- Fig. 1.11.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 64
- Fig. 1.12.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 67
- Fig. 1.13.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 73
- Fig. 1.14.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 75
- Fig. 1.15.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 84

Fig. 1.16.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 86

Fig. 1.17.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 102

Fig. 1.18.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 115

Spis tabel

- Tab. 3.3.1.1. Zestawienie poradników KE dotyczących monitoringu wód podziemnych
- Tab. 4.2.1. Ocena sprawności technicznej – eksploatacyjnej (hydraulicznej) punktów badawczych.
- Tab. 5.1. Zestawienie podstawowych informacji o punktach badawczych
- Tab. 6.1. Struktura % udziału poszczególnych rodzajów punktów monitoringu wód podziemnych monitoringu wykorzystywanych do oceny stanu JCWPd
- Tab. 6.2. Struktura % udziału poszczególnych metod opróbowania, zastosowanych na potrzeby realizacji Monitoringu diagnostycznego w 2019 roku
- Tab. 6.1.1. Rodzaje wyposażenia (pompy i próbniki) do pobierania próbek wód podziemnych, rekomendowane przez normę PN-ISO 5667-11:2017-10 w stosunku do analizowanych wskaźników (na podstawie Tabeli 4 PN-ISO 5667-11:2017-10, zmienione Wyszomierski, 2020)
- Tab. 9.1. Zestawienie parametrów technicznych terenowych urządzeń pomiarowych użytych podczas prac doświadczalnych
- Tab. 11.2.1. Analiza średnich wartości stężeń poszczególnych wskaźników w odniesieniu do metody opróbowania
- Tab. 11.2.2. Analiza zmienności procentowej (%) średnich wartości stężeń poszczególnych wskaźników dla metod opróbowania, w odniesieniu do metody referencyjnej RP
- Tab. 11.3.1. Ocena jakościowa precyzji i stabilności stosowanych metod prospekcji hydrogeologicznej na podstawie modelowego Współczynnika zmienności CV% - (model GLM)
- Tab. 11.3.2. Analiza zmienności procentowej (%) precyzji i stabilności stosowanych metod prospekcji hydrogeologicznej na podstawie modelowego Współczynnika zmienności CV% - (model GLM), w odniesieniu do metody referencyjnej RP
- Tab. 11.5.1. Struktura wartości % błędów analizy uwzględniająca opróbowanie testowe oraz poszczególne metody poboru próbek wód podziemnych

- Tab. 12.1. Empiryczne wzory (transformacje) przeliczeniowe z referencyjnej metody opróbowania RP do pozostałych stosowanych metod (na podstawie modelu regresji odpornej Bablok-Passing)
- Tab. 14.1. Analiza kosztów pobrania próbek wód podziemnych zależnie od stosowanej metody

Spis fotografii

- Fot. 7.1.1. Pobór próbek wód podziemnych metodą bezpompową „no purge sampling” z wykorzystaniem rękawowego dyskretny próbnika pasywnego HydraSleeve®
- Fot. 7.2.1. Pobór próbek wód podziemnych z pompowaniem z minimalną wydajnością w reżimie „low flow” – elektryczna pompa perystaltyczna (LF)
- Fot. 7.3.1. Pobór próbek wód podziemnych metodą konwencjonalną (pompowania oczyszczające – wolumetryczne) z wykorzystaniem zanurzeniowej pompy wirnikowej – odśrodkowej (RP)
- Fot. 7.4.1. Pobór próbek wód podziemnych metodą konwencjonalną (pompowania oczyszczające – wolumetryczne) z wykorzystaniem pompy ssącej (S)

Zbiór załączników

Załącznik 1 Szczegółowa charakterystyka hydrogeologiczna punktów badawczych na tle poszczególnych JCWPd

Załącznik 2 Zestawienie przyczyn geogenicznych i antropogenicznych występowania podwyższonych stężeń omawianych wskaźników jakości wód podziemnych wraz z najczęstszymi efektami ich buforowania w wodach podziemnych

Załącznik 3 Zestawienie najczęściej rejestrowanych pakietów wskaźników jakości wód podziemnych o podwyższonych stężeniach, przykładowe przyczyny ich występowania

Załącznik 4 Wyniki analiz terenowych oraz laboratoryjnych w zakresie nieorganicznych wskaźników fizykochemicznych

Załącznik 5 Analizy i obliczenia statystyczne (wydruk z programu SAS/Stat v 15.2)

Załącznik 6 Graficzne zestawienie wyników modeli regresji odpornej Babloka-Passinga (wydruk z programu SAS/Stat v 15.2)

Załącznik 7 Klasy jakości wód podziemnych i ocena stanu chemicznego wód podziemnych w punktach badawczych, wyznaczone na podstawie pojedynczych analiz próbek wód w podziale na stosowane metody prospekcji hydrogeologicznej

Załącznik 1

Szczegółowa charakterystyka hydrogeologiczna punktów badawczych na tle poszczególnych JCWPd.

W niniejszym załączniku zaprezentowano szczegółowe opisy warunków hydrogeologicznych otworów badawczych krajowej Sieci Obserwacyjno-Badawczej Wód Podziemnych PIG-PIB, wykorzystanych na potrzeby analizy terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej. Rozpatrywane punkty obserwacyjne, ujmujące pierwszy poziom wodonośny, są charakterystyczne dla dorzecza Wisły i uznane za reprezentatywne dla danej JCWPd. Z uwagi na to, że niektóre punkty badawcze zlokalizowane są w obrębie samej JCWPd, kolejność prezentacji, zamieszczonych charakterystyk (kolejność załączników) odpowiada rosnącej numeracji poszczególnych JCWPd.

- Załącznik 1.1. JCWPd nr 12 - Nizina Gardzieńsko-Łebska – Kluki
- Załącznik 1.2. JCWPd nr 14 - Mierzeja Helska - Hel, Jastarnia
- Załącznik 1.3. JCWPd nr 16 - Żuławy Wielkie – Sztutowo
- Załącznik 1.4. JCWPd nr 17 - Mierzeja Wiślana - Piaski (Nowa Karczma)
- Załącznik 1.5. JCWPd nr 39 - Pojezierze Chełmińsko-Dobrzyńskie – Równina Urszulewska – Gralewo
- Załącznik 1.6. JCWPd nr 47 - Kotlina Warszawska/Kotlina Płocka – Wymyśle Polskie
- Załącznik 1.7. JCWPd nr 49 - Wysoczyzna Płońska – Płońsk
- Załącznik 1.8. JCWPd nr 52 - Dolina Górnej Narwi – Narew
- Załącznik 1.9. JCWPd nr 54 - Równina Wołomińska – Radzymin
- Załącznik 1.10. JCWPd nr 55 - Podlaski Przełom Bugu/Wysoczyzna Siedlecka – Pętkowo Wielkie, Nowe Iganie
- Załącznik 1.11. JCWPd nr 64 - Kotlina Warszawska (zachodnia część) – Granica 2
- Załącznik 1.12. JCWPd nr 67 - Polesie – Janów Podlaski, Międzyłęś, Zaświatycze
- Załącznik 1.13. JCWPd nr 73 - Dolina Białobrzaska – Cieślówice
- Załącznik 1.14. JCWPd nr 75 - Pradolina Wieprza – Strzyżowice
- Załącznik 1.15. JCWPd nr 84 - Niziny Środkowopolskie/ Wyżyna Małopolska – Lubochenek, Sulejów, Januszewice
- Załącznik 1.16. JCWPd nr 86 - Przedgórze Iłżeckie – Guzów
- Załącznik 1.17. JCWPd nr 102 - Wyżyna Kielecka – Mroczków
- Załącznik 1.18. JCWPd nr 115 - Niecka Połaniecka – Rytwiany

Na końcu każdego z powyższych załączników zostały zamieszone karty informacyjne i profile geologiczne CBDH (Centralny Bank Danych Hydrogeologicznych – CBDH PIG-PIB), punktów badawczych zlokalizowanych w obrębie omawianych JCWPd.

Spis kart informacyjnych i profili otworów badawczych oraz spis figur do powyższych załączników, zamieszczono na końcu niniejszego załącznika.

JCWPd nr 12 - Nizina Gardzieńsko-Łebska - Kluki

Punkt pomiarowy w Klukach SOBWP II/1751/1, MONBADA 1751, CBDH 20005 zlokalizowany jest w woj. pomorskim, pow. słupskim, gm. Smołdzino w centralnej części JCWPd nr 12 (fig. 1.1.1.Z). Omawiany otwór jest zlokalizowany na Nizinie Gardzieńsko-Łebskiej w obszarze obniżenia nadmorskiego, na Pobrzeżu Słowińskim (Kondracki, 2023). Całkowita powierzchnia JCWPd nr 12 wynosi 450,59 km², a pod względem hydrogeologicznym należy do regionu wodnego Dolnej Wisły (Paczyński, Sadurski, red. 2007).

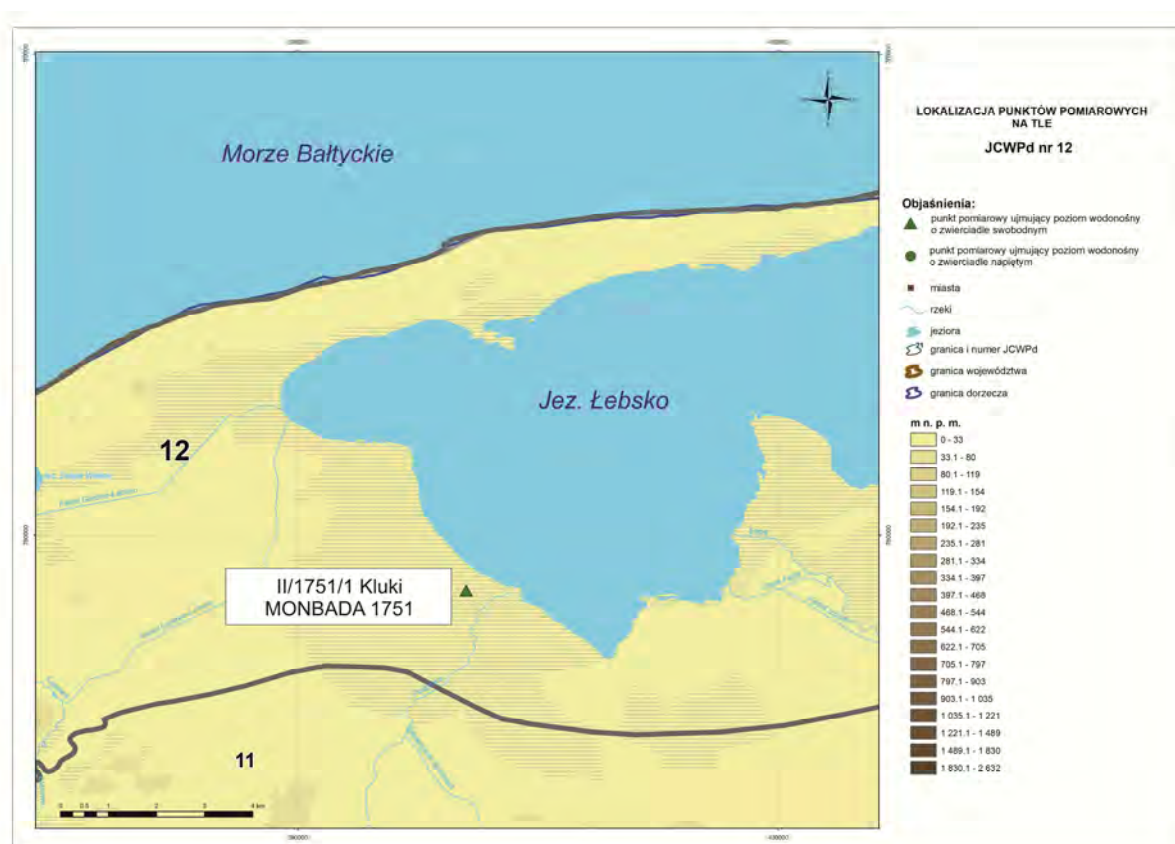


Fig. 1.1.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 12

Obszar JCWPd nr 12 wraz ze znajdującym się tu otworem badawczym zlokalizowany jest w strefie drenażu wywołanym przez ujściowe odcinki rzek Łeby i Łupawy oraz samo Morze Bałtyckie. Wody pierwszego poziomu wodonośnego zalegają na głębokości 0,5 do 5,0 m i na omawianym obszarze zasilane są przede wszystkim przez infiltrację bezpośrednią oraz dopływ lateralny z Wysoczyzny Damnickiej (JCWPd 11 – stanowiącej zasadniczy obszar zasilania). Średnia miąższość omawianej warstwy wodonośnej wynosi

17,5 m. Sam drenaż, jego dynamika i zmienność w czasie regulowany jest poprzez system melioracyjny i polderowy rozpatrywanej niziny. Istotny wpływ na warunki krążenia ma sąsiedztwo Jeziora Łebsko oraz Morza Bałtyckiego, istnieje ryzyko ingresji wód morskich i słonawych z jezior przybrzeżnych w wyniku nadmiernej eksploatacji ujęć wód podziemnych w tym rejonie (Paczyński, 1993,1995; Lidzbarski, 2001; Lidzbarski i in., 2005).

Otwór badawczy to piezometr o głębokości 15,0 m, o średnicy 110 mm, strefa zafiltrowania (część robocza filtra) obejmuje przedział między 12,0 a 14,0 m p.p.t. Rzędna terenu w miejscu otworu to 1,14 m n.p.m. Otwór ujmuje warstwę o zwierciadle swobodnym, w postaci holocenijsko-plejstocenijskich piasków drobnoziarnistych przykrytych cienką warstwą utworów organicznych (torfy) (Kowalewski, 2012a) (profil i karta otworu CBDH 20005).

Chemizm wód pierwszego poziomu wodonośnego warunkowany jest przede wszystkim charakterem utworów wodonośnych, warstwą gleby w nadkładzie warstwy wodonośnej oraz zmiennymi warunkami atmosferycznymi i zasilaniem poprzez infiltrację. Wody omawianego poziomu osiągają słaby stan. Odnotowuje się wysokie przekroczenia następujących wskaźników: wysoka twardość i utleniałość mieszcząca się w granicach 5-15mg O_2/dm^3 , wysoka zawartość związków żelaza 2-20 mg Fe/dm^3 i manganu 0,13-4,0 mg Mn/dm^3 , barwa zazwyczaj przekracza 20 mg Pt/dm^3 i w miejscowości Kluki ekstremalne wartości dochodzą do 400 mg Pt/dm^3 . Jako przyczynę złej jakości wód należy wskazać przede wszystkim obecność substancji organicznych w wodzie. Ze względu na niski gradient hydrauliczny, wody pierwszego poziomu cechuje podwyższona zawartość azotu amonowego i wiąże się najprawdopodobniej z procesami geochemicznymi związanymi z rozkładem materii organicznej (Rojek i in., 2019, 2020a, 2022a). Na niższych głębokościach powyżej 50 m, występują wody słonawe i słone. Problem ten jest identyfikowany w strefie lub niedalekiej odległości od wydm, podścielonych osadami słabo przepuszczalnymi związanymi z akumulacją zanikającego jeziora Łebsko, w strefach o ograniczonym bądź zerowym przepływie (Lidzbarski, 2001).

Zła jakość wód podziemnych wokół Jeziora Łebsko uniemożliwia wyznaczenie na omawianym obszarze użytkowych poziomów wodonośnych. Najbliższym ujęciem wody pitnej dla miasta Łeba jest ujęcie w Łebieńcu.

Na podstawie datowania izotopowego wieku wód podziemnych z wykorzystaniem Trytu (3H), wiek wód w badanym punkcie szacuje się na 16 lat (Leśniak, Wilamowski 2016, Wilamowski 2016).

Nazwa obiektu: SIEĆ MONIT.PIG-1751		Numer obiektu: 2005
Numer i nazwa ujęcia: 2006-SIEĆ MONIT.PIG-1751		Stan obiektu: Czynny
Archiwum: CAG-PIG	Numer archiwalny:	Autor dokumentacji: T.Kowalewski
Data wykonania obiektu: 2011	Data rek./ren.:	Przeznaczenie obiektu: Obserwacje SOH

Położenie obiektu:		
Województwo: pomorskie	Powiat: słupski	Gmina: Smołdzino
Miejscowość: Kluki	Ulica: działka	Numer domu: 87/8
Numer arkusza mapy 1:50 000: 2	Nazwa arkusza mapy: Kluki	
Współrzędne 1992	X: 393501.79	Y: 758846.46
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 3651532.05	Y: 6064512.22
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 17°20'51.40"	L: 54°40'55.40"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 17°20'58.42"	L: 54°40'56.49"
Rzędna terenu: 1.14 m n.p.m.		

Weryfikacja danych:	Data: 2016-04-12	Rodzaj: PEŁNA	Sposób pomiaru wsp.: GPS
----------------------------	------------------	---------------	--------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 15.0	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 15.0	
Rodzaj filtra: Filtr PCW	Obsypka: Żwirowa > 2 mm	Średnica ziaren [mm]: 3	
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	0.0	12.0	110
Część robocza filtra	12.0	14.0	110
Rura podfiltrowa	14.0	15.0	110

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy:

	Ekspluatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność			3.00	0.00	
Depresja [m]			1.37		

Promień lejka depresji R: m	Wydajność jednostkowa q: 2.19 m ³ /h*1m*s
Czas pompowania t: godz.	Współczynnik filtracji k: m/s

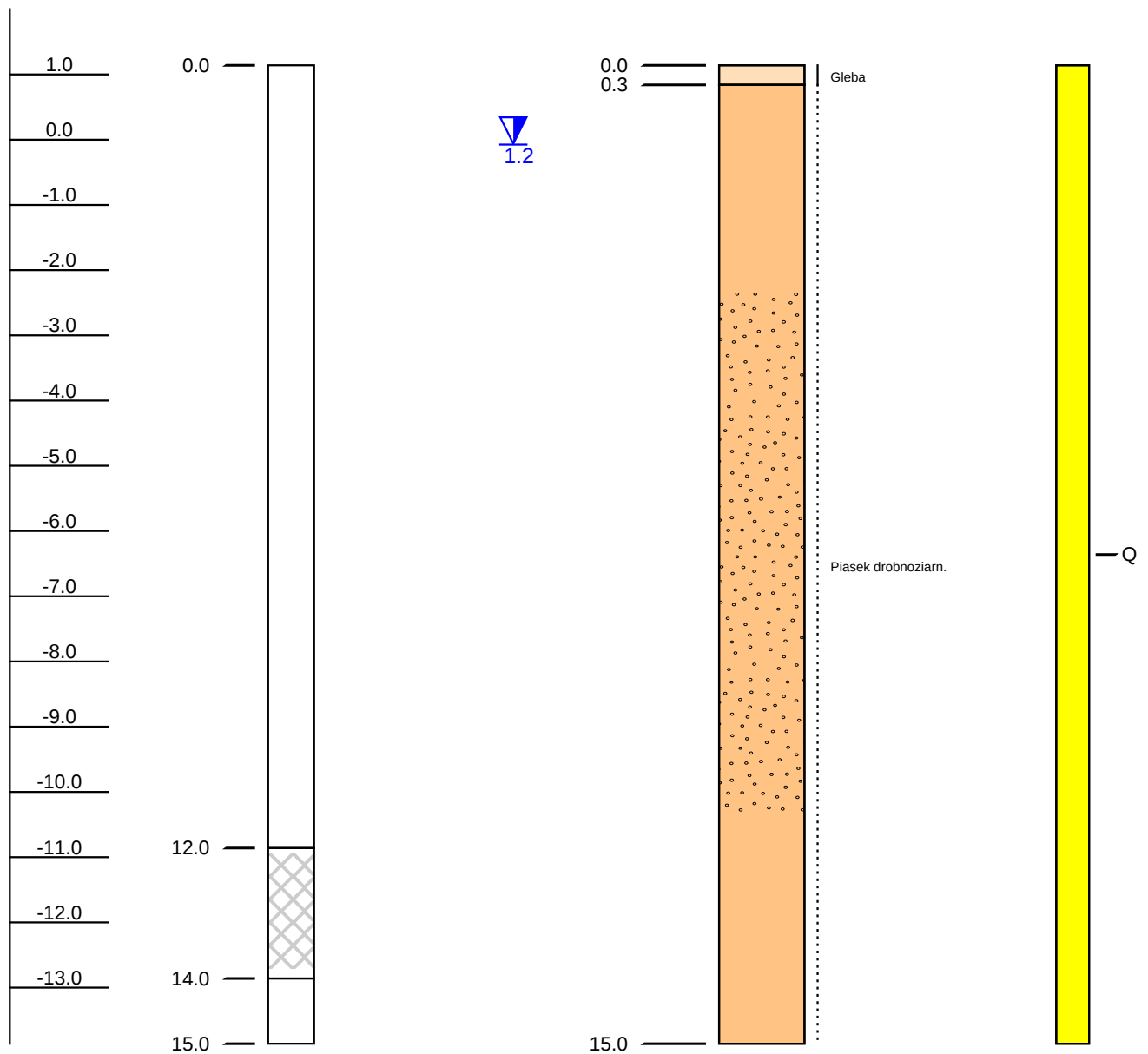
Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy: 2011-08-23 Numer analizy:

Pochodzenie danych:	Rodzaj analizy:	Błąd:
Sucha pozostałość	pH 6.8	Utlenialność
Twardość 221.00 mgCaCO ₃ /dm ³	Mętność 14.00 NTU	Zasadowość 4.300
Potas (K) 27.100 mg/dm ³	Azot azotynowy (N_NO ₂)	
Wapń (Ca) 75.500 mg/dm ³	Azotyny (NO ₂) -0.020 mg/dm ³	
Magnez (Mg) 7.850 mg/dm ³	Azot azotanowy (N_NO ₃)	
Żelazo (Fe) 9.160 mg/dm ³	Azotany (NO ₃) 0.990 mg/dm ³	
Mangan (Mn) 1.040 mg/dm ³	Chlorki (Cl) 35.800 mg/dm ³	
Azot amonowy (N_NH ₄)	Siarczany (SO ₄) 35.800 mg/dm ³	
Amoniak (NH ₄) 5.720 mg/dm ³	Miano Coli	

Numer obiektu:	20005		
Nazwa obiektu:	SIEĆ MONIT.PIG-1751		
Miejscowość:	Kluki	X (ukł 1992):	393,501.79
Gmina:	Smóldzino	Y (ukł 1992):	758,846.46
Powiat:	słupski	Rzędna terenu:	1.14 m
Data wykonania obiektu:	29-06-2011	Głębokość całkowita:	15.0 m

Wysokość m n.p.m.	Kolumny filtracyjne	Zwierciadła wody	Opis litologiczny Przepuszczalność	Stratygrafia
----------------------	---------------------	------------------	---------------------------------------	--------------



JCWPd nr 14 - Mierzeja Helska - Hel, Jastarnia

Punkty pomiarowe w Helu SOBWP II/707/1, MONBADA 1423, CBDH 170017 woj. pomorskie, pow. pucki, gm. Hel oraz w Jastarni SOBWP II/1909/1, MONBADA 2026, CBDH 70034 woj. pomorskie, pow. pucki, gm. Jastarnia zlokalizowane są na obszarze JCWPd nr 14 (fig. 1.2.1.Z). Omawiane otwory badawcze zlokalizowane są Mierzei Helskiej stanowiącej część Pobrzeża Gdańskiego (Kondracki, 2023). Całkowita powierzchnia JCWPd nr 14 wynosi 30,75 km², pod względem hydrogeologicznym należy do regionu wodnego Dolnej Wisły (Paczyński, Sadurski, red. 2007).

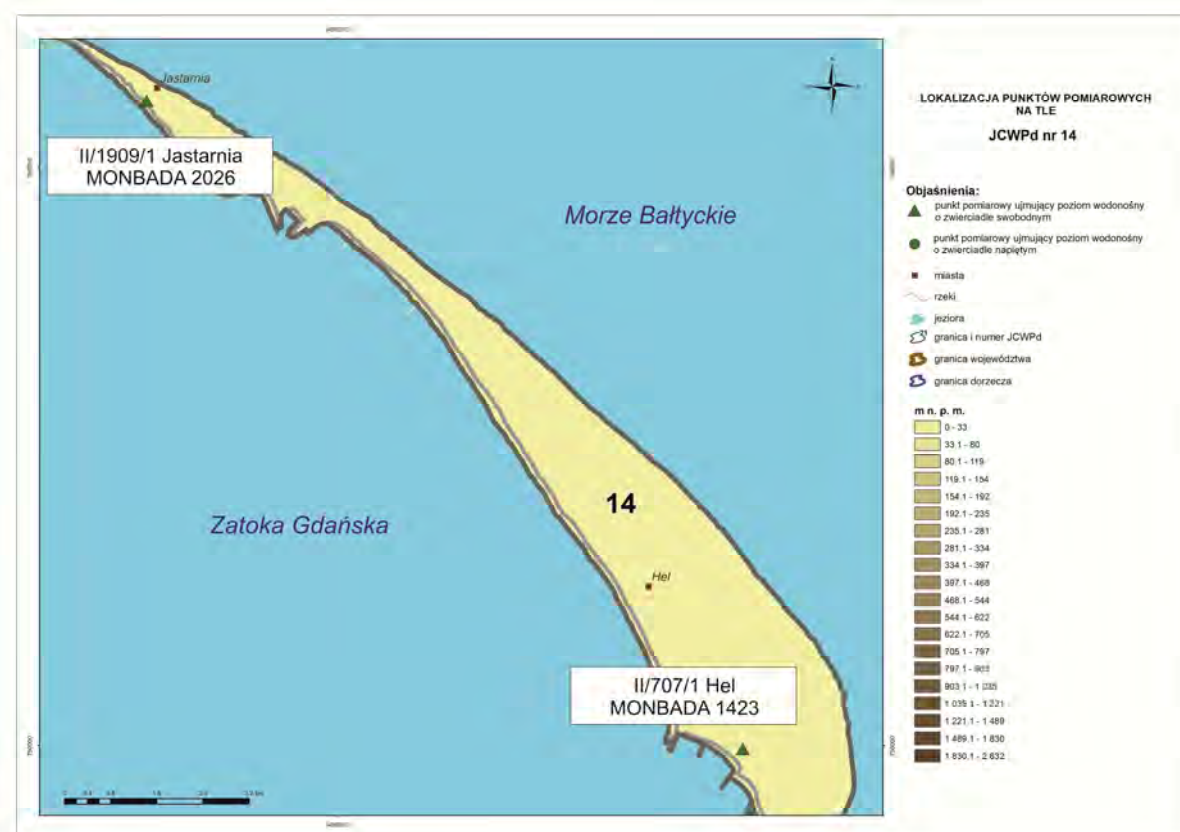


Fig. 1.2.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 14

W związku z otaczającymi Mierzeję Helską akwenami wód zasolonych – Zatoka Gdańska i Morze Bałtyckie, wody podziemne występują w postaci soczewy wód słodkich. Zasilanie odbywa się tylko i wyłącznie przez infiltrację wód opadowych. Soczewa wód słodkich powstała w wyniku długotrwałej infiltracji wód opadowych i opiera się o strop słabo przepuszczalnego podłoża. Bazą drenażu jest Morze Bałtyckie, a przepływ podziemny odbywa się od strefy wydm do linii brzegowej (Sadurski i in., 1994).

Wody pierwszego poziomu wodonośnego zalegają na głębokości 0,5 do 5,0 m (0 – 1,0 m n.p.m.) i na omawianym obszarze, soczewa wód słodkich ma zróżnicowaną miąższość. 3 – 40 m, kontaktując się lateralnie ze słonymi wodami Morza Bałtyckiego oraz Zatoki Gdańskiej. Od powierzchni brak jest izolacji, a warstwa wodonośna wykształcona jest w postaci piasków o zmiennej granulacji (genetycznie wypełnienie głębokiej ryny erozyjnej), podścielonych słabo przepuszczalnymi mułkami i iłami (Lidzbarski, 2001). Na podstawie datowań izotopowych wieku wód podziemnych z wykorzystaniem Trytu (^3H), wiek wód w badanych otworach szacuje się na 9 - 10 lat (Leśniak, Wilamowski 2017, Wilamowski 2021).

Otwór badawczy w Helu to piezometr o głębokości 20,0 m, o średnicy 110 mm, strefa zafiltrowania (część robocza filtra) obejmuje przedział między 17,0 a 19,0 m p.p.t. Rzędna terenu w miejscu otworu to 1,15 m n.p.m (profil i karta otworu CBDH 170017). Otwór ujmuje warstwę o zwierciadle swobodnym, w piaskach średnio- i gruboziarnistych bez przykrycia od powierzchni. Na omawianym obszarze są to wody gruntowe (Walczak, Tarnawska, 2010).

Otwór badawczy w Jastarni to piezometr o głębokości 11,0 m, o średnicy 110mm, zafiltrowany w przedziale między 8,0 a 10,0 m p.p.t. Rzędna terenu w miejscu otworu to 1,24 m n.p.m. (profil i karta otworu CBDH 70034). Otwór ujmuje warstwę o zwierciadle swobodnym, w piaskach średnio- i gruboziarnistych bez przykrycia od powierzchni. Na omawianym obszarze są to wody gruntowe (Kowalewski, 2017).

Chemizm wód pierwszego poziomu wodonośnego warunkowany jest przede wszystkim zmiennością warunki atmosferycznych, wahaniami stanu morza pod wpływem wiatrów sztormowych i jest zasilany przez infiltrację. Dominującymi typami hydrogeochemicznymi wód poziomu czwartorzędowego są wody $\text{HCO}_3\text{-Ca-(Mg)}$, $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na-Ca}$ oraz $\text{Cl-HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Na-Ca}$. W omawianych otworach odnotowuje się okresowy, lokalny wzrost stężeń chlorków, związany z okresową ingresją wód morskich podczas wyższych stanów morza lub wiatrów sztormowych. Okresowo rejestrowane są przekroczenia stężeń żelaza, azotu amonowego, barwy, mętności i twardości. Wody te charakteryzują się bardzo zróżnicowaną jakością, zazwyczaj osiągają stan słaby (Rojek i in., 2019, 2021, 2022). Wody czwartorzędowego poziomu wodonośnego ze względu na brak izolacji od powierzchni terenu, płytkie występowanie zwierciadła wody oraz bezpośredni kontakt z wodami morskimi odznaczają się bardzo wysokim stopieniem wrażliwości na potencjalne zanieczyszczenia oraz ingresję wód słonawych (Lidzbarski i in., 2005; Paczyński, Sadurski, 2007).

Nazwa obiektu: SIEĆ MONIT.PIG-707		Numer obiektu: 170017
Numer i nazwa ujęcia: 170012-SIEĆ MONIT.PIG-707		Stan obiektu: Czynny
Archiwum: CAG-PIG	Numer archiwalny: 8271/2010	Autor dokumentacji: Marcin Walczak, Ewa Tarnawska
Data wykonania obiektu: 2010	Data rek./ren.:	Przeznaczenie obiektu: Obserwacje SOH

Położenie obiektu:		
Województwo: pomorskie	Powiat: pucki	Gmina: Hel - miasto
Miejscowość: Hel	Ulica: Dworcowa	Numer domu: dz.48/9
Numer arkusza mapy 1:50 000: 17	Nazwa arkusza mapy: Hel	
Współrzędne 1992	X: 487021.02	Y: 749942.53
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 4357930.60	Y: 6056522.12
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 18°47'56.30"	L: 54°36'47.20"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 18°48'3.29"	L: 54°36'48.20"
Rzędna terenu: 1.15 m n.p.m.		

Weryfikacja danych:	Data: 2015-06-12	Rodzaj: PEŁNA	Sposób pomiaru wsp.: GPS
----------------------------	------------------	---------------	--------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 20.0	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 20.0	
Rodzaj filtra: Rura PCW	Obsypka: Żwirowa > 2 mm	Średnica ziaren [mm]: 3	
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	0.0	17.0	110
Część robocza filtra	17.0	19.0	110
Rura podfiltrowa	19.0	20.0	110

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy:

	Ekspluatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność			6.00	0.00	
Depresja [m]			0.80		

Promień leja depresji R: m	Wydajność jednostkowa q: 7.50 m ³ /h*1m*s
Czas pompowania t: godz.	Współczynnik filtracji k: m/s

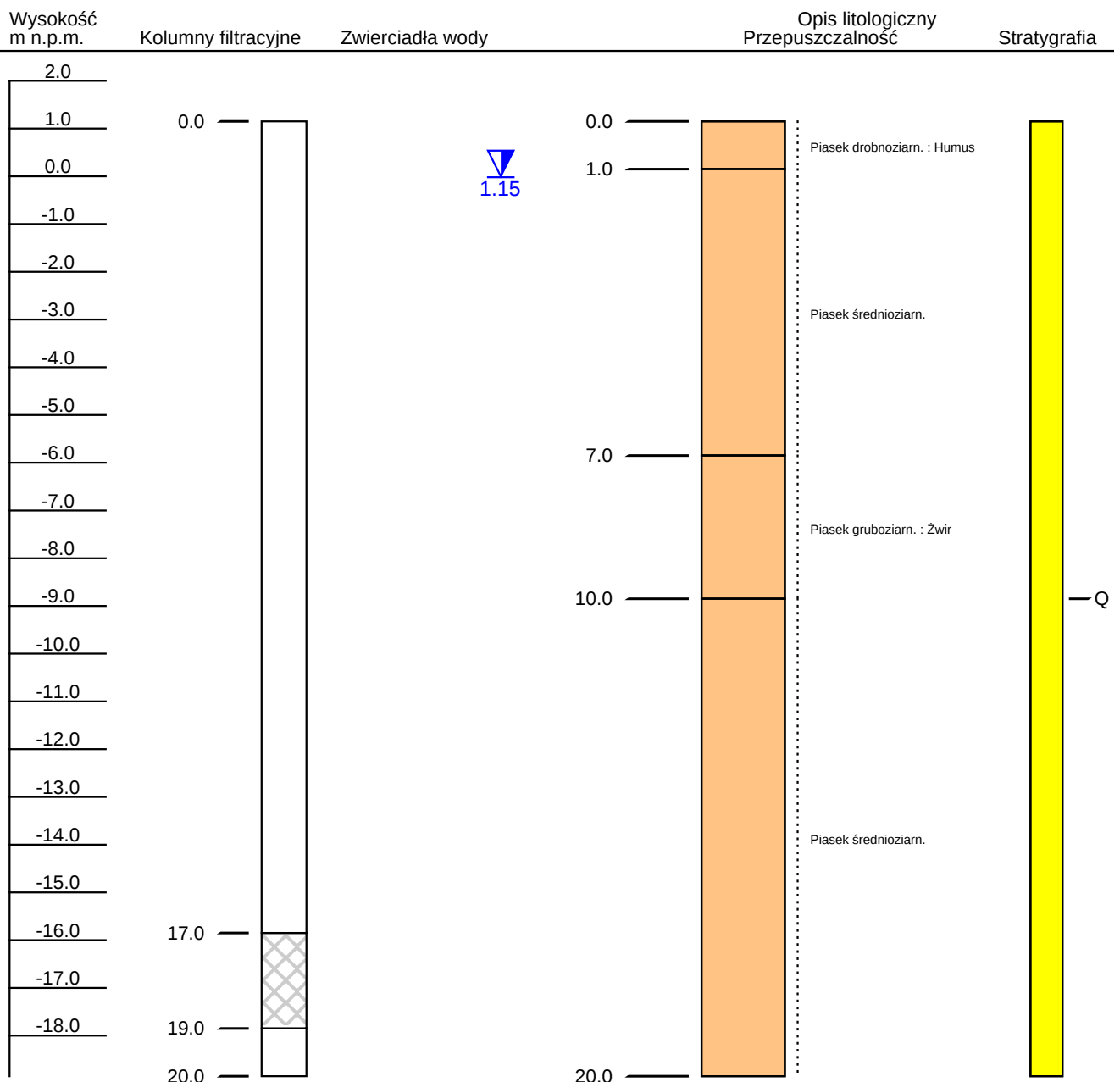
Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy: 2010-01-05

Numer analizy:

Pochodzenie danych:	Rodzaj analizy:	Błąd:
Sucha pozostałość	pH 7.3	Utlenialność
Twardość 69.00 mgCaCO ₃ /dm ³	Mętność -1.00 NTU	Zasadowość 3.610
Potas (K) 5.500 mg/dm ³	Azot azotynowy (N_NO ₂)	
Wapń (Ca) 20.600 mg/dm ³	Azotyny (NO ₂) 0.080 mg/dm ³	
Magnez (Mg) 4.300 mg/dm ³	Azot azotanowy (N_NO ₃)	
Żelazo (Fe) 4.090 mg/dm ³	Azotany (NO ₃) 0.230 mg/dm ³	
Mangan (Mn) 0.052 mg/dm ³	Chlorki (Cl) 124.000 mg/dm ³	
Azot amonowy (N_NH ₄)	Siarczany (SO ₄) 11.800 mg/dm ³	
Amoniak (NH ₄) 15.300 mg/dm ³	Miano Coli	

Numer obiektu:	170017		
Nazwa obiektu:	SIEĆ MONIT.PIG-707		
Miejscowość:	Hel	X (ukł 1992):	487,021.02
Gmina:	Hel - miasto	Y (ukł 1992):	749,942.53
Powiat:	pucki	Rzędna terenu:	1.15 m
Data wykonania obiektu:	05-01-2010	Głębokość całkowita:	20.0 m





Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Nazwa obiektu: SIEĆ MONITORINGU PIG-1909	Numer obiektu: 70034	
Numer i nazwa ujęcia: 70017-SIEĆ MONITORINGU PIG-1909	Stan obiektu: Czynny	
Archiwum: CAG-PIG	Numer archiwalny: 7454/2017	Autor dokumentacji: Kowalewski Tomasz
Data wykonania obiektu: 01-06-2017	Data rek./ren.:	Przeznaczenie obiektu: Monitoring

Położenie obiektu:		
Województwo: pomorskie	Powiat: pucki	Gmina: Jastarnia (gm. miejsko-wiejska)
Miejscowość: Jastarnia	Ulica:	Numer domu:
Numer arkusza mapy 1:50 000: 7	Nazwa ark. mapy 1:50 000: Jastarnia	
Współrzędne 1992	X: 761160.66	Y: 476674.60
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 4347898.17	Y: 6068041.50
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 18°38'16.18"	L: 54°42'48.91"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 18°38'23.19"	L: 54°42'49.91"
Rzędna terenu: 1.24 m n.p.m.		

Weryfikacja lokalizacji:	Data: 2018-03-12	Rodzaj: BIUROWA	Sposób pomiaru wsp.: DOKUMENTACJA
---------------------------------	------------------	-----------------	-----------------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 11.0	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 11.0	
Rodzaj filtra: Filtr PCW	Obsypka: Piask.<= 2 mm	Krańcowe średnice ziaren [mm] : od: 0.80 do:	
Data zabudowy filtra:	Data likwidacji filtra:		
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	0.0	8.0	110
Część robocza filtra	8.0	10.0	110
Rura podfiltrowa	10.0	11.0	110

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy:Czwartorzęd

	Eksploatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność			4.00 m3/godz	0.00	
Depresja [m]			1.22		

Promień leja depresji R: m	Wydajność jednostkowa q: 3.28 m3/h*1m*s
Czas pompowania t: godz.	Współczynnik filtracji k: m/s

Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy: 2017-05-29	Numer analizy:	Rodzaj próbki: Próbką-1 cykl pomp.
Ciężar właściwy [g/cm3]:	pH: 5.71	Przewodnictwo w temp. 25 [°C] 415.0 * 0.001mS/cm
Potencjał redox Eh [mV]	Utlenialność	

Twardość	
Ogólna 1 82.00	Ogólna 2
Niewęglanowa 1	Niewęglanowa 2
Węglanowa	
Mętność	
Zawartość zawiesiny 1.00 NTU	Skala mętności
Zasadowość	
Ogólna 38.00 mg CaCO3/dm3	Alkaliczna



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

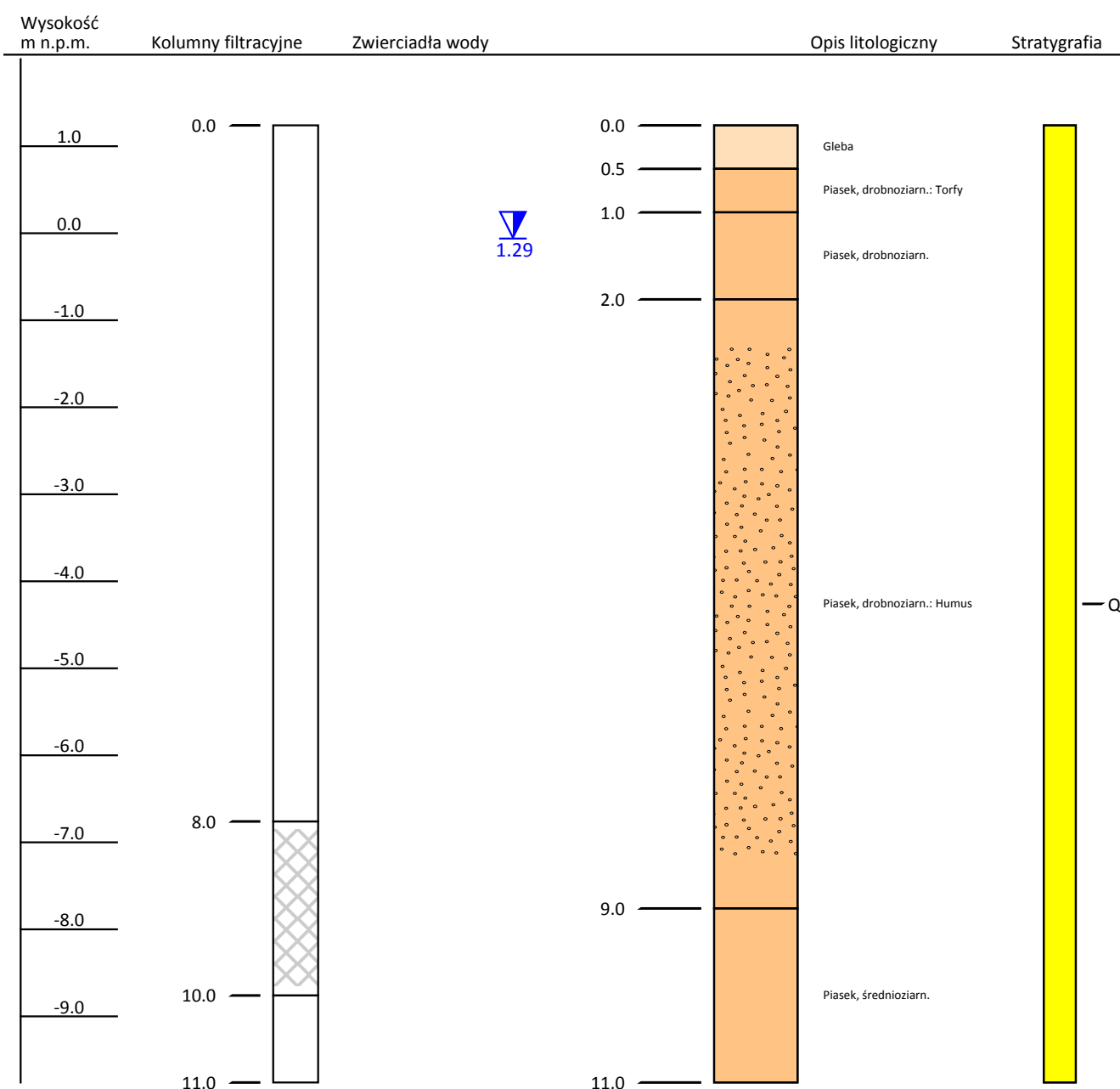
CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Numer obiektu:	70034		
Nazwa obiektu:	SIEĆ MONITORINGU PIG-1909		
Miejscowość:	Jastarnia	X (ukł 1992):	761,160.66
Gmina:	Jastarnia (gm. miejsko-wiejska)	Y (ukł 1992):	476,674.6
Powiat:	pucki	Rzędna terenu:	1.24 m
Data wykonania obiektu:	01-06-2017	Głębokość całkowita:	11.0 m



JCWPd nr 16 – Żuławy Wielkie - Sztutowo

Punkt pomiarowy w Sztutowie SOBWP II/1746/1, MONBADA 1457, CBDH 570087 zlokalizowany jest w woj. pomorskim, pow. nowodworskim, gm. Sztutowo w północno-wschodniej części JCWPd nr 16 (fig. 1.3.1.Z). Otwór zlokalizowany jest w północno-wschodniej części Żuław na granicy z Mierzeją Wiślaną będących częścią Pobrzeża Gdańskiego (Kondracki, 2023). Całkowita powierzchnia JCWPd nr 16 wynosi 936,34 km², a pod względem hydrogeologicznym należy do regionu wodnego Dolnej Wisły (Paczyński, Sadurski, red. 2007).

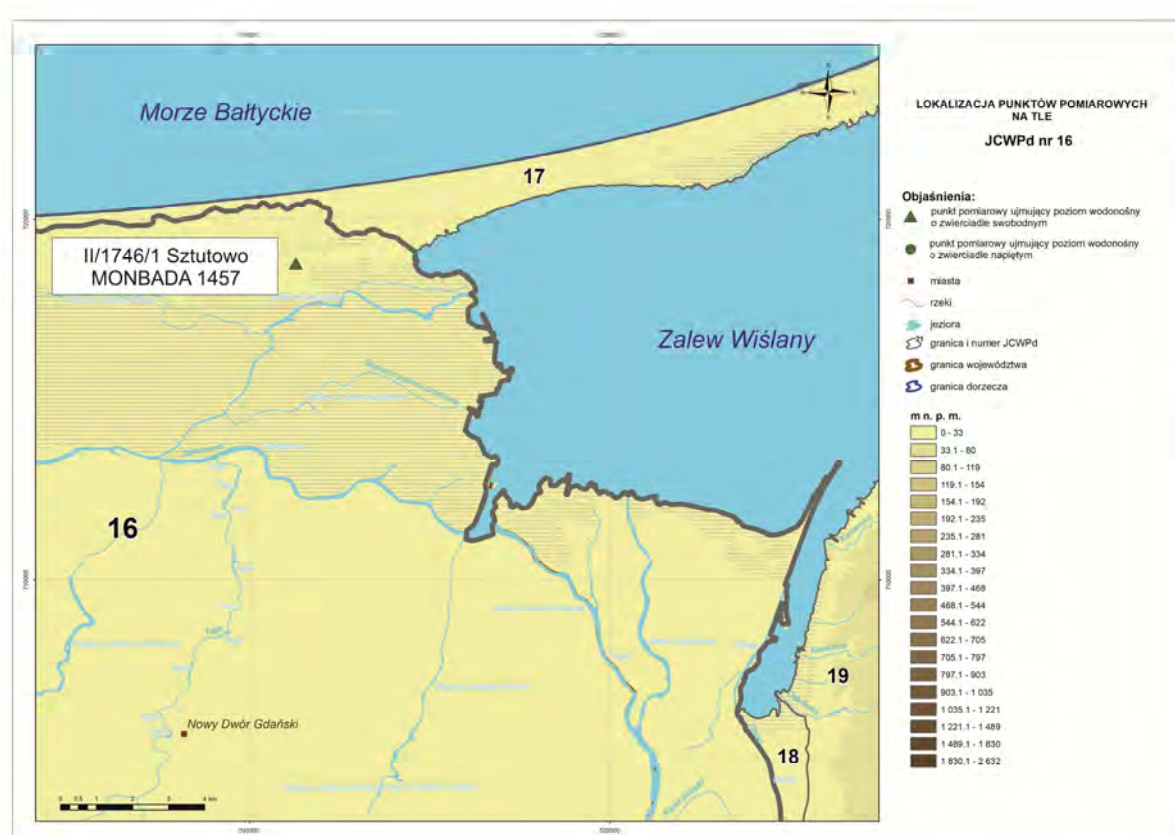


Fig. 1.3.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 16

Omawiany punkt badawczy znajduje się w strefie brzeżnej JCWPd nr 16 na granicy z JCWPd nr 17 (Mierzeja Wiślana). Jest to miejsce kontaktu dwóch stref hydrodynamicznych (strefy drenażu – JCWP na 16 i strefy zasilania JCWPd na 17). Wody pierwszego poziomu wodonośnego w miejscu gdzie zlokalizowany jest punkt badawczy zalegają na głębokości od 2,5 do 10 m. Na omawianym obszarze w płytkim poziomie wodonośnym dominują przepływy lokalne o krótkim obiegu. Zasilane są wodami infiltracyjnymi. Przepływy i drenaż

w omawianym kompleksie plejstoceno-holoceno są kształtowane przez system hydrograficzny i polderowy Żuław Wiślanych oraz obecność słabo przepuszczalnych osadów deltowych (Kozerski, 1983, 1988; Sadurski i in., 1994; Lidzbarski, 2001; Lidzbarski i in., 2007, Paczyński, Sadurski, 2007).

Otwór badawczy to piezometr o głębokości 13,9 m, o średnicy 110 mm, ze strefą zafiltrowania między 10,9 a 12,9 m. Rzędna terenu w miejscu otworu to 2,86 m n.p.m. Piezometr ten ujmuje wody pierwszego, płytkiego poziomu wodonośnego holoceno-plejstoceno o zwierciadle swobodnym, wykształconym w postaci piasków drobnoziarnistych, przykrytych cienką warstwą utworów deltowych - piasków drobnoziarnistych z humusem i namulów (profil i karta otworu CBDH 570087). Wiek wód w badanym otworze oszacowany został się na 1 - 10 lat podstawie datowań Trytu (^3H) (Leśniak, Wilamowski 2017, Wilamowski 2021).

Chemizm wód pierwszego poziomu wodonośnego w rejonie badań charakteryzuje się dużą różnorodnością, warunkowany jest przede wszystkim charakterem utworów wodonośnych i nakładem w stropie warstwy wodonośnej oraz zmiennymi warunkami atmosferycznymi i zasilaniem poprzez infiltrację bezpośrednią. Wody omawianego poziomu są złej jakości. Odnotowuje się wysokie przekroczenia następujących wskaźników: wysoka zawartość związków żelaza do 10 mg Fe/dm³ i podwyższone stężenia manganu (0,12-1,40 mg Mn/dm³), barwa zazwyczaj przekracza 45 mg Pt/dm³. Jako przyczynę złej jakości wód należy wskazać przede wszystkim obecność substancji organicznych w wodzie (Rojek i in., 2019, 2020, 2021, 2022a).

Nazwa obiektu: SIEĆ MONIT.PIG-1746 P-1		Numer obiektu: 570087
Numer i nazwa ujęcia: 570070-SIEĆ MONIT.PIG-1746		Stan obiektu: Czynny
Archiwum: CAG-PIG	Numer archiwalny: 3816/2012	Autor dokumentacji: T.Kowalewski
Data wykonania obiektu: 2011	Data rek./ren.:	Przeznaczenie obiektu: Obserwacje SOH

Położenie obiektu:		
Województwo: pomorskie	Powiat: nowodworski	Gmina: Sztutowo
Miejscowość: Sztutowo	Ulica:	Numer domu:
Numer arkusza mapy 1:50 000: 57	Nazwa arkusza mapy: Braniewo	
Współrzędne 1992	X: 511289.39	Y: 718754.72
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 4381324.49	Y: 6024628.25
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 19°10'25.20"	L: 54°19'58.00"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 19°10'32.13"	L: 54°19'58.99"
Rzędna terenu: 2.86 m n.p.m.		

Weryfikacja danych:	Data: 2016-09-27	Rodzaj: PEŁNA	Sposób pomiaru wsp.: GPS
----------------------------	------------------	---------------	--------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 17.0	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 13.9	
Rodzaj filtra: Rura PCW	Obsypka: Żwirowa > 2 mm	Średnica ziaren [mm]: 3	
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	0.0	10.9	110
Część robocza filtra	10.9	12.9	110
Rura podfiltrowa	12.9	13.9	110

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy:

	Ekspluatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność			3.00	0.00	
Depresja [m]			2.21		

Promień leja depresji R: m	Wydajność jednostkowa q: 1.36 m ³ /h*1m*s
Czas pompowania t: godz.	Współczynnik filtracji k: m/s

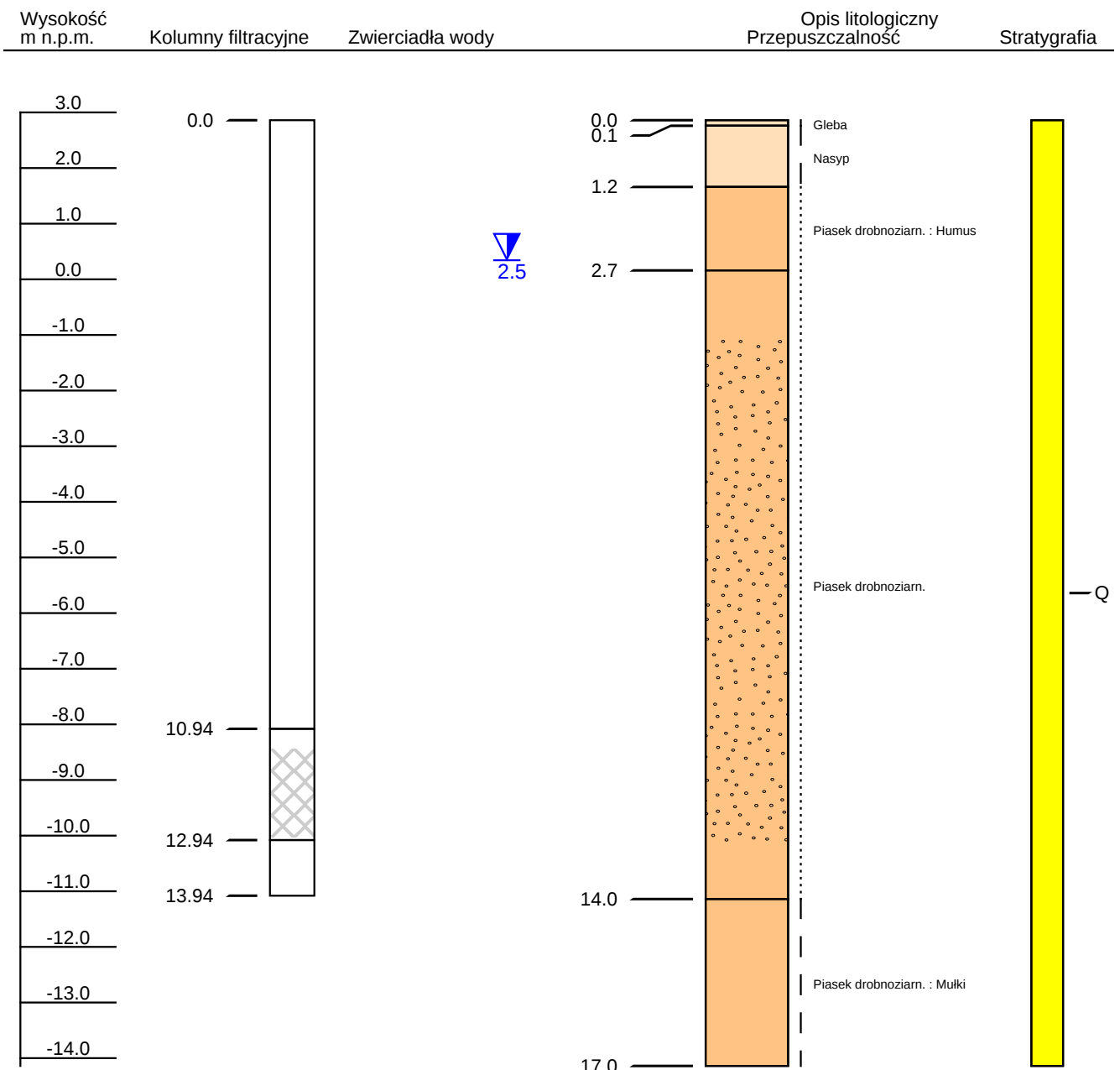
Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy: 2011-11-25

Numer analizy:

Pochodzenie danych:	Rodzaj analizy:	Błąd:
Sucha pozostałość	pH	Utlenialność
Twardość	Mętność	Zasadowość
Potas (K)	Azot azotanowy (N_NO2)	
Wapń (Ca)	Azotyny (NO2)	
Magnez (Mg)	Azot azotanowy (N_NO3)	
Żelazo (Fe)	Azotany (NO3)	
Mangan (Mn)	Chlorki (Cl)	
Azot amonowy (N_NH4)	Siarczany (SO4)	
Amoniak (NH4)	Miano Coli	

Numer obiektu:	570087		
Nazwa obiektu:	SIEĆ MONIT.PIG-1746 P-1		
Miejscowość:	Sztutowo	X (ukł 1992):	511,289.39
Gmina:	Sztutowo	Y (ukł 1992):	718,754.72
Powiat:	nowodworski	Rzędna terenu:	2.86 m
Data wykonania obiektu:	05-07-2011	Głębokość całkowita:	17.0 m



JCWPd nr 17 Mierzeja Wiślana - Piaski (Nowa Karczma)

Punkt pomiarowy w Piaskach (Nowej Karczmie) SOBWP II/1749/1, MONBADA 1459, CBDH 310034 woj. pomorskie, pow. nowodworski, gm. Krynica Morska zlokalizowany jest na obszarze JCWPd nr 17 w jej wschodniej części (fig. 1.4.1.Z). Otwór zlokalizowany jest w centralnej części Mierzei Wiślanej będącej częścią Pobrzeża Gdańskiego (Kondracki, 2023). Całkowita powierzchnia JCWPd nr 17 wynosi 47,02 km², a pod względem hydrogeologicznym należy do regionu wodnego Dolnej Wisły (Paczyński, Sadurski, red. 2007).

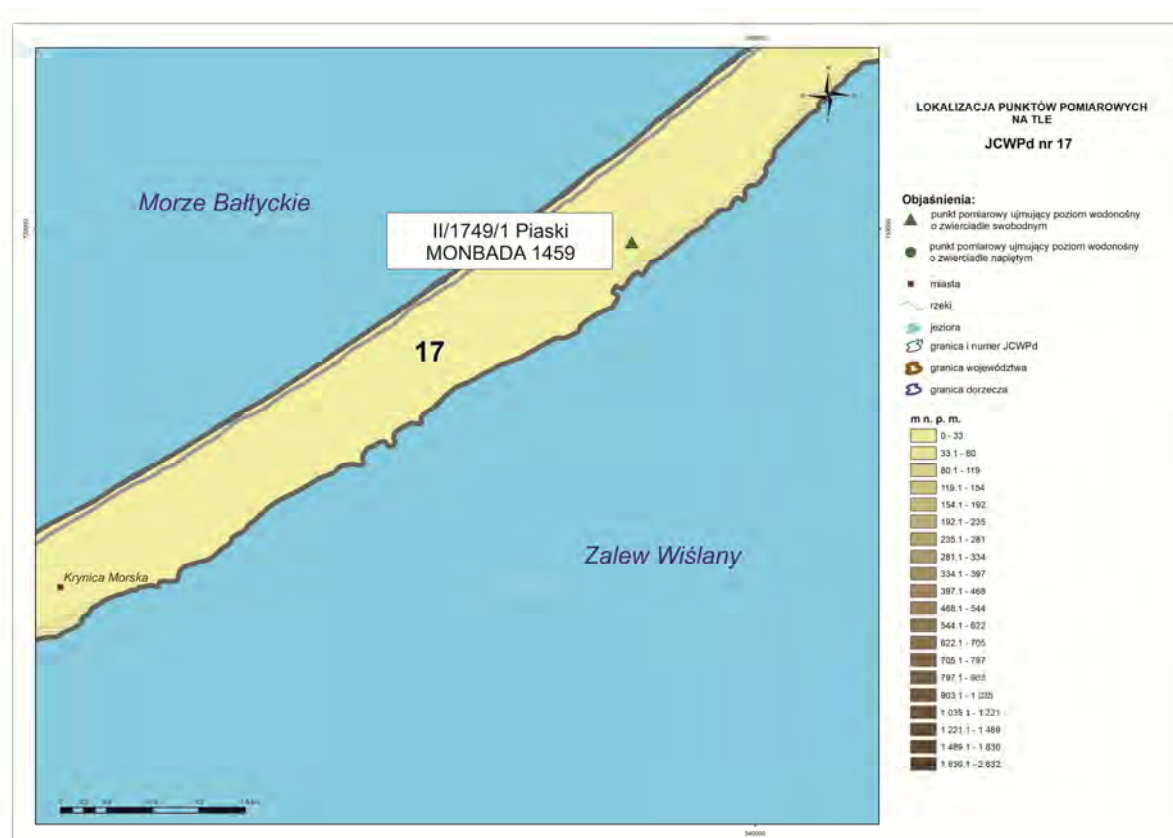


Fig. 1.4.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 17

Obszar JCWPd nr 17 i otwór badawczy znajdują się w strefie zasilania o intensywnej wymianie wód. Na omawianym terenie występuje tylko jedno piętro wodonośne – płytki pierwszy poziom holoceno-plejstocenoński. W związku z położeniem Mierzei Wiślanej pomiędzy akwenami wód słonawych (brakicznych) Zalewu Wiślanego oraz słonych Zatoki Gdańskiej. Wody podziemne występują w postaci soczewy wód słodkich i są związane z piaskami eolicznymi i litoralnymi mierzei. Zasilanie odbywa się tylko i wyłącznie przez infiltrację wód opadowych. Soczewa wód słodkich powstała w wyniku infiltracji wód

opadowych i opiera się o strop słabo przepuszczalnego podłoża. Od strony Zatoki Gdańskiej i Zalewu Wiślanego wody słodkie graniczą z wodami słonymi zgodnie z prawem Ghybena-Herzberga (Burzyński, Sadurski 2015). Bazą drenażu jest Zatoka Gdańska oraz Zalew Wiślany, a przepływ podziemny odbywa się w obydwu kierunkach od działu wodnego biegnącego przez najwyższe wzniesienia wydm Mierzei (Sadurski i in., 1994; Lidzbarski i in. 2005).

Wody pierwszego poziomu wodonośnego zalegają na głębokości od 1,0 do 10,0 m (0 – 10,0 m n.p.m.), soczewa wód słodkich ma zróżnicowaną miąższość dochodzącą do 40 m. Zwierciadło wód omawianego poziomu wodonośnego ma charakter swobodny, bez jakiegokolwiek izolacji od powierzchni terenu. Warstwa wodonośna wykształcona jest w postaci piasków o zmiennej granulacji, podścielonych słabo przepuszczalnymi mułkami i łąkami (Kreczko i in., 2000).

Otwór badawczy w Piaskach (Nowej Karczmie) to piezometr o głębokości 15,0 m, o średnicy 110 mm, którego strefa zafiltrowania (część robocza filtra) obejmuje przedział głębokości między 12,0 a 14,0 m. Rzędna terenu w miejscu otworu to 5,35 m n.p.m. Otwór ujmuje warstwę wodonośną, o zwierciadle swobodnym, wykształconą w postaci holoceńsko-plejstocieńskich piasków średnio- i gruboziarnistych bez przykrycia od powierzchni (profil i karta otworu CBDH 310034). Na omawianym obszarze występują wody gruntowe (Kowalewski, 2012b). Na podstawie datowań izotopowych wód podziemnych metodą izotopu wodoru - Trytu (^3H), szacuje się „wiek” wód na 4 lata (Leśniak, Wilamowski 2017, Wilamowski 2021).

Chemizm wód pierwszego poziomu wodonośnego warunkowany jest zmiennością warunków atmosferycznych, wahaniami stanu morza i jest ściśle związany z infiltracyjnym charakterem zasilania, tym samym zależny jest od składu mineralnego warstwy wodonośnej. Dominującymi typami hydrogeochemicznymi wód poziomu czwartorzędowego są wody $\text{HCO}_3\text{-Ca}$, $\text{HCO}_3\text{-Cl-Ca-Na}$. W wodach omawianego otworu odnotowuje się okresowy, lokalny wzrost stężenia chlorków, przede wszystkim związany z okresową ingresją wód morskich wynikającą z nadmiernej eksploatacji ujęć wód podziemnych w okresie letnim. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na podwyższenie stężenia chlorków w wodach podziemnych mogą być wyższe stany morza pod wpływem wiatrów sztormowych. Wahania stężeń zawartości chlorków zawierają się w przedziale 15 do 400 mg Cl/dm³. W analizowanych parametrach jakościowych obserwuje się okresowo przekroczenia stężeń żelaza w przedziale 4 do 7 mg Fe/dm³, siarczanów w przedziale 10 do 45 mg SO₄/dm³, barwy

w przedziale 10-20 mg Pt/dm³. Wody omawianego płytkiego poziomu wodonośnego charakteryzują się bardzo zróżnicowaną jakością, zazwyczaj średnią lub złą i osiągają stan słaby (Rojek i in., 2019, 2020a, 2021, 2022a). Wody czwartorzędowego poziomu wodonośnego ze względu na brak izolacji od powierzchni terenu, płytkie występowanie zwierciadła wody oraz bezpośredni kontakt z wodami morskimi odznaczają się bardzo wysokim stopniem wrażliwości na potencjalne zanieczyszczenia (Sadurski i in., 1994; Kreczko i in., 2000).

Nazwa obiektu: SIEĆ MONIT.PIG-1749		Numer obiektu: 310034
Numer i nazwa ujęcia: 310019-SIEĆ MONIT.PIG-1749		Stan obiektu: Czynny
Archiwum: Arch.użytkow.	Numer archiwalny:	Autor dokumentacji: T.Kowalewski
Data wykonania obiektu: 2011	Data rek./ren.:	Przeznaczenie obiektu: Obserwacje SOH

Położenie obiektu:		
Województwo: pomorskie	Powiat: nowodworski	Gmina: Krynica Morska - miasto
Miejscowość: Nowa Karczma	Ulica: działka	Numer domu: 41/1
Numer arkusza mapy 1:50 000: 31	Nazwa arkusza mapy: Frombork	
Współrzędne 1992	X: 538929.83	Y: 729881.82
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 4409292.83	Y: 6034975.13
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 19°36'1.10"	L: 54°25'53.20"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 19°36'8.04"	L: 54°25'54.16"
Rzędna terenu: 5.35 m n.p.m.		

Weryfikacja danych:	Data: 2016-09-27	Rodzaj: PEŁNA	Sposób pomiaru wsp.: GPS
----------------------------	------------------	---------------	--------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 16.6	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 15.0	
Rodzaj filtra: Filtr PCW	Obsypka: Żwirowa > 2 mm	Średnica ziaren [mm]: 3	
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	0.0	12.0	110
Część robocza filtra	12.0	14.0	110
Rura podfiltrowa	14.0	15.0	110

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy:

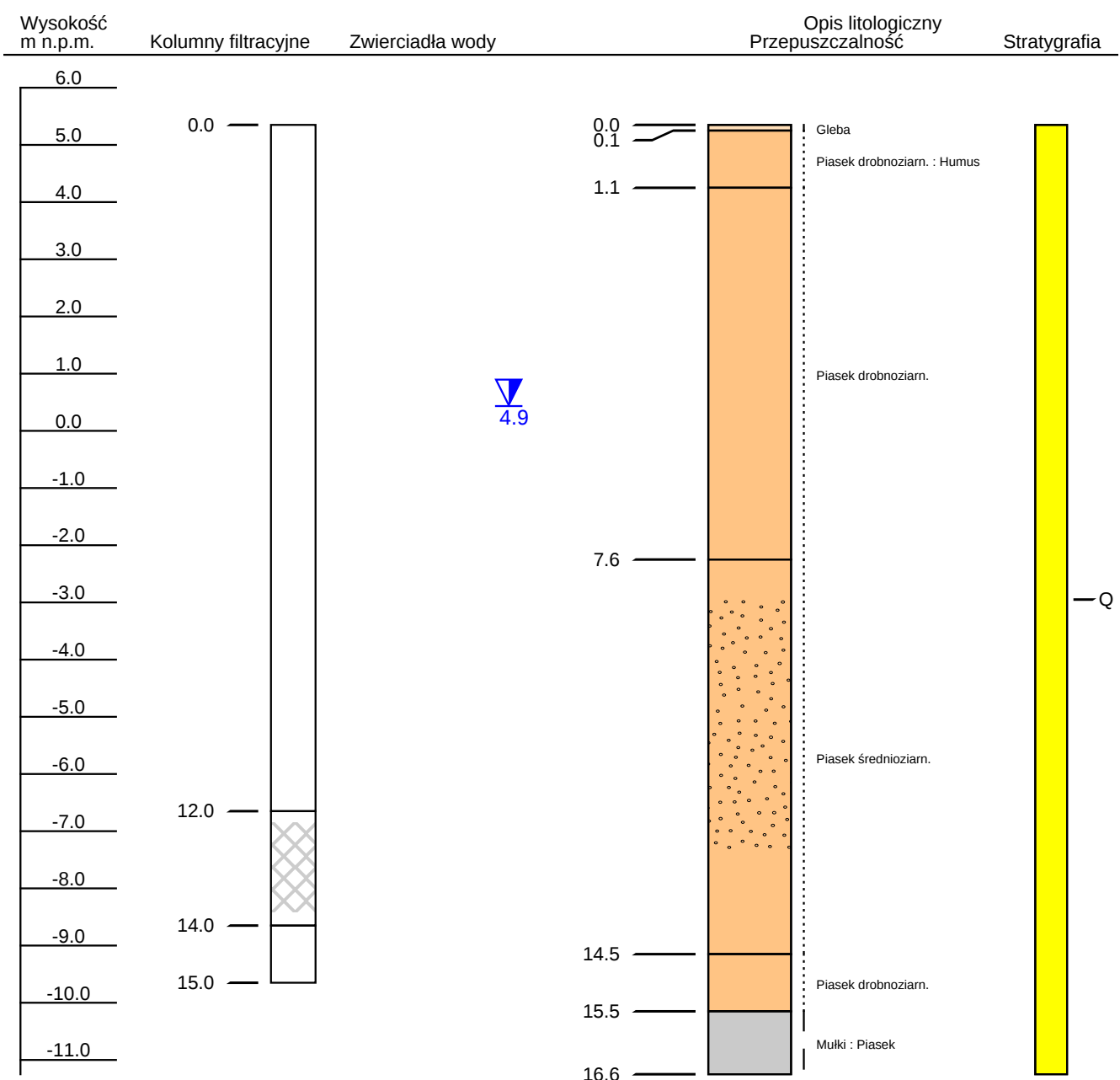
	Ekspluatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność			3.00	0.00	
Depresja [m]			1.32		

Promień leja depresji R: m	Wydajność jednostkowa q: 2.27 m ³ /h*1m*s
Czas pompowania t: godz.	Współczynnik filtracji k: m/s

Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy: 2011-11-25	Numer analizy:	
Pochodzenie danych:	Rodzaj analizy:	Błąd:
Sucha pozostałość	pH	Utlenialność
Twardość	Mętność	Zasadowość
Potas (K)	Azot azotynowy (N_NO2)	
Wapń (Ca)	Azotyny (NO2)	
Magnez (Mg)	Azot azotanowy (N_NO3)	
Żelazo (Fe)	Azotany (NO3)	
Mangan (Mn)	Chlorki (Cl)	
Azot amonowy (N_NH4)	Siarczany (SO4)	
Amoniak (NH4)	Miano Coli	

Numer obiektu:	310034		
Nazwa obiektu:	SIEĆ MONIT.PIG-1749		
Miejscowość:	Nowa Karczma	X (ukł 1992):	538,929.83
Gmina:	Krynica Morska - miasto	Y (ukł 1992):	729,881.82
Powiat:	nowodworski	Rzędna terenu:	5.35 m
Data wykonania obiektu:	06-07-2011	Głębokość całkowita:	16.6 m



JCWPd nr 39 – Pojezierze Chełmińsko-Dobrzyńskie – Równina Urszulewska - Gralewo

Punkt badawczy w Gralewie SOBWP II/1873/1, MONBADA 1609, CBDH 2880128 zlokalizowany jest w woj. warmińsko-mazurskim, pow. działdowskim, gm. Płońska we wschodniej części JCWPd nr 39 (fig. 1.5.1.Z). Otwór badawczy zlokalizowany jest we wschodniej części Równiny Urszulewskiej na Pojezierzu Chełmińsko-Dobrzyńskim (Kondracki, 2023). Całkowita powierzchnia JCWPd nr 39 wynosi 7 568,16 km², a pod względem hydrogeologicznym należy do regionu wodnego Dolnej Wisły (Paczyński, Sadurski, red. 2007).

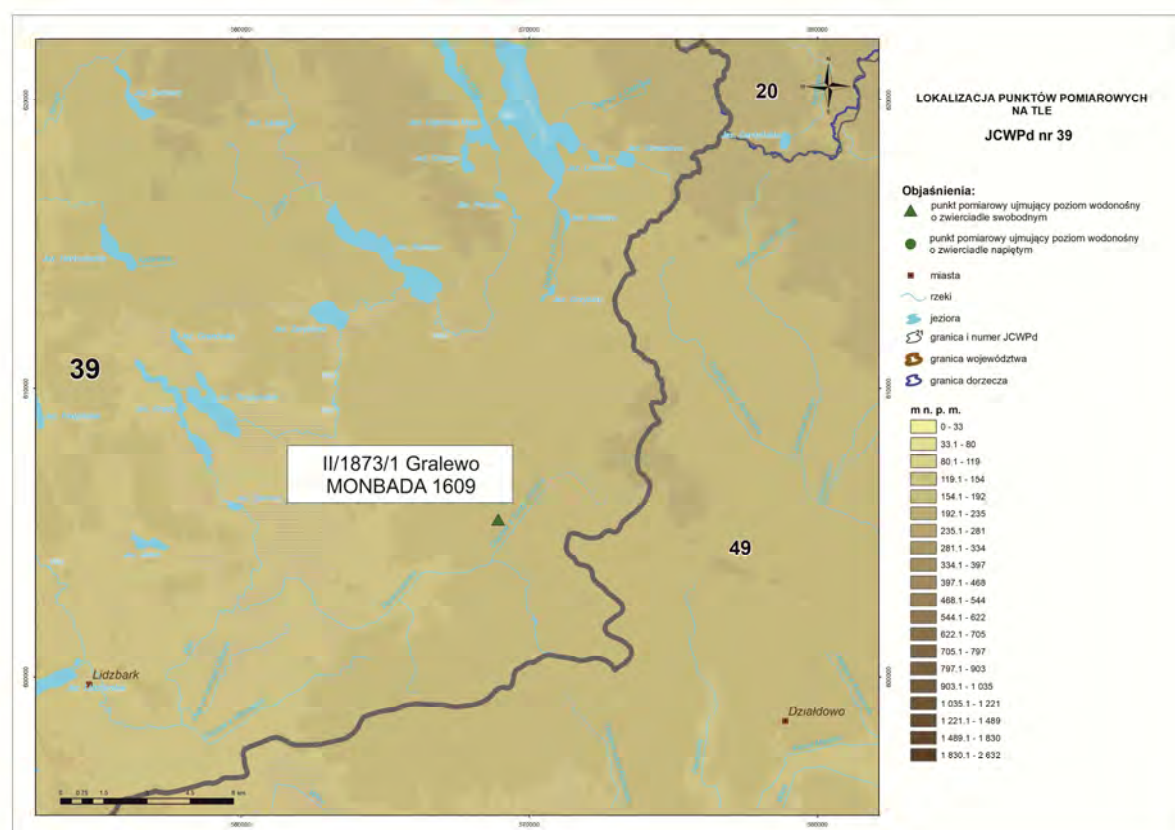


Fig. 1.5.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 39

Omawiany punkt badawczy zlokalizowany jest w regionalnej strefie zasilania w pobliżu wododziału zlewni rzeki Drwęcy, gdzie płytkie wody gruntowe razem z wodami pierwszego poziomu wodonośnego biorą udział w lokalnym systemie krążenia. Wody pierwszego poziomu wodonośnego w rejonie punktu badawczego zalegają na głębokości od 1,0 do 15 - 20,0 m. Pierwszy poziom wodonośny na omawianym obszarze, zasilany jest przede wszystkim poprzez infiltrację bezpośrednią oraz lokalnie w obszarze dolin przez

dopływ lateralny. Średnia miąższość omawianej warstwy wodonośnej oscyluje w przedziale od 3 do 20 m. Położenie zwierciadła wód pierwszego poziomu wodonośnego jest uwarunkowane urozmaiconą morfologią terenu i zróżnicowaną budową geologiczną (obszar stadiału głównego zlodowacenia wisły), cechuje się brakiem ciągłości z wyłączeniem obszarów sandrowych, w obrębie którego zlokalizowany jest punkt badawczy.

Otwór badawczy to piezometr o głębokości 12,25 m, o średnicy 110 mm, strefa zafiltrowania (część robocza filtra) obejmuje przedział głębokości między 9,25 a 11,25 m. Rzędna terenu w miejscu otworu to 158,80 m n.p.m. Prezentowany piezometr ujmuje wody pierwszego, płytkiego poziomu wodonośnego czwartorzędowego o zwierciadle swobodnym, wykształconego w miejscu otworu w postaci piasków drobno- i średnioziarnistych (profil i karta otworu CBDH 2880128). Warstwa wodonośna podścielona jest utworami słaboprzepuszczalnymi – glinami zwałowymi. Na omawianym obszarze wody gruntowe związane są ściśle z wodami powierzchniowymi (Kowalewski, 2017). Wiek wód w badanym otworze na podstawie badań Trytu (^3H), wynosi 11 lat (Leśniak, Wilamowski 2016, Wilamowski 2016).

Chemizm wód pierwszego poziomu wodonośnego warunkowany jest przede wszystkim charakterem utworów – składem mineralnym warstw wodonośnych i gruntów znajdujących się w strefie aeracji. Dominującym typem zasilania jest zasilaniem przez infiltrację bezpośrednią oraz lokalnie dopływ lateralny. Istotną rolę odgrywa również system krążenia wód podziemnych oraz sąsiedztwo jezior. Wody omawianego poziomu mają dobrą jakość. Odnotowuje się wysokie stężenia wapnia oraz wodorowęglanów o charakterze geogenicznym (gliny i piaski zwałowe w podłożu). Odnotowywane stężenia siarczanów 25-35 mg SO_4/dm^3 mają charakter geogeniczny. Okresowe zwiększone stężenia azotanów w wodach pierwszego poziomu wodonośnego są związane z intensywną działalnością rolniczą (Rojek i in., 2019, 2020a, 2022a).

Omawiana warstwa ze względu na brak izolacji, wyróżnia się dużą podatnością na zanieczyszczenia z powierzchni terenu i charakteryzuje się dużą zmiennością parametrów jakościowych. Obecnie wykorzystanie płytkiego poziomu wodonośnego jako poziomu użytkowego jest marginalne w związku z rozbudową sieci wodociągowej i wykorzystywane są wody podziemne z głębszych warstw wodonośnych. W przeszłości płytkie warstwy wodonośne były intensywnie eksploatowane studniami kopanymi (Lidzbarski i in., 2005; Paczyński, Sadurski, red. 2007).



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl
tel. (+48) 22 45 92 532
(+48) 22 45 92 310

Nazwa obiektu: SIEĆ MONITORINGU PIG-1873	Numer obiektu: 2880128	
Numer i nazwa ujęcia: 2880064-SIEĆ MONITORINGU PIG-1873	Stan obiektu: Czynny	
Archiwum: CAG-PIG	Numer archiwalny: 4420/2017	Autor dokumentacji: Kowalewski Tomasz
Data wykonania obiektu: 14-06-2016	Data rek./ren.:	Przeznaczenie obiektu: Monitoring

Położenie obiektu:		
Województwo: warmińsko-mazurskie	Powiat: działdowski	Gmina: Płońska (gm. wiejska)
Miejscowość: Gralewo	Ulica:	Numer domu:
Numer arkusza mapy 1:50 000: 288	Nazwa ark. mapy 1:50 000: Działdowo	
Współrzędne 1992	X: 605463.15	Y: 568919.31
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 4435782.35	Y: 5909667.26
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 20°02'04.92"	L: 53°18'35.37"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 20°02'11.66"	L: 53°18'36.35"
Rzędna terenu: 158.80 m n.p.m.		

Weryfikacja lokalizacji:	Data: 2018-07-06	Rodzaj: PEŁNA	Sposób pomiaru wsp.: DOKUMENTACJA
--------------------------	------------------	---------------	-----------------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 21.0	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 12.2	
Rodzaj filtra:	Obsypka:	Krańcowe średnice ziaren [mm] :	
Data zabudowy filtra:	Data likwidacji filtra:		
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy:

	Ekspluatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność					
Depresja [m]					

Promień leja depresji R: m	Wydajność jednostkowa q: m ³ /h*1m*s
Czas pompowania t: godz.	Współczynnik filtracji k: m/s



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Numer obiektu:	2880128		
Nazwa obiektu:	SIEĆ MONITORINGU PIG-1873		
Miejscowość:	Gralewo	X (ukł 1992):	605,463.15
Gmina:	Płońnica (gm. wiejska)	Y (ukł 1992):	568,919.31
Powiat:	działdowski	Rzędna terenu:	158.8 m
Data wykonania obiektu:	14-06-2016	Głębokość całkowita:	21.0 m

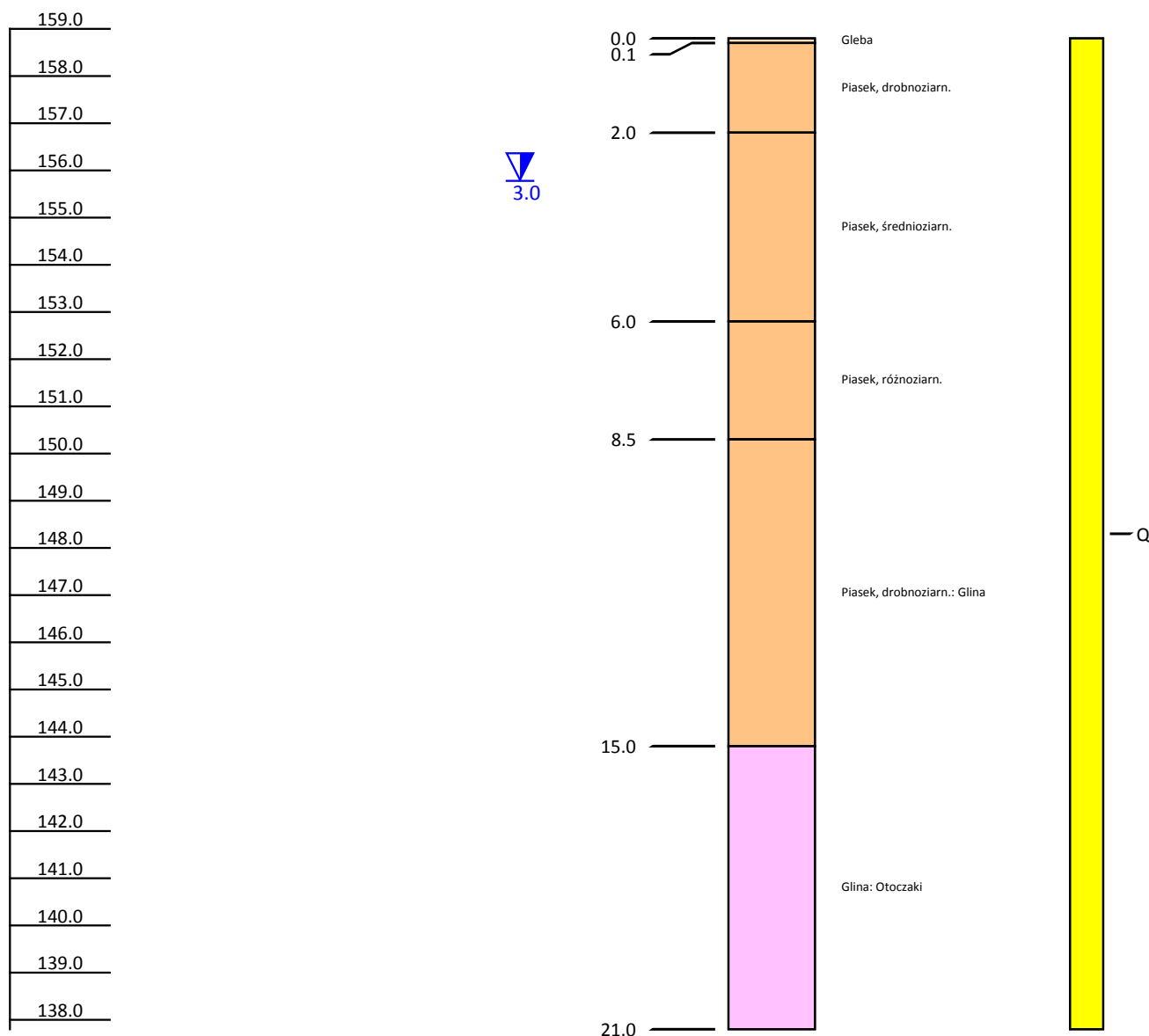
Wysokość
m n.p.m.

Kolumny filtracyjne

Zwierciadła wody

Opis litologiczny

Stratygrafia



JCWPd nr 47 – Kotlina Warszawska/Kotlina Płocka – Wymiśle Polskie

Punkt badawczy w Wymiśle Polskim SOBWP II/1072/1, MONBADA 2167, CBDH 4830039 zlokalizowany jest w woj. mazowieckim, pow. płockim, gm. Słubice w wschodniej części JCWPd nr 47 (fig. 1.6.1.Z). Otwór badawczy zlokalizowany jest w północno-zachodniej części Kotliny Warszawskiej na pograniczu z Kotliną Płocką (Kondracki, 2023). Całkowita powierzchnia JCWPd nr 47 wynosi 2761,83 km², a pod względem hydrogeologicznym należy do regionu wodnego Środkowej Wisły (Paczyński, Sadurski, red. 2007).

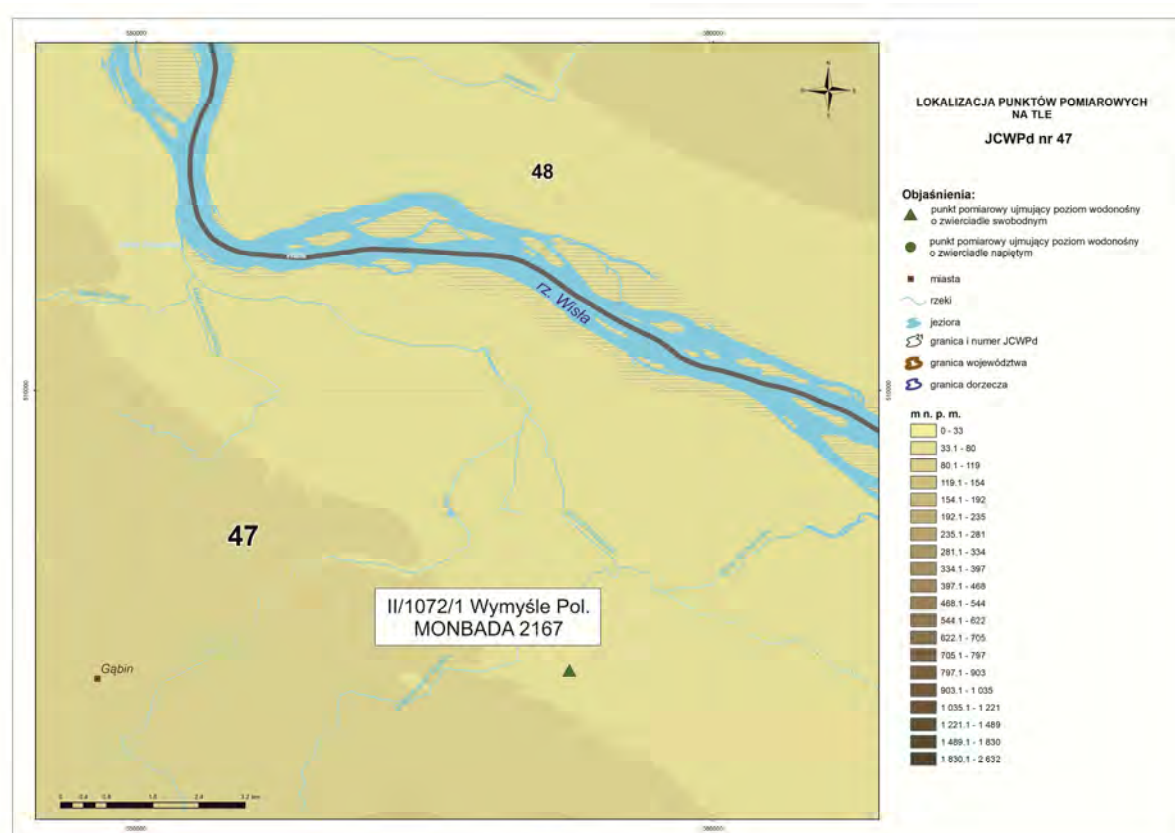


Fig. 1.6.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 47

Omawiany punkt zlokalizowany jest w regionalnej strefie drenażu doliny rzeki Wisły, gdzie wody pierwszego poziomu wodonośnego biorą udział w lokalnym systemie krążenia. Główną bazą drenażu jest Wisła, która wymusza przepływ wód podziemnych w kierunkach N i NE. Dla płytkiego poziomu czwartorzędowego kierunek drenażu może być zaburzany przez lokalne cieki. Wody pierwszego poziomu wodonośnego w rejonie punktu badawczego zalegają na głębokości od 1,0 do 15,0 - 20,0 m. Pierwszy poziom wodonośny na omawianym obszarze, zasilany jest przede wszystkim poprzez infiltrację opadów atmosferycznych jak

również poprzez dopływ lateralny. Średnia miąższość piętra czwartorzędowego ze względu na młodoglacjalny charakter jest zmienna i oscyluje w przedziale od 20 do 40 m, w obszarach dolin kopalnych może przekraczać 100 m. Położenie zwierciadła wód jest uwarunkowane urozmaiconą morfologią terenu i zróżnicowaną budową geologiczną – obszar stadiału głównego zlodowacenia wisły (Lisicki (red.) i in. 2010). Wody pierwszego poziomu wodonośnego na omawianym obszarze mają główne znaczenie użytkowe (Kazimierski i in., 1998).

Otwór badawczy to studnia wiercona o głębokości 15,0 m, o średnicy 244 mm, strefa zafiltrowania obejmuje przedział głębokości między 9,00 a 12,00 m. Rzędna terenu w miejscu otworu to 65,40 m n.p.m. Otwór ujmuje wody pierwszego, płytkiego poziomu wodonośnego czwartorzędowego o zwierciadle swobodnym, wykształconego w postaci piasków średnio- i gruboziarnistych z otoczkami (profil i karta otworu CBDH 4830039). Warstwa wodonośna podścielona jest utworami nieprzepuszczalnymi – ilami pstrymi, a od poziomu terenu brak jest izolacji. Na omawianym obszarze są to wody gruntowe (Nogas, 1966, Kleczkowski, 1990). Na podstawie datowań izotopowych „wieku” wód podziemnych - Trytu (^3H), czas przebywania wody określony został się na 16 lat (Wilamowski, 2021).

Chemizm wód warunkowany jest przede wszystkim charakterem utworów – składem mineralnym warstw wodonośnych i gruntów znajdujących się w strefie aeracji. Głównymi typami hydrogeochemicznymi wód płytkiego poziomu wodonośnego są wody typu $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ oraz $\text{HCO}_3\text{-Ca}$. W otworze w Wymyśle Polskim zaznacza się wpływ antropopresji, czego skutkiem jest lokalna zmiana typu hydrogeochemicznego na $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$. Odnotowywane są również podwyższone stężenia siarczanów dochodzące do $70 \text{ mg SO}_4/\text{dm}^3$. Istotną rolę odgrywa również system krążenia wód podziemnych związany ze strefą drenażu przez rzekę Wisłę, a wody zazwyczaj dobrą jakość. Odnotowuje się wysokie stężenia wapnia oraz wodorowęglanów o charakterze geogenicznym. Z tym samym procesem wiąże się również występowanie wysokich stężeń jonów żelaza (do $19 \text{ mg Fe}/\text{dm}^3$) oraz manganu (do $2,28 \text{ mg Mn}/\text{dm}^3$). Okresowe zwiększone stężenia azotanów w wodach pierwszego poziom wodonośnego związane są z terenami pól uprawnych i intensywną działalnością rolniczą (Rojek i in., 2019, 2020a, 2021, 2022a).

Ze względu na bardzo słabą izolację czwartorzędowego płytkiego poziomu wodonośnego, omawiana warstwa wyróżnia się dużą podatnością na zanieczyszczenia z powierzchni terenu i może odznaczać się dużą zmiennością sezonową parametrów jakościowych.

Nazwa obiektu: CENTRALA PRZEM.NAFTOWEGO 1		Numer obiektu: 4830039
Numer i nazwa ujęcia: 4830038-CENTRALA PRZEMYSŁU NAFTOWEGO		Stan obiektu: Do weryfikacji
Archiwum: UW Płock	Numer archiwalny: 0	Autor dokumentacji: Nogas
Data wykonania obiektu: 12-1966	Data rek./ren.:	Przeznaczenie obiektu: Eksploatacja

Położenie obiektu:		
Województwo: mazowieckie	Powiat: płocki	Gmina: Słubice (gm. wiejska)
Miejscowość: Wymyśle Polskie	Ulica:	Numer domu:
Numer arkusza mapy 1:50 000: 483	Nazwa ark. mapy 1:50 000: Słubice	
Współrzędne 1992	X: 505265.85	Y: 557581.16
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 5809752.42	Y: 4421650.37
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 52°24'36.98"	L: 19°50'48.41"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 52°24'38.00"	L: 19°50'55.00"
Rzędna terenu: 60.00 m n.p.m.		

Weryfikacja lokalizacji:	Data:	Rodzaj: Brak	Sposób pomiaru wsp.: Brak danych
--------------------------	-------	--------------	----------------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 17.0	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 15.0	
Rodzaj filtra: Okładz.-żwir.azb-cement	Obsypka: Brak danych	Krańcowe średnice ziaren [mm] :	
Data zabudowy filtra:	Data likwidacji filtra:		
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	0.0	9.0	150
Część robocza filtra	9.0	12.0	240
Rura podfiltrowa	12.0	15.0	150

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy:Czwartorzęd

	Eksploatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność	20.40 m3/godz	27.10 m3/godz	20.40 m3/godz	20.40 m3/godz	20.4 m3/godz
Depresja [m]	1.10		1.10	1.10	1.1

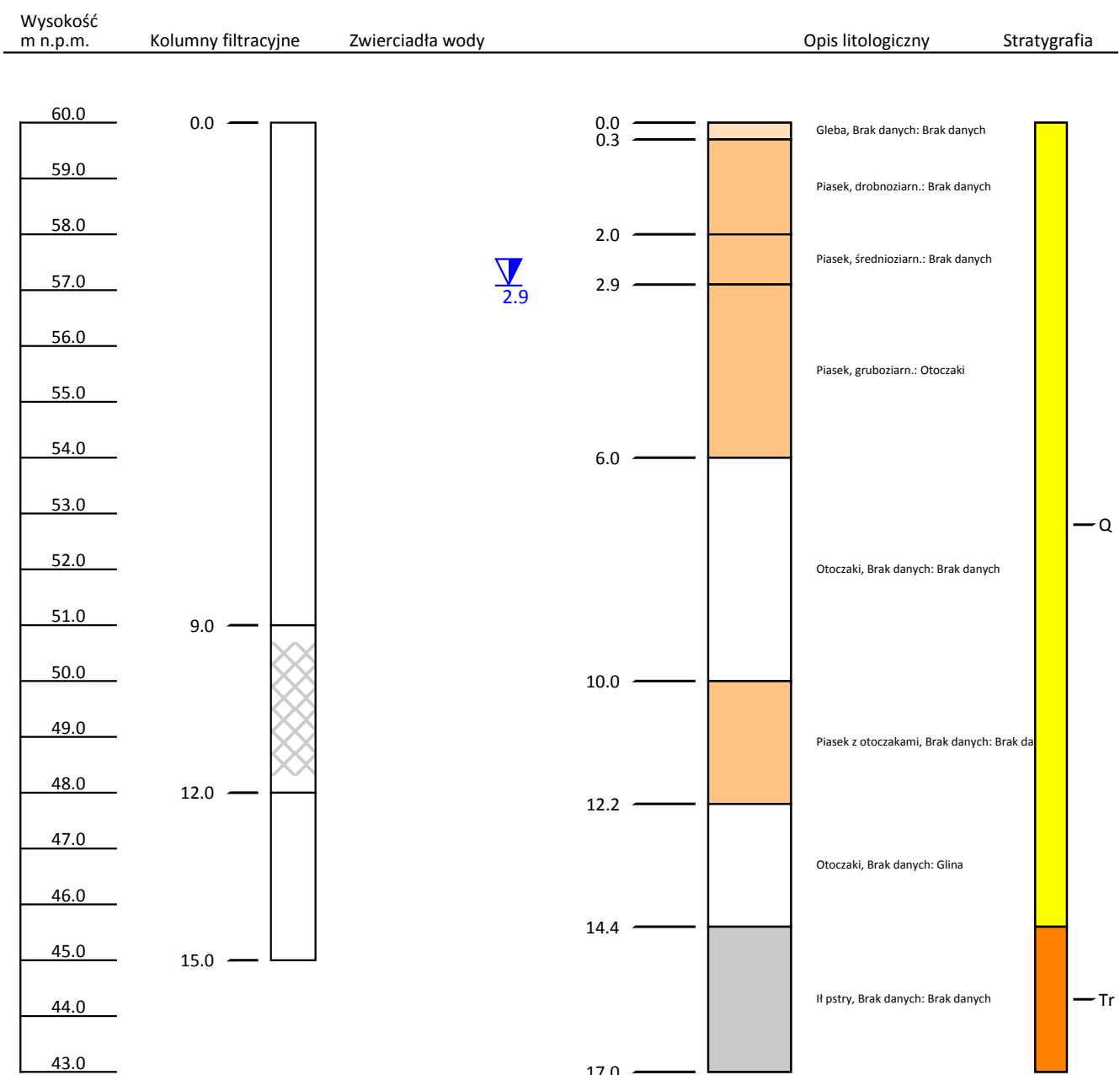
Promień leja depresji R: 85.00 m	Wydajność jednostkowa q: 18.55 m3/h*1m*s
Czas pompowania t: 89 godz.	Współczynnik filtracji k: 0.0007520 m/s

Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy: 1966-12-12	Numer analizy: 11/67	Rodzaj próbki: Próbką wody z depr.
Ciężar właściwy [g/cm3]:	pH: 7.50	Przewodnictwo w temp. 25 [°C]
Potencjał redox Eh [mV]	Utlenialność	

Twardość	
Ogólna 1 3.80 mvalCa/dm3	Ogólna 2
Niewęglanowa 1 2.90 mvalCa/dm3	Niewęglanowa 2
Węglanowa	
Mętność	
Zawartość zawiesiny .00 mgSiO2/dm3	Skala mętności Przezroczysta
Zasadowość	
Ogólna	Alkaliczna

Numer obiektu:	4830039		
Nazwa obiektu:	CENTRALA PRZEM.NAFTOWEGO 1		
Miejscowość:	Wymyśle Polskie	X (ukł 1992):	505,265.85
Gmina:	Słubice (gm. wiejska)	Y (ukł 1992):	557,581.16
Powiat:	płocki	Rzędna terenu:	60.0 m
Data wykonania obiektu:	01-12-1966	Głębokość całkowita:	17.0 m



JCWPd nr 49 – Wysoczyzna Płońska – Płońsk

Punkt pomiarowy w Płońsku SOBWP II/98/1, MONBADA 435, CBDH 4470037 zlokalizowany jest w woj. mazowieckim, pow. płońskim, gm. Płońsk w południowej części JCWPd nr 49 (fig. 1.7.1.Z). Otwór badawczy znajduje się w południowej części Wysoczyzny Płońskiej, będącej częścią Niziny Północnomazowieckiej (Kondracki, 2023). Całkowita powierzchnia JCWPd nr 49 wynosi 5353,97 km², a pod względem hydrogeologicznym należy do regionu wodnego Środkowej Wisły (Paczyński, Sadurski, red. 2007).

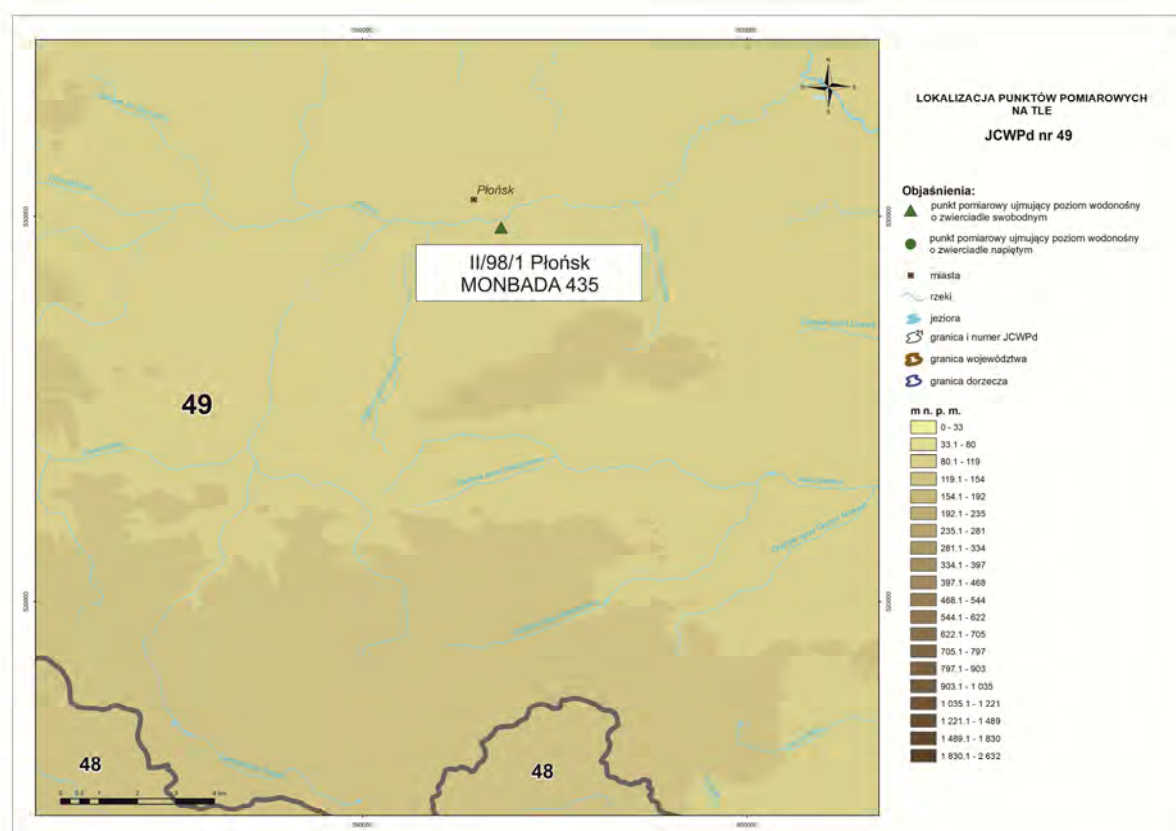


Fig. 1.7.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 49

Omawiany punkt zlokalizowany jest w strefie drenażu rzeki Płonka, gdzie wody pierwszego poziomu wodonośnego biorą czynny udział w lokalnym systemie krążenia. Główną bazę drenażu stanowi rzeka Wkra, której Płonka jest dopływem. Wody pierwszego poziomu wodonośnego zalegają na głębokości od 1,0 do 5,0-6,0 m., który jest praktycznie pozbawiony izolacji i zasilany przez infiltrację opadów atmosferycznych oraz dopływ lateralny.

Omawiany przypowierzchniowy poziom czwartorzędowy jest związany z aluwialnymi utworami piaszczystymi dolin rzecznych oraz wodnolodowcowymi i morenowymi utworami piaszczystymi. Jego miąższość jest silnie zróżnicowana i oscyluje w przedziale od kilku do kilkunastu m. Zwierciadło wód gruntowych ma charakter swobodny lub lokalnie lekko napięty, a jego położenie jest uwarunkowane morfologią terenu. Czwartorzędowe warstwy wodonośne pierwszego poziomu wodonośnego mają istotne znaczenie w zasilaniu głównego poziomu użytkowego, który zasilany jest pośrednio z poziomu przypowierzchniowego przez przesączenie wód infiltracyjnych lub przez okna hydrogeologiczne w miąższych piaszczystych utworach wodnolodowcowych (Herbich, Tyszewski, 1994; Kazimierski i in., 1998).

Otwór badawczy to studnia wiercona o głębokości 15,0 m, o średnicy 194 mm, strefa zafiltrowania obejmuje przedział głębokości między 7,80 a 10,80 m. Rzędna terenu w miejscu otworu to 97,43 m n.p.m. Studnia ujmuje wody czwartorzędowego poziomu wodonośnego o zwierciadle swobodnym, w piaskach średnioziarnistych ze żwirem i otoczkami (profil i karta otworu CBDH 4470037). Warstwa wodonośna podścielona jest utworami nieprzepuszczalnymi – glinami zwałowymi, a od poziomu terenu brak jest izolacji (Dobrzyński, 1968; Bieleń, 2019).

Chemizm wód pierwszego poziomu wodonośnego warunkowany jest przede wszystkim charakterem utworów – składem mineralnym warstw wodonośnych i gruntów znajdujących się w strefie aeracji. Głównymi typami hydrogeochemicznymi wód gruntowych, są wody typu $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ oraz $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$. W punkcie badawczym zaznacza się wpływ antropopresji, czego skutkiem jest zmiana typu hydrogeochemicznego na $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Cl-Ca}$. Wody omawianego poziomu mają zazwyczaj dobrą jakość. Odnotowuje się podwyższone stężenia jonów żelaza (do 6 mg Fe/dm^3) oraz stężenia manganu (do $2,28 \text{ mg Mn/dm}^3$), które mają zazwyczaj charakter geogeniczny (wymywanie tych związków z utworów międzymorenowych i rozmycia glin zwałowych). Okresowe zwiększone stężenia azotanów w wodach pierwszego poziomu wodonośnego związane są z terenami pól uprawnych i intensywną działalnością rolniczą (Płochniewski, 1972; Łodziński, 1973; Macioszczykowa, 1979; Herbich, Tyszewski, 1994; Rojek i in., 2019, 2020a, 2022a).

Ze względu na bardzo słabą izolację czwartorzędowego płytkiego poziomu wodonośnego, omawiana warstwa wyróżnia się dużą podatnością na zanieczyszczenia z powierzchni terenu i może odznaczać się dużą zmiennością sezonową parametrów jakościowych.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Nazwa obiektu: AGRONOMÓWKA	Numer obiektu: 4470037	
Numer i nazwa ujęcia: 4470021-AGRONOMÓWKA	Stan obiektu: Czynny	
Archiwum: CAG-PIG	Numer archiwalny: 3831/158	Autor dokumentacji: Dobrzyński W.
Data wykonania obiektu: 11-1968	Data rek./ren.:	Przeznaczenie obiektu: Eksploatacja

Położenie obiektu:		
Województwo: mazowieckie	Powiat: płoński	Gmina: Płońsk (gm. miejska)
Miejscowość: Płońsk	Ulica:	Numer domu:
Numer arkusza mapy 1:50 000: 447	Nazwa ark. mapy 1:50 000: Płońsk	
Współrzędne 1992	X: 529707.35	Y: 593600.30
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 4458357.67	Y: 5833202.74
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 20°22'59.60"	L: 52°37'30.10"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 20°23'06.22"	L: 52°37'31.08"
Rzędna terenu: 97.43 m n.p.m.		

Weryfikacja lokalizacji:	Data: 2005-03-10	Rodzaj: PEŁNA	Sposób pomiaru wsp.: GPS
--------------------------	------------------	---------------	--------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 15.0	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 15.0	
Rodzaj filtra: Rura stal.siatka miedz.	Obsypka: Żwirowa > 2 mm	Krańcowe średnice ziaren [mm] : od: 2.00 do:	
Data zabudowy filtra: 11-1968	Data likwidacji filtra:		
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	0.0	7.8	194
Część robocza filtra	7.8	10.8	194
Rura podfiltrowa	10.8	15.0	194

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy:Czwartorzęd

	Eksploatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność	7.50 m3/godz	10.70 m3/godz	7.76 m3/godz	7.50 m3/godz	7.5 m3/godz
Depresja [m]	1.29		1.39	1.30	1.3

Promień leja depresji R: 62.50 m	Wydajność jednostkowa q: 5.58 m3/h*1m*s
Czas pompowania t: 72 godz.	Współczynnik filtracji k: 0.0002300 m/s

Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy: 1968-11-27	Numer analizy: 350	Rodzaj próbki: Próbką wody z depr.
Ciężar właściwy [g/cm3]:	pH: 7.10	Przewodnictwo w temp. 25 [°C]
Potencjał redox Eh [mV]	Utlenialność	
Twardość		
Ogólna 1 5.30 mvalCa/dm3	Ogólna 2	
Niewęglanowa 1 0.00 mvalCa/dm3	Niewęglanowa 2	
Węglanowa		
Mętność		
Zawartość zawiesiny 20.00 mgSiO2/dm3	Skala mętności Opalizująca	
Zasadowość		
Ogólna 5.60 mval/dm3	Alkaliczna 0.30 mval/dm3	



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

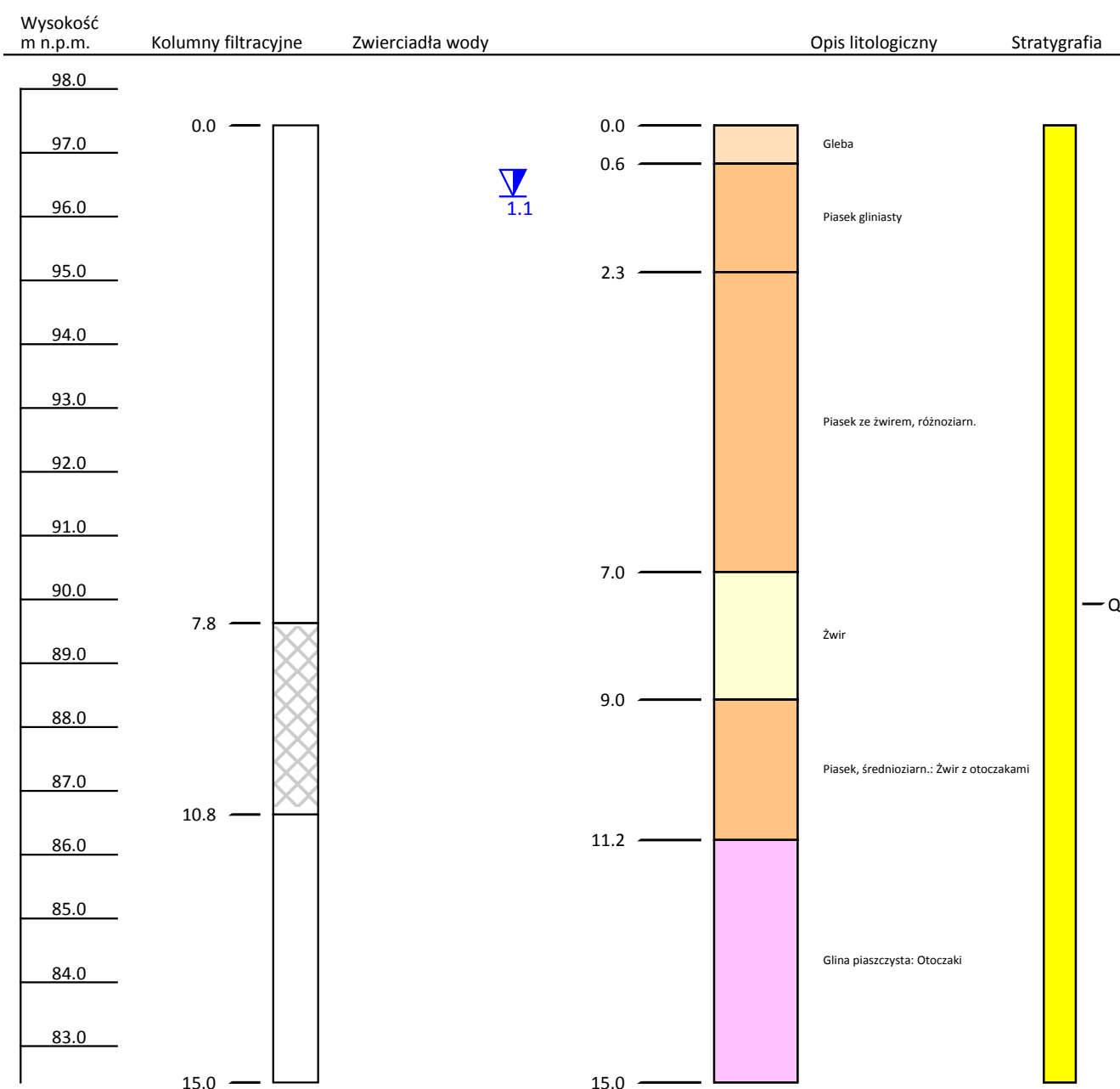
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532
(+48) 22 45 92 310

Numer obiektu:	4470037		
Nazwa obiektu:	AGRONOMÓWKA		
Miejscowość:	Płońsk	X (ukł 1992):	529,707.35
Gmina:	Płońsk (gm. miejska)	Y (ukł 1992):	593,600.3
Powiat:	płoński	Rzędna terenu:	97.43 m
Data wykonania obiektu:	01-11-1968	Głębokość całkowita:	15.0 m



JCWPd nr 52 – Dolina Górnej Narwi – Narew

Punkt badawczy w miejscowości Narew SOBWP II/1065/1, MONBADA 2096, CBDH 3810030 zlokalizowany jest w woj. podlaskim, pow. hajnowskim, gm. Narew w południowo - wschodniej części JCWPd nr 52 (fig. 1.8.1.Z). Otwór badawczy znajduje się w centralnej części Niziny Północnopodlaskiej w Dolinie Górnej Narwi (Kondracki, 2023). Całkowita powierzchnia JCWPd nr 52 wynosi 6041,12 km², a pod względem hydrogeologicznym należy do regionu wodnego Narwi (Paczyński, Sadurski, red. 2007).

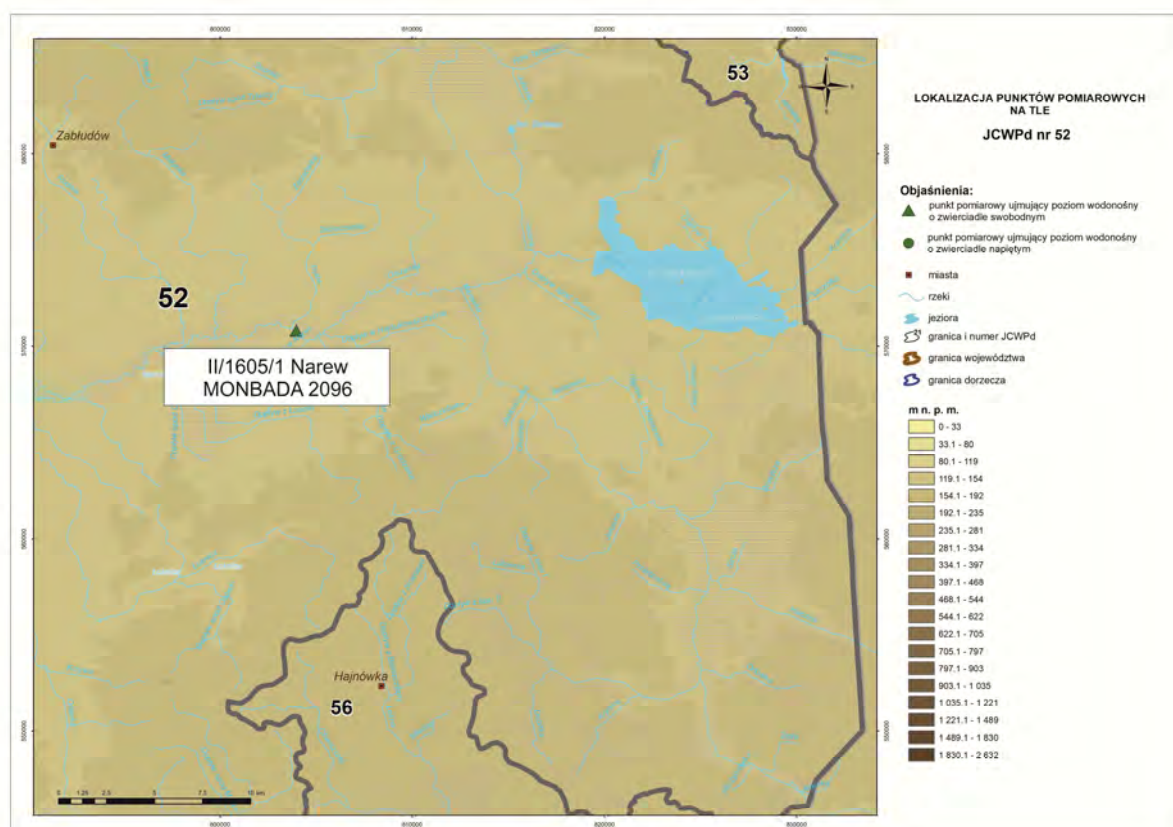


Fig. 1.8.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 52

Omawiany punkt zlokalizowany jest w strefie drenażu, rzeki Narew wraz z systemem koryt rzecznych i otaczających je podmokłościami. Wykształcenie pierwszego przypowierzchniowego poziomu wodonośnego na obszarze JWPd 52 związane jest z osadami wodnolodowcowymi i rzecznyymi zlodowacenia warty oraz utworami dolin rzecznych, wykształconymi przede wszystkim w postaci piasków i żwirów (Herbich i in., 2003). Wody pierwszego poziomu wodonośnego w rejonie punktu badawczego związane są z osadami rzecznyymi Narwi. Punkt badawczy zlokalizowany jest w bezpośrednim sąsiedztwie rzeki Narew, na tarasie nadzalewowym niskim. Wody pierwszego kompleksu wodonośnego na

większości obszaru zalegają na głębokości od 0,5 do 3,0-7,0 m. Ze względu na młodoglacjalny charakter, silnie urozmaiconą morfologię terenu, budowę geologiczną oraz lokalne zaburzenia glacitektoniczne, pierwszy poziom wodonośny na obszarze JCWPd 52 dokumentowany może być do głębokości 60 m. Pierwszy poziom wodonośny na omawianym obszarze, zasilany jest przede wszystkim poprzez infiltrację opadów atmosferycznych jak również poprzez dopływ lateralny. Na obszarach wysoczyznowych wody płytkiego poziomu wodonośnego, mogą być lokalnie izolowane od powierzchni terenu słabo przepuszczalnymi glinami zwałowymi (Nowakowski, 1979). Średnia miąższość piętra czwartorzędowego ze względu na wspomniane czynniki, charakteryzuje się dużą zmiennością i oscyluje w przedziale od kilku do 52 m. Czwartorzędowe warstwy wodonośne pierwszego poziomu wodonośnego na omawianym obszarze mają główne znaczenie użytkowe (Paczyński, 1995).

Otwór badawczy to piezometr o głębokości 6,50 m, o średnicy 100 mm, strefa zafiltrowania (część robocza filtra) obejmuje przedział głębokości między 1,50 a 5,50 m. Rzędna terenu w miejscu otworu to 131,89 m n.p.m. Prezentowany piezometr ujmuje wody pierwszego, płytkiego poziomu wodonośnego czwartorzędowego o zwierciadle swobodnym, wykształconego w miejscu otworu w postaci piasków drobno- i średnioziarnistych ze żwirem. Warstwa wodonośna podścielona jest utworami słabo przepuszczalnymi – glinami zwałowymi, a od poziomu terenu brak jest izolacji (profil i karta otworu CBDH 3810030). W bezpośrednim sąsiedztwie punktu badawczego, wody są wodami gruntowymi, a w krążeniu wód istotne znaczenie może odgrywać również występowanie podmokłości (Pergół i in., 2012; Kochanowski, 2019). Na podstawie datowań izotopowych wieku wód podziemnych - Trytu (^3H), „wiek” wód w badanym otworze określony został się na 33 lata (Wilamowski, 2021).

Chemizm wód pierwszego poziomu wodonośnego warunkowany jest przede wszystkim charakterem utworów – składem mineralnym warstw wodonośnych i gruntów znajdujących się w strefie aeracji. Głównymi typami hydrogeochemicznymi wód płytkiego poziomu wodonośnego na omawianym obszarze są wody typu $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ oraz $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$ i mają zazwyczaj dobrą jakość. Odnotowuje się wysokie stężenia wapnia oraz wodorowęglanów o charakterze geogenicznym (wymywanie tych związków z utworów międzymorenowych i rozmycia glin zwałowych na obszarach wysoczyznowych). Z tym samym procesem wiąże się również występowanie wysokich stężeń jonów żelaza do $6,8 \text{ mg Fe/dm}^3$. Okresowe zwiększone stężenia azotanów w wodach pierwszego poziom

wodonośnego związane są z terenami pól uprawnych i intensywną działalnością rolniczą (Nowakowski, Nowicki, 2007; Rojek i in., 2019, 2020a, 2022a).

Ze względu na zróżnicowaną izolację czwartorzędowego płytkiego poziomu wodonośnego, omawiana warstwa charakteryzuje się zmienną podatnością na zanieczyszczenia z powierzchni terenu i może odznaczać się dużą zmiennością sezonową parametrów jakościowych.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Nazwa obiektu:	OTWÓR OBSERWACYJNO-BADAWCZY PIG-PIB P1	Numer obiektu:	3810030
Numer i nazwa ujęcia:	3810022-OTWÓR OBSERWACYJNO-BADAWCZY PIG-PIB	Stan obiektu:	Czynny
Archiwum:	CAG-PIG	Numer archiwalny:	2927/2012
Data wykonania obiektu:	04-08-2011	Autor dokumentacji:	Pergół Sylwiusz, Kowalczyk Agnieszka, Galczak
		Przeznaczenie obiektu:	Badawcze

Położenie obiektu:			
Województwo:	podlaskie	Powiat:	hajnowski
		Gmina:	Narew (gm. wiejska)
Miejscowość:	Narew	Ulica:	
		Numer domu:	
Numer arkusza mapy 1:50 000:	381	Nazwa ark. mapy 1:50 000:	Narew
Współrzędne 1992	X: 570804.19	Y:	803954.14
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 4669830.40	Y:	5868443.31
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 23°31'23.13"	L:	52°54'59.47"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 23°31'29.74"	L:	52°55'00.25"
Rzędna terenu:	131.89 m n.p.m.		

Weryfikacja lokalizacji:	Data: 2018-04-24	Rodzaj: PEŁNA	Sposób pomiaru wsp.: ORTOFOTOMAPA
---------------------------------	------------------	---------------	-----------------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 10.0	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 6.5	
Rodzaj filtra:	Filtr PCW	Obsypka: Żwirowa > 2 mm	Krańcowe średnice ziaren [mm] :
Data zabudowy filtra:		Data likwidacji filtra:	
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	0.0	1.5	100
Część robocza filtra	1.5	5.5	100
Rura podfiltrowa	5.5	6.5	100

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy:Czwartorzęd

	Eksploatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność			3.00 m3/godz	0.00	m3/godz
Depresja [m]					

Promień lejki depresji R: m	Wydajność jednostkowa q: 0.00 m3/h*1m*s
Czas pompowania t: godz.	Współczynnik filtracji k: m/s

Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy:	2011-11-22	Numer analizy:	2140/LM/Z/11	Rodzaj próbki:	Brak danych
Ciężar właściwy [g/cm3]:		pH:		Przewodnictwo w temp. 25 [°C]	
Potencjał redox Eh [mV]		Utlenialność			

Twardość	
Ogólna 1	Ogólna 2
Niewęglanowa 1	Niewęglanowa 2
Węglanowa	
Mętność	
Zawartość zawiesiny	Skala mętności
Zasadowość	
Ogólna	Alkaliczna



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Numer obiektu:	3810030		
Nazwa obiektu:	OTWÓR OBSERWACYJNO-BADAWCZY PIG-PIB P1		
Miejscowość:	Narew	X (ukł 1992):	570,804.19
Gmina:	Narew (gm. wiejska)	Y (ukł 1992):	803,954.14
Powiat:	hajnowski	Rzędna terenu:	131.89 m
Data wykonania obiektu:	04-08-2011	Głębokość całkowita:	10.0 m

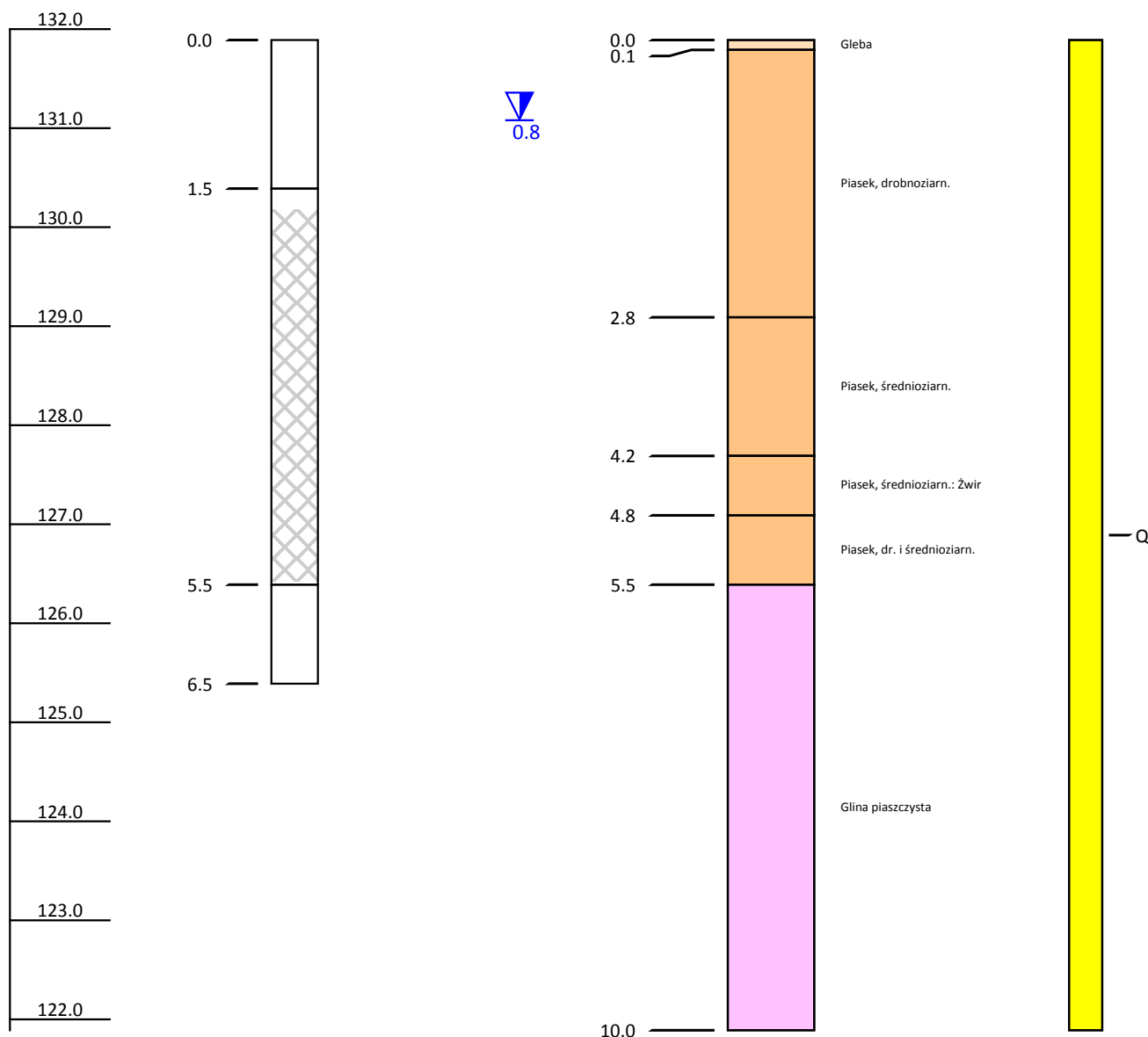
Wysokość
m n.p.m.

Kolumny filtracyjne

Zwierciadła wody

Opis litologiczny

Stratygrafia



JCWPd nr 54 – Równina Wołomińska - Radzymin

Punkt badawczy w Radzyminie SOBWP I/970/3, MONBADA 1573, CBDH 4880362 zlokalizowany jest w woj. mazowieckim, pow. wołomińskim, gm. Radzymin w centralnej części JCWPd nr 54 (fig. 1.9.1.Z). Otwór obserwacyjny zlokalizowany jest w centralnej części Równiny Wołomińskiej (Kondracki, 2023). Całkowita powierzchnia JCWPd nr 54 wynosi 2175,24km², a pod względem hydrogeologicznym należy do regionu wodnego Środkowej Wisły (Paczyński, Sadurski, red. 2007).

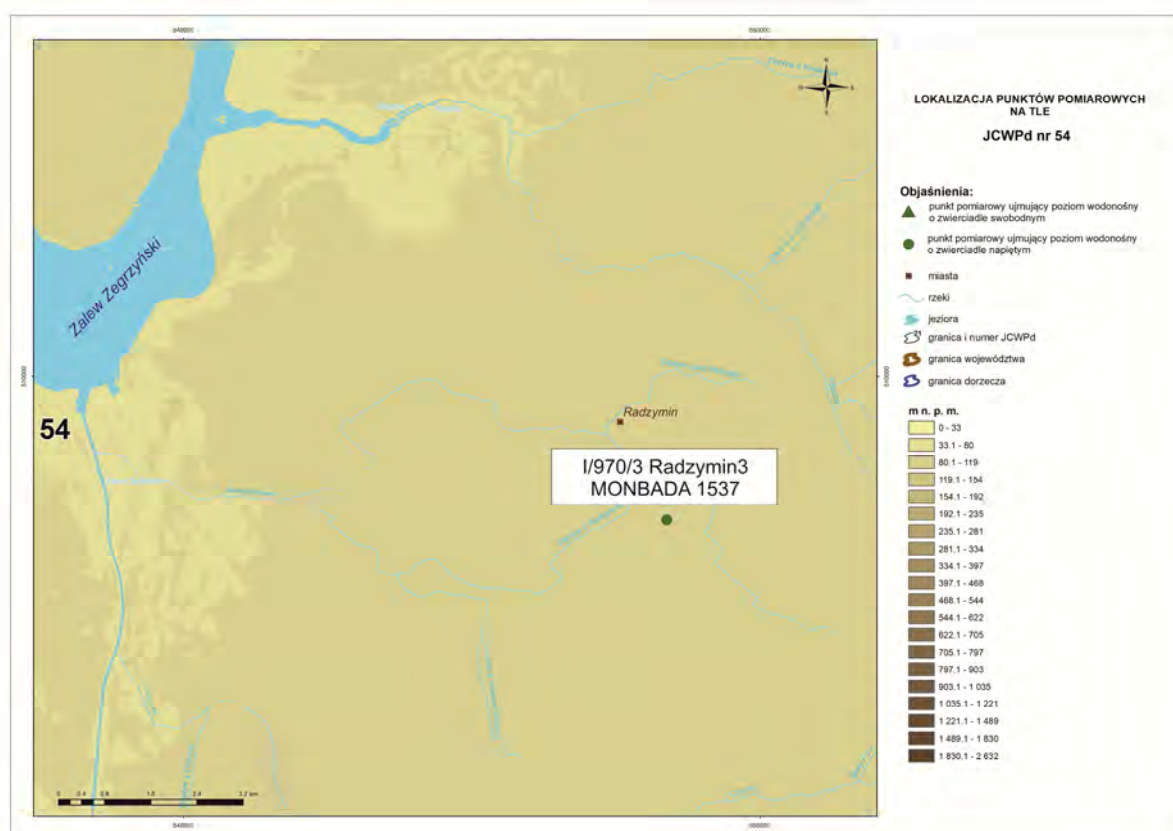


Fig. 1.9.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 54

Omawiany punkt znajduje się w lokalnej strefie krążenia, blisko lokalnego wododziału zlewni rzeki Beniaminówka oraz Rządza. Regionalną bazą drenażu jest rzeka Bug, która wymusza przepływ wód podziemnych w kierunkach N i NW. Dla płytkiego poziomu czwartorzędowego kierunki przepływu mogą być często zaburzone przez lokalne ciekły oraz zróżnicowaną budowę geologiczną. W rejonie punktu badawczego warstwy te zalegają na głębokości od 7,0 do 20,0 m. Lokalnie zwierciadło wód może mieć charakter lekko napięty poprzez występowanie w stropie warstwy wodonośnej utworów lodowcowych, glin piaszczystych i pylistych. Zasilanie odbywa się przede wszystkim poprzez infiltrację opadów

atmosferycznych jak również poprzez przesączanie. Lokalnie zasilanie pierwszego poziomu wodonośnego na omawianym obszarze, może być związane ze strefą wysoczyznowa i wodonośnymi strukturami fluwioglacjalnymi (Nowicki, 2000).

Średnia miąższość piętra czwartorzędowego charakteryzuje się dużą zmiennością i oscyluje w przedziale od 20 do 40 m, a w obszarach dolin kopalnych może przekraczać 100 m. Położenie zwierciadła wód pierwszego poziomu wodonośnego jest uwarunkowane urozmaiconą morfologią terenu i zróżnicowaną budową geologiczną – obszar zlodowaceń środkowopolskich. Pierwszy poziom wodonośny na omawianym obszarze ma główne znaczenie użytkowe na omawianym obszarze (Macioszczyk, 1985; Macioszczyk, Kazimierski, 1985).

Otwór badawczy to piezometr o głębokości 15,0 m, o średnicy 100 mm, strefa zafiltrowania (część robocza filtra) obejmuje przedział głębokości między 10,00 a 14,00 m. Rzędna terenu w miejscu otworu to 89,40 m n.p.m. Zwierciadło ujmowanej warstwy ma charakter lekko napięty, iw jest wykształcona w postaci piasków drobno- i średnioziarnistych. Warstwa wodonośna podścielona jest utworami nieprzepuszczalnymi – ilami pstrymi, a od poziomu terenu występuje lokalna izolacja w postaci glin pylastych (profil i karta otworu CBDH 4880362). Na omawianym obszarze wody gruntowe wykazują dobrą łączność hydrauliczną pomiędzy poszczególnymi poziomami (Kawęcka, Otwinowski, 2014; Bieleń, 2019). „Wiek” wód w badanym otworze określony został się na okres sprzed 1952 roku (Nowicki, 2001; Wilamowski, 2021).

Chemizm wód pierwszego poziomu wodonośnego warunkowany jest przede wszystkim specyfiką obszaru zasilania i charakterem utworów – składem mineralnym warstw wodonośnych. Głównymi typami hydrogeochemicznymi wód płytkiego poziomu wodonośnego na omawianym obszarze są wody typu $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ oraz $\text{HCO}_3\text{-Ca}$. W punkcie badawczym w Radzyminie zaznacza się wpływ antropopresji i odnotowuje się podwyższone stężenia arsenu dochodzące do $0,013 \text{ mg As/dm}^3$. Powoduje to zaklasyfikowanie wód podziemnych do V klasy jakości wody, a wody uzyskują stan słaby. Podwyższone stężenia wapnia, wodorowęglanów oraz jonów żelaza do 19 mg Fe/dm^3 mają charakter geogeniczny - wymywanie tych związków z utworów międzymorenowych i rozmycia glin zwałowych. Okresowe zwiększone stężenia azotanów w wodach pierwszego poziomu wodonośnego związane są z terenami pól uprawnych i intensywną działalnością rolniczą (Nowakowski, Nowicki, 2007; Rojek i in., 2019, 2020a, 2022a).



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Nazwa obiektu:	OTWÓR OBSERWACYJNO-BADAWCZY PIG-PIB P3	Numer obiektu:	4880362
Numer i nazwa ujęcia:	4880115-OTWÓR OBSERWACYJNO-BADAWCZY PIG-PIB	Stan obiektu:	Czynny
Archiwum:	CAG-PIG	Numer archiwalny:	1589/2014
		Autor dokumentacji:	Kawęcka Alicja, Otwinowski Jacek
Data wykonania obiektu:	06-2013	Data rek./ren.:	
		Przeznaczenie obiektu:	Eksploatacja

Położenie obiektu:			
Województwo:	mazowieckie	Powiat:	wołomiński
		Gmina:	Radzymin (gm. miejsko-wiejska)
Miejscowość:	Radzymin	Ulica:	
		Numer domu:	
Numer arkusza mapy 1:50 000:	488	Nazwa ark. mapy 1:50 000:	Radzymin
Współrzędne 1992	X: 507519.45	Y:	648380.35
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 4512530.67	Y:	5809493.29
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 21°10'56.39"	L:	52°24'48.35"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 21°11'02.96"	L:	52°24'49.28"
Rzędna terenu:	89.40 m n.p.m.		

Weryfikacja lokalizacji:	Data: 2018-03-16	Rodzaj: PEŁNA	Sposób pomiaru wsp.: DOKUMENTACJA
---------------------------------	------------------	---------------	-----------------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 15.0	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 15.0	
Rodzaj filtra: Filtr PCW	Obsypka: Piask.<= 2 mm	Krańcowe średnice ziaren [mm] : od: 0.80 do:	
Data zabudowy filtra: 06-2013	Data likwidacji filtra:		
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	0.0	10.0	100
Część robocza filtra	10.0	14.0	100
Rura podfiltrowa	14.0	15.0	100

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy:Czwartorzęd

	Eksploatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność			5.00 m3/godz	0.00	m3/godz
Depresja [m]			0.75		

Promień leja depresji R: m	Wydajność jednostkowa q: 6.67 m3/h*1m*s
Czas pompowania t: godz.	Współczynnik filtracji k: m/s

Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy: 2013-06-26	Numer analizy: 2088/13/2	Rodzaj próbki: Próbką-1 cykl pomp.
Ciężar właściwy [g/cm3]:	pH: 7.37	Przewodnictwo w temp. 25 [°C] 498.0 * 0.001mS/cm
Potencjał redox Eh [mV]	Utlenialność	
Twardość		
Ogólna 1 195.00 mgCaCO3/dm3	Ogólna 2	
Niewęglanowa 1	Niewęglanowa 2	
Węglanowa		
Mętność		
Zawartość zawiesiny -20 NTU	Skala mętności	
Zasadowość		
Ogólna 197.00 mg CaCO3/dm3	Alkaliczna	



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

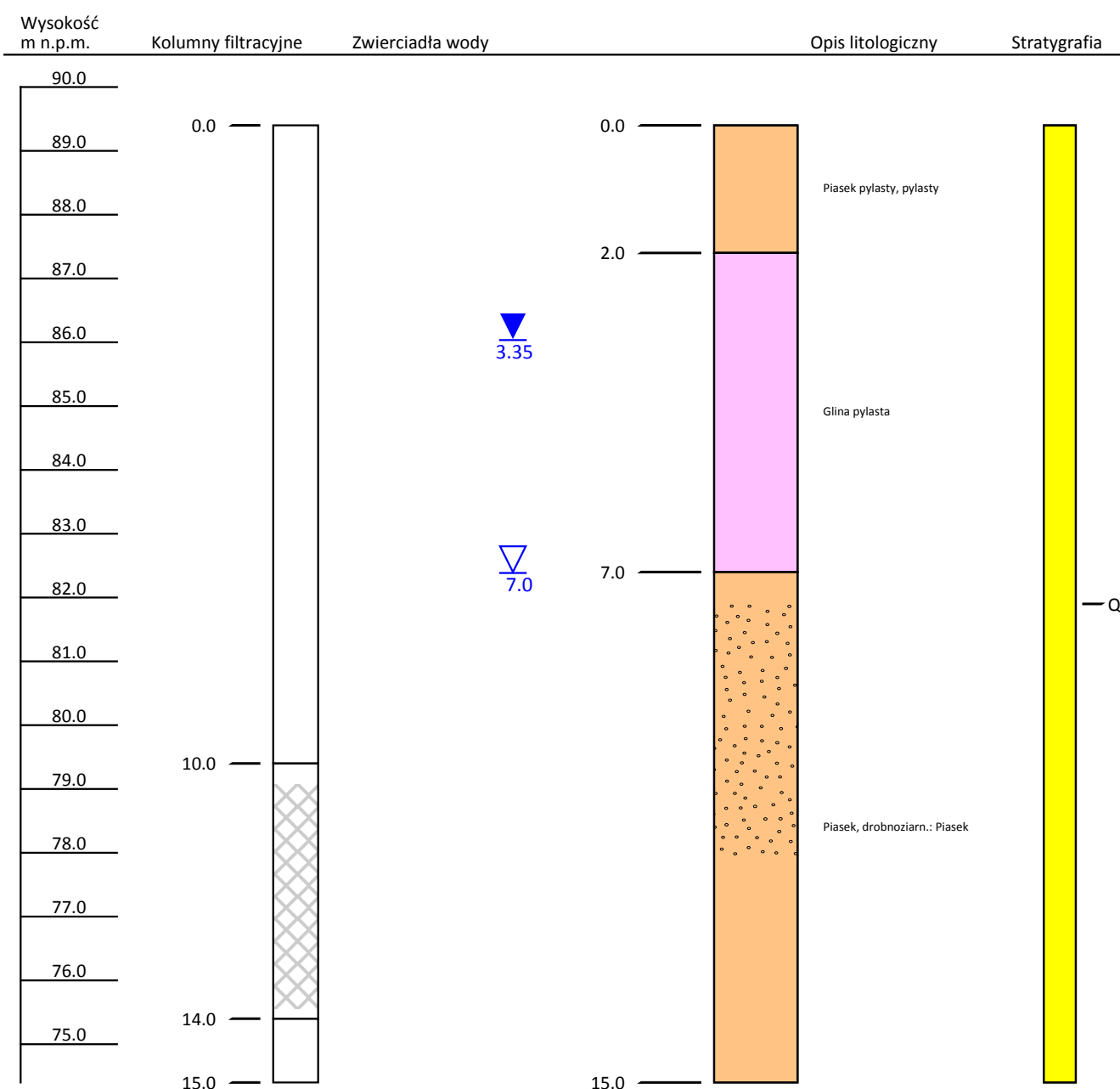
CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Numer obiektu:	4880362		
Nazwa obiektu:	OTWÓR OBSERWACYJNO-BADAWCZY PIG-PIB P3		
Miejscowość:	Radzymin	X (ukł 1992):	507,519.45
Gmina:	Radzymin (gm. miejsko-wiejska)	Y (ukł 1992):	648,380.35
Powiat:	wołomiński	Rzędna terenu:	89.4 m
Data wykonania obiektu:	01-06-2013	Głębokość całkowita:	15.0 m



Załącznik 1.10

JCWPD nr 55 – Podlaski Przełom Bugu/Wysoczyzna Siedlecka – Pętkowo Wielkie, Nowe Iganie

Punkt badawczy w Pętkowie Wielkim SOBWP II/1726/1, MONBADA 1456, CBDH 4150062 zlokalizowany jest w woj. mazowieckim, w pow. ostrowskim, w gminie Zaręby Kościelne w północnej części JCWPd nr 55. Punkt badawczy w Nowych Iganiach SOBWP II/964/1, MONBADA 2095, CBDH 5280072 zlokalizowany jest w woj. mazowieckim, w pow. siedleckim, w gminie Siedlce w południowej części JCWPd nr 55 (fig. 1.10.1.Z). Otwór w Pętkowie Wielkim zlokalizowany jest w północnej części Podlaskiego Przełomu Bugu na granicy z Wysoczyzną Siedlecką, natomiast otwór w Nowych Iganiach zlokalizowany jest w południowej części Wysoczyzny Siedleckiej będących częścią Niziny Południowopodlaskiej (Kondracki, 2023). Całkowita powierzchnia JCWPd nr 55 wynosi 9484,79 km², a pod względem hydrogeologicznym należy do regionu wodnego Bugu 95% oraz Środkowej Wisły 5%. Obydwa punkty pomiarowe leżą na obszarze regionu wodnego Bugu (Paczyński, Sadurski, red. 2007).

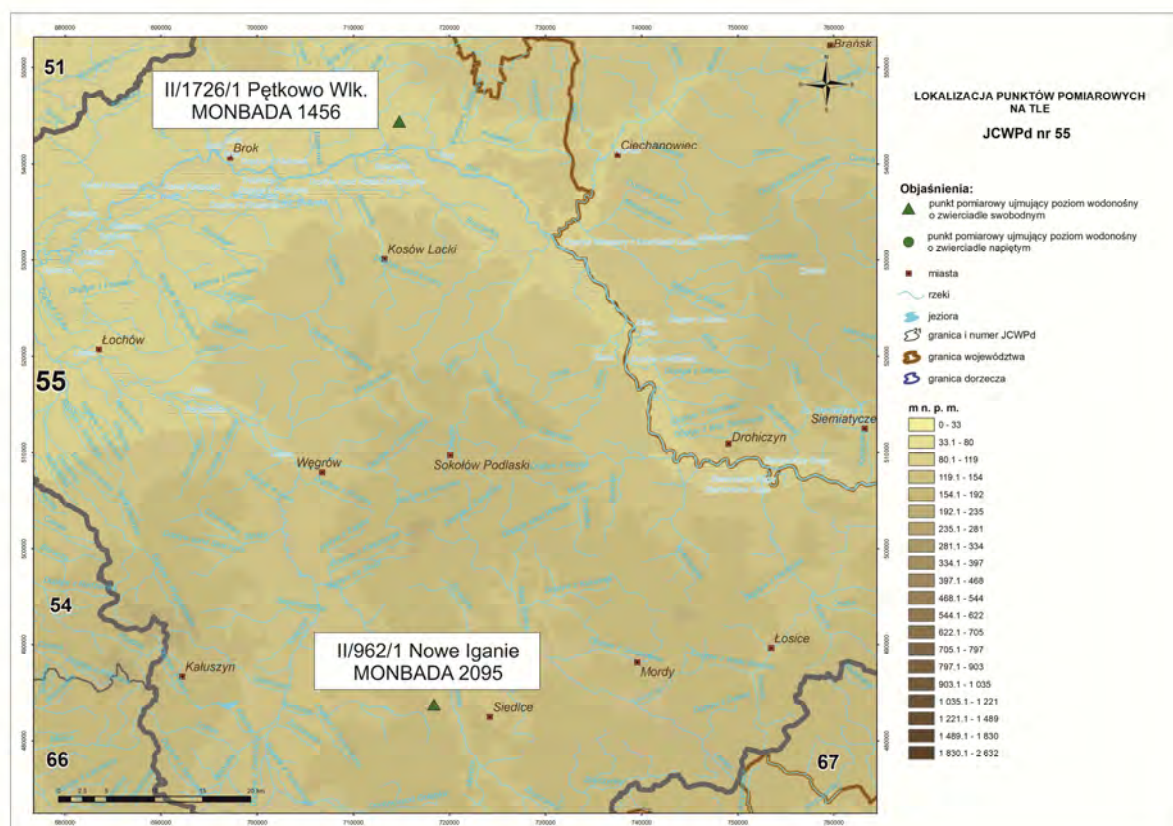


Fig. 1.10.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 55

nieprzepuszczalnymi utworami mułków i ilów piaszczystych (Kawęcka i in., 2018). W badanym otworze datowania izotopowe wieku wód podziemnych nie były prowadzone, jednakże szacuje się, że „wiek” wód jest zbliżony do „wieku” wód w otworze w Pętkowie Wielkim (Leśniak, Wilamowski 2017, Wilamowski 2021).

Chemizm wód pierwszego poziomu wodonośnego w rejonie badań charakteryzuje się dużą różnorodnością, warunkowany jest przede wszystkim charakterem utworów wodonośnych oraz intensywnością zasilania poprzez infiltrację bezpośrednią. W związku z powszechnym brakiem izolacji, wody omawianego poziomu są podatne na zanieczyszczenia antropogeniczne. Dominują wody typu $\text{HCO}_3\text{-Ca}$, średniotwarde o odczynie obojętnym lub słabo zasadowym. Wyniki badań monitoringowych (Kazimierski, Zapaśnik, 2003; Rojek i in., 2019, 2020a, 2021, 2022a) wskazują na wysoką zmienność stężeń żelaza i manganu pochodzenia geogenicznego oraz silny wpływ zanieczyszczeń rolniczych i przemysłowych gdzie stwierdza się podwyższone stężenia chlorków, siarczanów i azotanów oraz lokalnie rtęci.

Czwartorzędowy płytki poziom wodonośny, w związku z dobrym wykształceniem na rozległym obszarze i wysokimi wartościami współczynnika filtracji, ma główne znaczenie użytkowe dla całego obszaru JCWPd nr 55.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Nazwa obiektu:	OTWÓR OBSERWACYJNO-BADAWCZY PIG-PIB P1	Numer obiektu:	4150062
Numer i nazwa ujęcia:	4150034-OTWÓR OBSERWACYJNO-BADAWCZY PIG-PIB	Stan obiektu:	Czynny
Archiwum:	CAG-PIG	Numer archiwalny:	2652/2012
Data wykonania obiektu:	06-08-2011	Autor dokumentacji:	Galczak Michał, Gidziński Tomasz, Kowalczyk
		Przeznaczenie obiektu:	Badawcze

Położenie obiektu:			
Województwo:	mazowieckie	Powiat:	ostrowski
Miejscowość:	Pętkowo Wielkie	Gmina:	Zaręby Kościelne (gm. wiejska)
		Ulica:	
		Numer domu:	
Numer arkusza mapy 1:50 000:	415	Nazwa ark. mapy 1:50 000:	Małkinia Górna
Współrzędne 1992	X: 544405.95	Y:	714792.60
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 4579962.20	Y:	5844535.62
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 22°10'53.87"	L:	52°43'21.32"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 22°11'00.47"	L:	52°43'22.19"
Rzędna terenu:	112.64 m n.p.m.		

Weryfikacja lokalizacji:	Data: 2018-04-24	Rodzaj: PEŁNA	Sposób pomiaru wsp.: DOKUMENTACJA
---------------------------------	------------------	---------------	-----------------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 9.7	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 9.7	
Rodzaj filtra: Filtr PCW	Obsypka: Piask.<= 2 mm	Krańcowe średnice ziaren [mm] : od: 0.80 do:	
Data zabudowy filtra: 08-2011	Data likwidacji filtra:		
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	0.0	4.5	110
Część robocza filtra	4.5	8.6	110
Rura podfiltrowa	8.6	9.7	110

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy:Czwartorzęd - plejstocen

	Eksploatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność			3.00 m3/godz	0.00	m3/godz
Depresja [m]			0.16		

Promień leja depresji R: m	Wydajność jednostkowa q: 18.75 m3/h*1m*s
Czas pompowania t: godz.	Współczynnik filtracji k: m/s

Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy: 2011-08-16	Numer analizy: UKR-00764-11	Rodzaj próbki: Próbką-3 cykl pomp.
Ciężar właściwy [g/cm3]:	pH: 7.80	Przewodnictwo w temp. 25 [°C] 396.0 * 0.001mS/cm
Potencjał redox Eh [mV]	Utlenialność	
Twardość		
Ogólna 1 222.00 mgCaCO3/dm3	Ogólna 2	
Niewęglanowa 1	Niewęglanowa 2	
Węglanowa		
Mętność		
Zawartość zawiesiny 8.00 NTU	Skala mętności	
Zasadowość		
Ogólna 2.40 mmol/dm3	Alkaliczna	



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

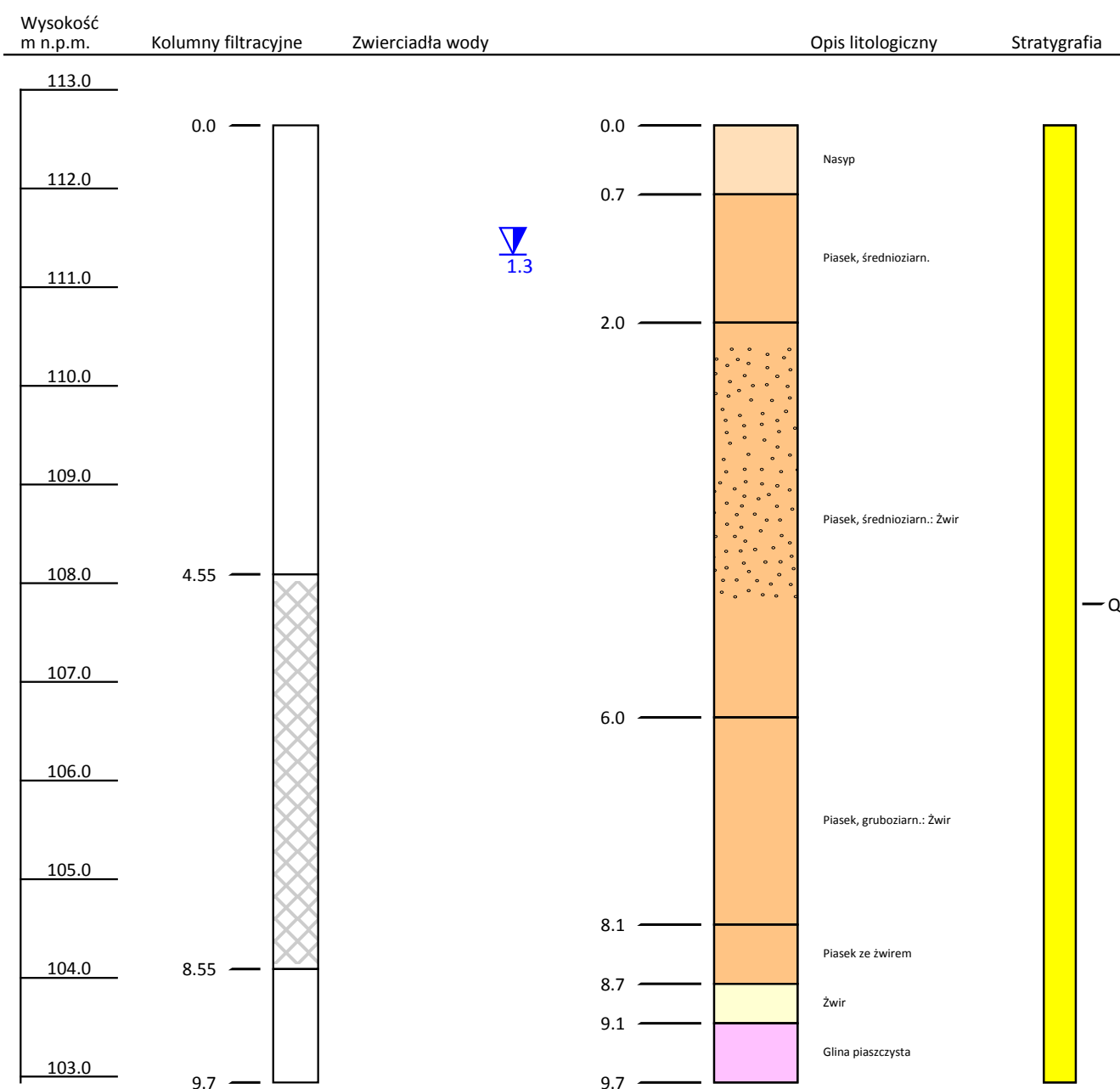
CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Numer obiektu:	4150062		
Nazwa obiektu:	OTWÓR OBSERWACYJNO-BADAWCZY PIG-PIB P1		
Miejscowość:	Pętkowo Wielkie	X (ukł 1992):	544,405.95
Gmina:	Zaręby Kościelne (gm. wiejska)	Y (ukł 1992):	714,792.6
Powiat:	ostrowski	Rzędna terenu:	112.64 m
Data wykonania obiektu:	06-08-2011	Głębokość całkowita:	9.7 m





Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Nazwa obiektu: SIEĆ OBSERWACYJNO-BADAWCZA PIG-PIB P1	Numer obiektu: 5280072	
Numer i nazwa ujęcia: 5280053-SIEĆ OBSERWACYJNO-BADAWCZA PIG-PIB	Stan obiektu: Czynny	
Archiwum: CAG-PIG	Numer archiwalny: 5775/2018	Autor dokumentacji: Kawęcka Alicja, Kochanowski Jacek, Bieliń
Data wykonania obiektu: 17-05-2018	Data rek./ren.:	Przeznaczenie obiektu: Monitoring

Położenie obiektu:		
Województwo: mazowieckie	Powiat: siedlecki	Gmina: Siedlce (gm. wiejska)
Miejscowość: Nowe Iganie	Ulica:	Numer domu:
Numer arkusza mapy 1:50 000: 528	Nazwa ark. mapy 1:50 000: Mokobody	
Współrzędne 1992	X: 483771.93	Y: 718402.93
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 4581892.64	Y: 5783812.15
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 22°11'43.20"	L: 52°10'36.20"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 22°11'49.71"	L: 52°10'37.08"
Rzędna terenu: 157.07 m n.p.m.		

Weryfikacja lokalizacji:	Data: 2019-05-29	Rodzaj: PEŁNA	Sposób pomiaru wsp.: DOKUMENTACJA
--------------------------	------------------	---------------	-----------------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 22.0	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 19.9	
Rodzaj filtra: Filtr PCW	Obsypka: Piask.<= 2 mm	Krańcowe średnice ziaren [mm] : od: 1.00 do:	
Data zabudowy filtra: 17-05-2018	Data likwidacji filtra:		
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	0.0	14.8	100
Część robocza filtra	14.8	17.8	100
Rura podfiltrowa	17.8	19.9	100

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy:Czwartorzęd

	Eksploatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność			5.50 m3/godz	0.00	m3/godz
Depresja [m]			0.86		

Promień leja depresji R: m	Wydajność jednostkowa q: 6.40 m3/h*1m*s
Czas pompowania t: godz.	Współczynnik filtracji k: m/s

Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy:	Numer analizy:	Rodzaj próbki:
Ciężar właściwy [g/cm3]:	pH:	Przewodnictwo w temp. 25 [°C]
Potencjał redox Eh [mV]	Utlenialność	

Twardość	
Ogólna 1	Ogólna 2
Niewęglanowa 1	Niewęglanowa 2
Węglanowa	
Mętność	
Zawartość zawiesiny	Skala mętności
Zasadowość	
Ogólna	Alkaliczna



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

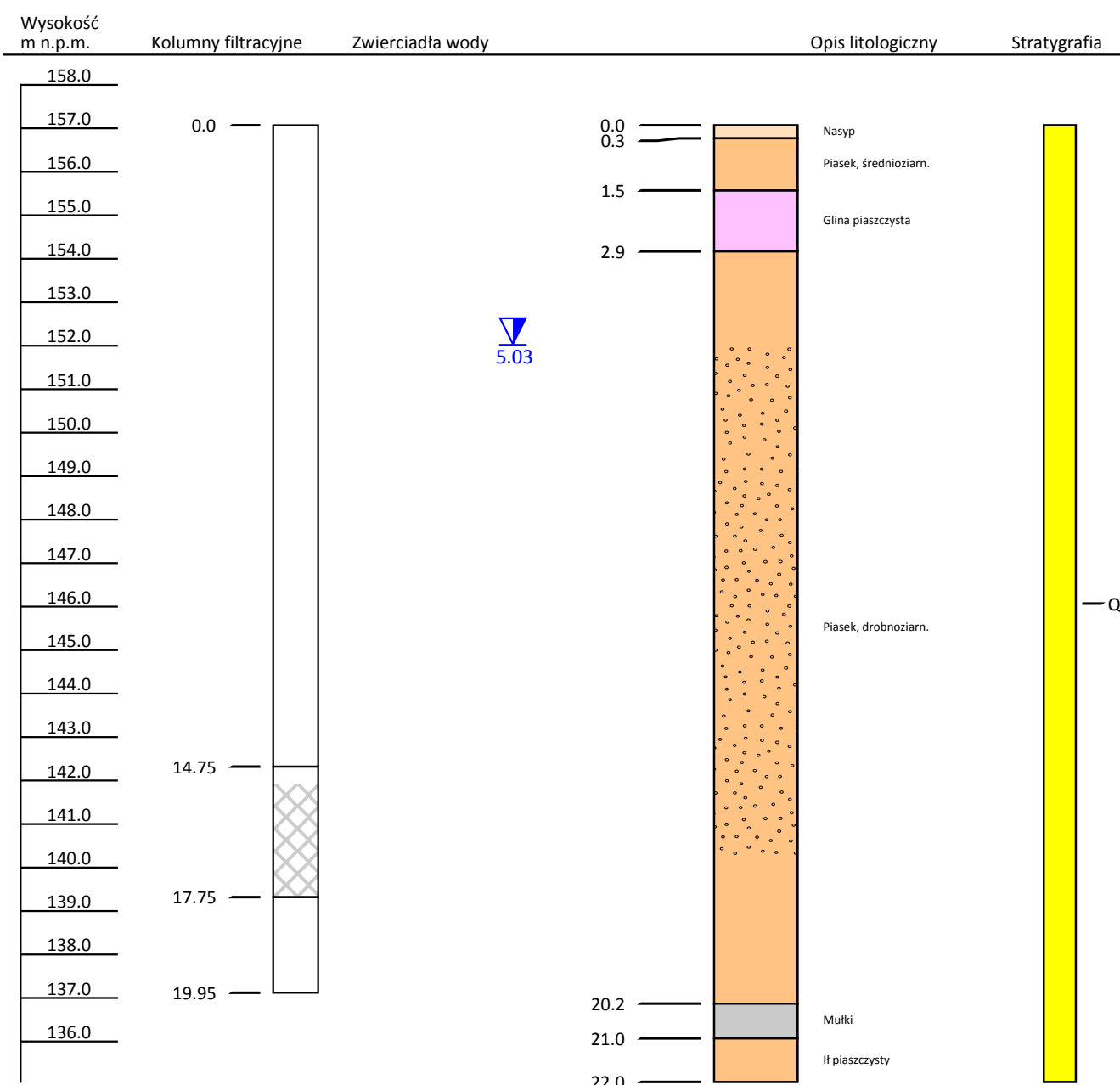
CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Numer obiektu:	5280072		
Nazwa obiektu:	SIEĆ OBSERWACYJNO-BADAWCZA PIG-PIB P1		
Miejscowość:	Nowe Iganie	X (ukł 1992):	483,771.93
Gmina:	Siedlce (gm. wiejska)	Y (ukł 1992):	718,402.93
Powiat:	siedlecki	Rzędna terenu:	157.07 m
Data wykonania obiektu:	17-05-2018	Głębokość całkowita:	22.0 m



JCWPd nr 64 – Kotlina Warszawska (zachodnia część) – Granica 2

Punkt pomiarowy w Granicy SOBWP I/920/2, MONBADA 1702, CBDH 5210165 zlokalizowany jest w woj. mazowieckim, w pow. warszawskim zachodnim, w gminie Kampinos, w południowej części JCWPd nr 64 (fig. 1.11.1.Z). Otwór w Granicy zlokalizowany jest w południowej części Kotliny Warszawskiej na granicy z Równiną Łowicko-Błońską (Kondracki, 2023) na terenie Kampinoskiego Parku Narodowego, w jego południowej części. Całkowita powierzchnia JCWPd nr 64 wynosi 741,54 km², a pod względem hydrogeologicznym należy do regionu wodnego Środkowej Wisły (Paczyński, Sadurski, red. 2007).

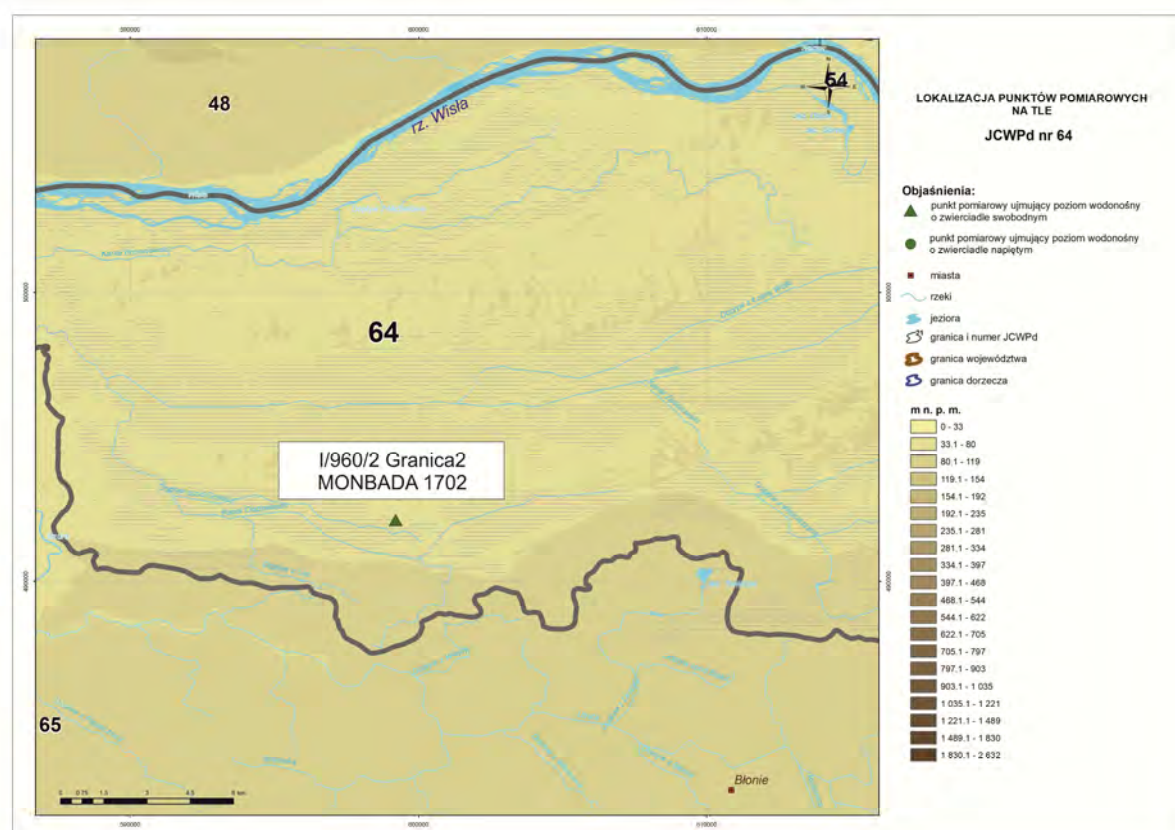


Fig. 1.11.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 64

Wody pierwszego poziomu wodonośnego na obszarze JCWPd 64 związane są z czwartorzędowymi utworami piaszczysto-żwirowymi zlodowacenia wisły, które nie objęło centralnej części niecki mazowieckiej. Omawiany obszar znajdował się w strefie peryglacialnej lądolodu, w której osadzały się piaski i żwiry tarasów nadzalewowych akumulacji rzecznej. Były piaski z domieszką żwirów stożków napływowych, piaski, żwiry i mułki deluwialne, eluvia piaszczyste glin zwałowych oraz utwory jeziorne w postaci torfów,

gytii i mułków. Utwory piaszczyste podlegały silnym procesom eolicznym, czego świadectwem są wydmy Kampinoskiego Parku Narodowego. Utwory te na dominującym obszarze pozbawione są izolacji, a miąższość utworów piaszczystych i piaszczysto-żwirowych w sąsiedztwie punktu badawczego wynosi zazwyczaj 8-9 m, miąższość ta może wzrastać na obszarach wydmy i dochodzi do 15 m (Przytuła i in. 2000; Lisicki i in. 2010; Krogulec, 2011).

Zwierciadło ma charakter swobodny i występuje na głębokości od 1 do kilku metrów. Zasilanie odbywa się na drodze infiltracji wód opadowych i roztopowych oraz lokalnie dopływu lateralnego z obszarów wysoczyzn. W drenażu wód podziemnych największe znaczenie odgrywa rzeka Wisła stanowiąca regionalną bazę drenażu, oraz mniejsze rzeki i cieki, w tym sieć kanałów melioracyjnych (Łasica, Kanał Olszowiecki, Kanał Zaborowski). W krążeniu wód w obrębie poziomów czwartorzędowych, kierunki przepływu nawiązują do lokalnego systemu krążenia (Krogulec, 2011).

Otwór w Granicy znajduje się w strefie drenażu Kanału Olszowieckiego stanowiącego dopływ Łasicy. Na całym obszarze JCWPd 64 wody pierwszego poziomu wodonośnego charakteryzują się dobrymi parametrami hydraulicznymi oraz szybką odnawialnością zasobów. Udokumentowane wartości współczynnika filtracji w obrębie piętra czwartorzędowego sięgają 60 m/h, a przewodność wodna do 2000 m²/d. Potencjalna wydajność studni to 12-27 m³/h (Oficjalska i in., 1996; Kazimierski i in. 1998; Krogulec i in., 2009; Krogulec, 2011).

Otwór badawczy w Granicy to piezometr o głębokości 14,2 m, o średnicy 100 mm, strefa zafiltrowania obejmuje przedział głębokości między 10,2 a 12,2 m. Rzędna terenu w miejscu otworu to 73,10 m n.p.m. Piezometr ujmuje wody pierwszego, płytkiego poziomu wodonośnego holoceniśko-plejstoceniśkiego o zwierciadle swobodnym, wykształconego w postaci piasków średnio- i gruboziarnistych ze żwirem (profil i karta otworu CBDH 5210165). W profilu pionowym ujmowany jest czwartorzędowy poziom wodonośny podścielony słabo przepuszczalnymi glinami piaszczystymi (Muranowicz, 1997). Na podstawie datowań izotopowych metodą Trytu (³H), „wiek” wód w badanym otworze oszacowany został się na 3 lata (Nowicki, 2001; Leśniak, Wilamowski 2017, Wilamowski 2021).

Chemizm wód pierwszego poziomu wodonośnego w rejonie badań charakteryzuje się dużą różnorodnością, warunkowany jest przede wszystkim charakterem utworów wodonośnych oraz intensywnością zasilania poprzez infiltrację bezpośrednią. Istotną rolę w

kształtowaniu chemizmu wód omawianego płytkiego poziomu wodonośnego, odgrywa obecność na omawianym obszarze mokradeł i torfów. W związku z powszechnym brakiem izolacji, wody omawianego poziomu są podatne na zanieczyszczenia antropogeniczne. Dominują wody typu $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ oraz $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ średniotwarde o odczynie obojętnym lub słabo zasadowym. Wynik badań monitoringowych (Macioszczykowa, 1980; Krogulec i in., 2009; Krogulec, 2011; Krogulec, Sawicka, 2012; Rojek i in., 2019, 2020a, 2022a) wskazują na wysoką zmienność stężeń żelaza i manganu pochodzenia geogenicznego oraz silny wpływ zanieczyszczeń rolniczych i przemysłowych. Lokalnie stwierdza się podwyższone stężenia chlorków, siarczanów i azotanów oraz lokalnie rtęci.

Na omawianym obszarze prowadzone są liczne badania monitoringowe (Przytuła i inni, 2000; Krogulec, 2011). Wśród głównych zagrożeń i czynników wpływających na stan ilościowy i chemiczny wód pierwszego poziomu wodonośnego na omawianym obszarze, wskazuje się: nadmierną eksploatację wód podziemnych, zabiegi melioracyjne, budowę wałów powodziowych, stosowanie środków chemicznych i nawozów w rolnictwie, emisję zanieczyszczeń atmosferycznych, niewłaściwą gospodarkę wodno-ściekową oraz dzikie składowiska odpadów.

Czwartorzędowy płytki poziom wodonośny, w związku z dobrym wykształceniem na rozległym obszarze i wysokimi wartościami współczynnika filtracji, ma główne znaczenie użytkowe dla całego obszaru JCWPd nr 64.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Nazwa obiektu: STACJA HYDROGEOLOGICZNA I/960/2	Numer obiektu: 5210165	
Numer i nazwa ujęcia: 5210076-STACJA HYDROGEOLOGICZNA	Stan obiektu: Nieczynny	
Archiwum: CAG-PIG	Numer archiwalny: 2656/96	Autor dokumentacji: Muranowicz Mieczysław
Data wykonania obiektu: 03-1997	Data rek./ren.:	Przeznaczenie obiektu: Monitoring

Położenie obiektu:		
Województwo: mazowieckie	Powiat: warszawski zachodni	Gmina: Kampinos (gm. wiejska)
Miejscowość: Granica	Ulica:	Numer domu:
Numer arkusza mapy 1:50 000: 521	Nazwa ark. mapy 1:50 000: Kampinos	
Współrzędne 1992	X: 492125.18	Y: 599206.44
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 5795456.76	Y: 4462924.28
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 52°17'10.20"	L: 20°27'17.50"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 52°17'11.19"	L: 20°27'24.06"
Rzędna terenu: 73.10 m n.p.m.		

Weryfikacja lokalizacji:	Data: 2013-05-16	Rodzaj: C	Sposób pomiaru wsp.: GPS
---------------------------------	------------------	-----------	--------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 14.2	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 14.2	
Rodzaj filtra: Rura PCW	Obsypka: Bez obsypki	Krańcowe średnice ziaren [mm] :	
Data zabudowy filtra:	Data likwidacji filtra:		
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	0.0	10.2	50
Część robocza filtra	10.2	12.2	50
Rura podfiltrowa	12.2	14.2	50

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy: Czwartorzęd - Brak danych

	Eksploatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność				0.00 Brak danych	
Depresja [m]					

Promień leja depresji R: m	Wydajność jednostkowa q: 0.00 m ³ /h*1m*s
Czas pompowania t: godz.	Współczynnik filtracji k: m/s

Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy:	Numer analizy:	Rodzaj próbki:
Ciężar właściwy [g/cm ³]:	pH:	Przewodnictwo w temp. 25 [°C]
Potencjał redox Eh [mV]	Utlenialność	

Twardość	
Ogólna 1	Ogólna 2
Niewęglanowa 1	Niewęglanowa 2
Węglanowa	
Mętność	
Zawartość zawiesiny	Skala mętności
Zasadowość	
Ogólna	Alkaliczna



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

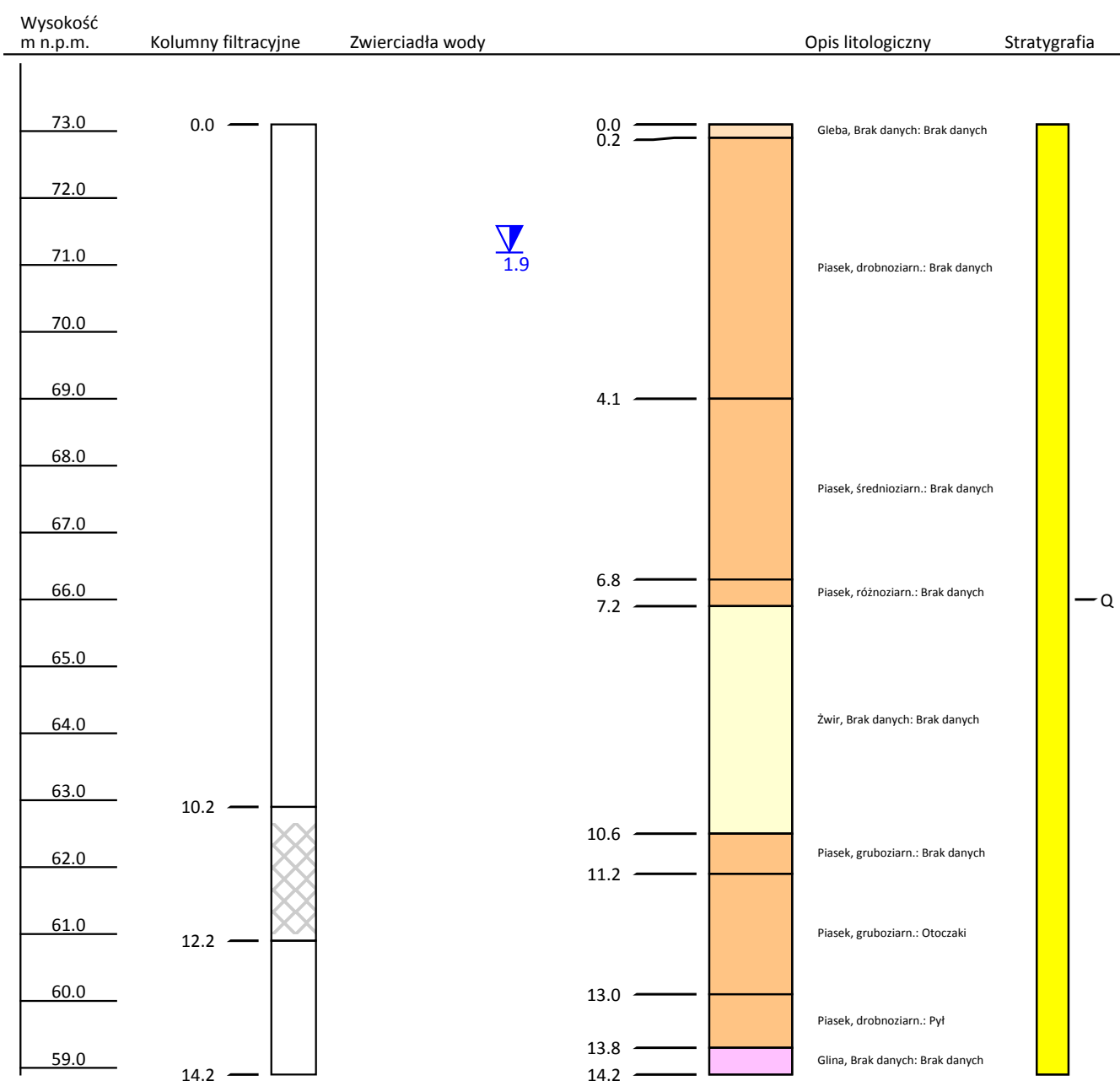
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532
(+48) 22 45 92 310

Numer obiektu:	5210165		
Nazwa obiektu:	STACJA HYDROGEOLOGICZNA I/960/2		
Miejscowość:	Granica	X (ukł 1992):	492,125.18
Gmina:	Kampinos (gm. wiejska)	Y (ukł 1992):	599,206.44
Powiat:	warszawski zachodni	Rzędna terenu:	73.1 m
Data wykonania obiektu:	01-03-1997	Głębokość całkowita:	14.2 m



JCWPd nr 67 – Polesie – Janów Podlaski, Międzyzyles, Zaświatycze

Na obszarze JCWPd nr 67 wytypowane do testów zostały 3 punkty pomiarowe. Punkt badawczy w Janowie Podlaskim SOBWP II/1571/1, MONBADA 1140, CBDH 5330004 zlokalizowany jest w woj. lubelskim, w pow. bialskim, w gminie Janów Podlaski w północnej części JCWPd nr 67. Punkt badawczy w Międzyzylesiu SOBWP II/576/1, MONBADA 1168, CBDH 6060010 zlokalizowany jest w woj. lubelskim, w pow. bialskim, w gminie Tucza w centralno-wschodniej części JCWPd nr 67. Punkt badawczy w Zaświatyczach SOBWP II/596/1, MONBADA 1368, CBDH 6430001 zlokalizowany jest w woj. lubelskim, w pow. włodawskim, w gminie Hanna w centralno-wschodniej części JCWPd nr 67 na południe od punktu badawczego w Międzyzylesiu. Omawiane punkty zlokalizowane są w obrębie regionalnej jednostki fizyczno-geograficznego – Polesia (fig. 1.12.1.Z) (Kondracki, 2023). Całkowita powierzchnia JCWPd nr 67 wynosi 5200,81km² Całkowita powierzchnia JCWPd nr 67 wynosi 5200,81km², a pod względem hydrogeologicznym należy do regionu wodnego Bugu (Paczyński, Sadurski, red, 2007).

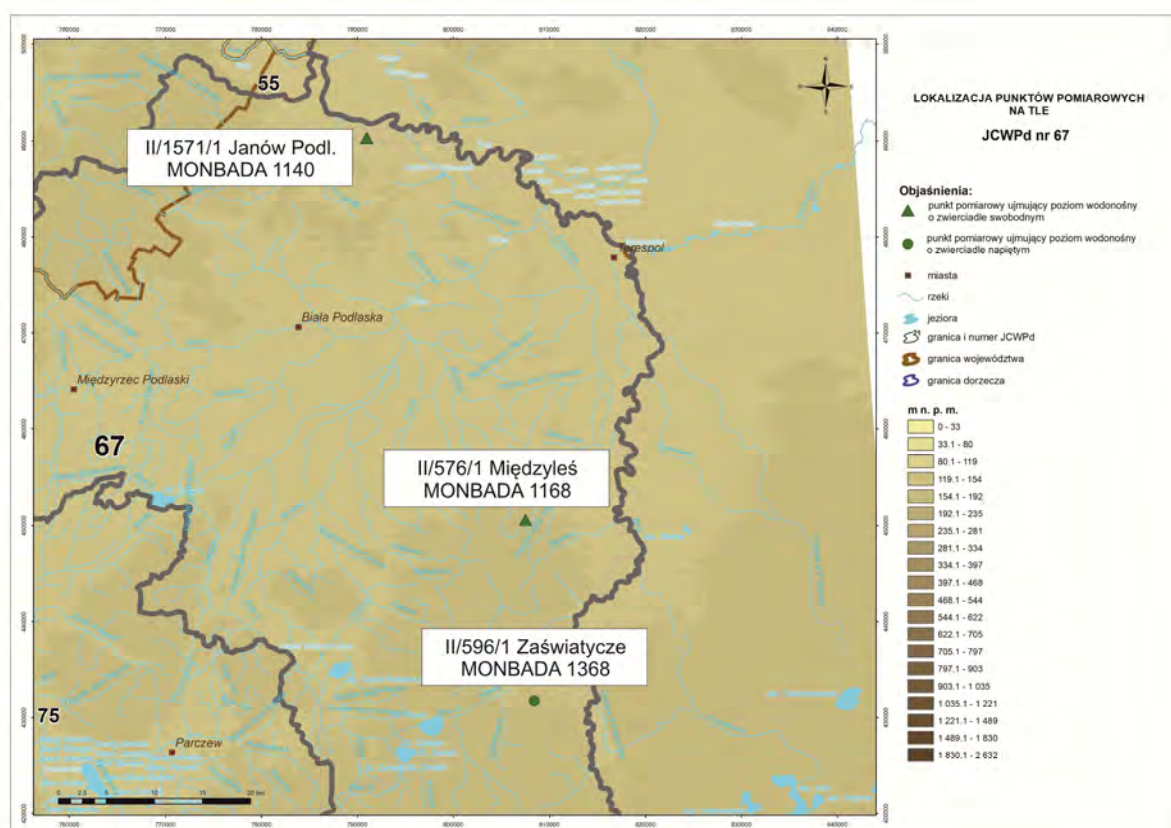


Fig. 1.12.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 67

Otwór w Janowie Podlaskim zlokalizowany jest na granicy Podlaskiego Przełomu Bugu z leżącą na południu Równiną Łukowską, otwór w Międzyzlesiu zlokalizowany jest we wschodniej części Równiny Kodeńskiej na granicy z Polesiem Brzeskim, natomiast otwór w Zaświatyczach znajduje się na obszarze południowej części Równiny Kodeńskiej, na granicy z Zakłęsłością Sosnowicką (Kondracki, 2023).

Wody pierwszego poziomu wodonośnego na obszarze JCWPd 67 związane są z czwartorzędowymi utworami piaszczysto-żwirowymi głównie akumulacji wodnolodowcowej z okresu zlodowacenia wistły, lokalnie środkowopolskich (otwory w Międzyzlesiu i Zaświatyczach) oraz akumulacji rzecznej (otwór w Janowie). Utwory te na większości obszaru JCWPd nr 67 pozbawione są izolacji, a ich miąższość ze względu na mozaikowy charakter na większości omawianego obszaru jest zmienna i najczęściej osiąga ponad 20 metrów. Zwierciadło ma charakter swobodny i występuje na głębokości od kilku do kilkunastu metrów. Zasilanie wód pierwszego poziomu wodonośnego odbywa się drodze bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych, a system krążenia ma charakter wybitnie lokalny powiązany z istniejącą siecią hydrograficzną. Na omawianym obszarze główną rolę w drenażu wód podziemnych płytkiego poziomu wodonośnego odgrywa rzeka Krzna wraz z jej dopływami (otwory w Międzyzlesiu i Zaświatyczach), w północnej części wody podziemne drenowane są przez rzekę Bug (otwór w Janowie Podlaskim). Na obszarze JCWPd 67 wody płytkiego poziomu wodonośnego bardzo często pozostają w więzi hydraulicznej z głębszymi poziomami czwartorzędowymi oraz paleogeńsko-neogeńskimi i kredowymi (Dobkowska, Kapuściński, 2000; Dobkowska i in. 2003; Kazimierski, Zapaśnik, 2003).

Na całym obszarze JCWPd 67 wody gruntowe charakteryzują się dobrymi parametrami hydraulicznymi oraz szybką odnawialnością zasobów. Udokumentowane średnie wartości współczynnika filtracji wynoszą 0,1 – 1,2 m/h, a potencjalna wydajność studni ujmujących płytkie czwartorzędowe piętro wodonośne pozostaje w przedziale 1- 10 m³/h. Na obszarach powiązanych z dolinami rzecznyymi i występującymi zawodnionymi utworami aluwialnymi wydajność jednostkowa studni wzrasta do 15 m³/h (Herbich i in., 1985; Skrzypczyk, 2001; Ostrowski, 2003)

Otwór badawczy w Janowie Podlaskim to studnia wiercona o głębokości 17,0 m, o średnicy 245 mm, której strefa zafiltrowania obejmuje przedział między 5,5 a 15,5 m. Rzędna terenu w miejscu otworu to 126,30 m n.p.m. Studnia ujmuje wody pierwszego, płytkiego poziomu wodonośnego w obrębie utworów aluwialnych o zwierciadle swobodnym, wykształconego w postaci piasków drobno- i średnioziarnistych ze żwirem (profil i karta

otworu CBDH 5330004). W profilu pionowym ujmowany jest czwartorzędowy poziom wodonośny podścielony słabo przepuszczalnymi utworami pylastymi (Szymańska, 1980; Majewski, Rysak, 2019). Na podstawie datowań izotopowych, „wiek” wód w badanym otworze oszacowany został na okres przed 1952 rokiem (Leśniak, Wilamowski 2017, Wilamowski 2021).

Otwór badawczy w Międzyzlesiu to studnia wiercona o głębokości 15,0 m, o średnicy 254 mm, której strefa zafiltrowania obejmuje przedział między 9,5 a 13,5 m. Rzędna terenu w miejscu otworu to 150,00 m n.p.m. Studnia ujmuje wody pierwszego, płytkiego czwartorzędowego poziomu wodonośnego wykształconego w utworach fluwioglacjalnych z okresu zlodowacenia wisły. Utwory te wykształcone są w postaci piasków drobno- i średnioziarnistych ze żwirem i otoczkami. Profil otworu nie osiąga spągu warstwy wodonośnej, natomiast analiza profili sąsiednich wierceń, pozwala stwierdzić, że omawiany czwartorzędowy poziom wodonośny podścielony jest nieprzepuszczalnymi glin zwałowych (profil i karta otworu CBDH 3810030) (Goś, 1968; Majewski, Rysak, 2019). W badanym otworze datowania izotopowe „wieku” wód podziemnych nie były prowadzone.

Otwór badawczy w Zaświatyczach to studnia wiercona o głębokości 13,4 m, o średnicy 203 mm, strefa zafiltrowania obejmuje przedział między 9,3 a 13,0 m. Rzędna terenu w miejscu otworu to 157,20 m n.p.m. Studnia ta ujmuje wody pierwszego, płytkiego czwartorzędowego poziomu wodonośnego głównie akumulacji wodnolodowcowej z okresu zlodowaceń środkowopolskich o zwierciadle swobodnym. W profilu pionowym udokumentowane zostały nieciągłe osady piaszczysto-gliniaste pochodzące z rozmycia utworów lodowcowych. Ujmowana warstwa wodonośna wykształcona jest w postaci piasków gruboziarnistych i żwirów (profil i karta otworu CBDH 6430001). Profil otworu nie osiąga spągu warstwy wodonośnej, natomiast analiza profili sąsiednich wierceń, pozwala stwierdzić, że omawiany czwartorzędowy płytki poziom wodonośny podścielony jest nieprzepuszczalnymi glin zwałowych zlodowaceń środkowopolskich (Zakrzewska, 1965; Majewski, Rysak, 2019). Na podstawie datowań izotopowych - Trytu (^3H), „wiek” wód w badanym otworze oszacowany został na 18 lat (Leśniak, Wilamowski 2017, Wilamowski 2021).

Chemizm wód pierwszego poziomu wodonośnego w rejonie badań charakteryzuje się dużą różnorodnością, warunkowany jest przede wszystkim charakterem utworów wodonośnych oraz intensywnością zasilania poprzez infiltrację bezpośrednią. W związku z powszechnym brakiem izolacji, wody omawianego poziomu są podatne na zanieczyszczenia

antropogeniczne. Dominują wody typu $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ oraz $\text{HCO}_3\text{-Ca}$, średniotwarde o odczynie obojętnym lub słabo zasadowym. Wynik badań monitoringowych (Kazimierski, Zapśnik, 2003; Rojek i in., 2019, 2020a, 2022a) wskazują na wysoką zmienność stężeń żelaza pochodzenia geogenicznego oraz silny wpływ zanieczyszczeń rolniczych i przemysłowych, lokalnie stwierdza się podwyższone stężenia azotanów oraz lokalnie rtęci.

Czwartorzędowy płytki poziom wodonośny, ujmowany jest przede wszystkim płytkimi studniami wierconymi oraz kopanymi, jednak ze względu na wysoką podatność na zanieczyszczenia nie jest wykorzystywany do budowy ujęć komunalnych i nie ma znaczenia użytkowego dla całego obszaru JCWPd nr 67.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Nazwa obiektu: PUNKT OBSERWACYJNO-BADAWCZY PIG-PIB (SUSZARNIA ZIELONEK) - ST. 1	Numer obiektu: 5330004	
Numer i nazwa ujęcia: 5330001-SUSZARNIA ZIELONEK STADNINA	Stan obiektu: Nieczynny	
Archiwum: CAG-PIG	Numer archiwalny: 4036/160	Autor dokumentacji: Szymańska A.
Data wykonania obiektu: 07-1980	Data rek./ren.:	Przeznaczenie obiektu: Eksploatacja

Położenie obiektu:		
Województwo: lubelskie	Powiat: bialski	Gmina: Janów Podlaski (gm. wiejska)
Miejscowość: Janów Podlaski	Ulica:	Numer domu:
Numer arkusza mapy 1:50 000: 533	Nazwa ark. mapy 1:50 000: Wierchlas	
Współrzędne 1992	X: 490309.38	Y: 790987.59
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 4654635.93	Y: 5788344.02
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 23°15'36.40"	L: 52°12'06.70"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 23°15'42.89"	L: 52°12'07.53"
Rzędna terenu: 126.30 m n.p.m.		

Weryfikacja lokalizacji:	Data: 2023-04-26	Rodzaj: PEŁNA	Sposób pomiaru wsp.: ORTOFOTOMAPA
---------------------------------	------------------	---------------	-----------------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 17.5	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 17.0	
Rodzaj filtra: Rura stal.siatka styłon.	Obsypka: Brak danych	Krańcowe średnice ziaren [mm] :	
Data zabudowy filtra: 07-1980	Data likwidacji filtra:		
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	0.0	9.5	245
Część robocza filtra	9.5	15.5	245
Rura podfiltrowa	15.5	17.0	245

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy:Czwartorzęd

	Eksploatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność	15.00 m3/godz	38.00 m3/godz	15.50 m3/godz	15.00 m3/godz	15.0 m3/godz
Depresja [m]	3.00		3.30	3.00	3.0

Promień leja depresji R: 69.00 m	Wydajność jednostkowa q: 4.70 m3/h*1m*s
Czas pompowania t: 48 godz.	Współczynnik filtracji k: 0.0000748 m/s

Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy: 1980-07-31	Numer analizy: 1707/3	Rodzaj próbki: Próbką-3 cykl pomp.
Ciężar właściwy [g/cm3]:	pH: 7.50	Przewodnictwo w temp. 25 [°C]
Potencjał redox Eh [mV]	Utlenialność	
Twardość		
Ogólna 1 3.80 mvalCa/dm3	Ogólna 2	
Niewęglanowa 1 0.00 mvalCa/dm3	Niewęglanowa 2	
Węglanowa		
Mętność		
Zawartość zawiesiny 20.00 mgSiO2/dm3	Skala mętności Opalizująca	
Zasadowość		
Ogólna 3.90 mval/dm3	Alkaliczna 0.10 mval/dm3	



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

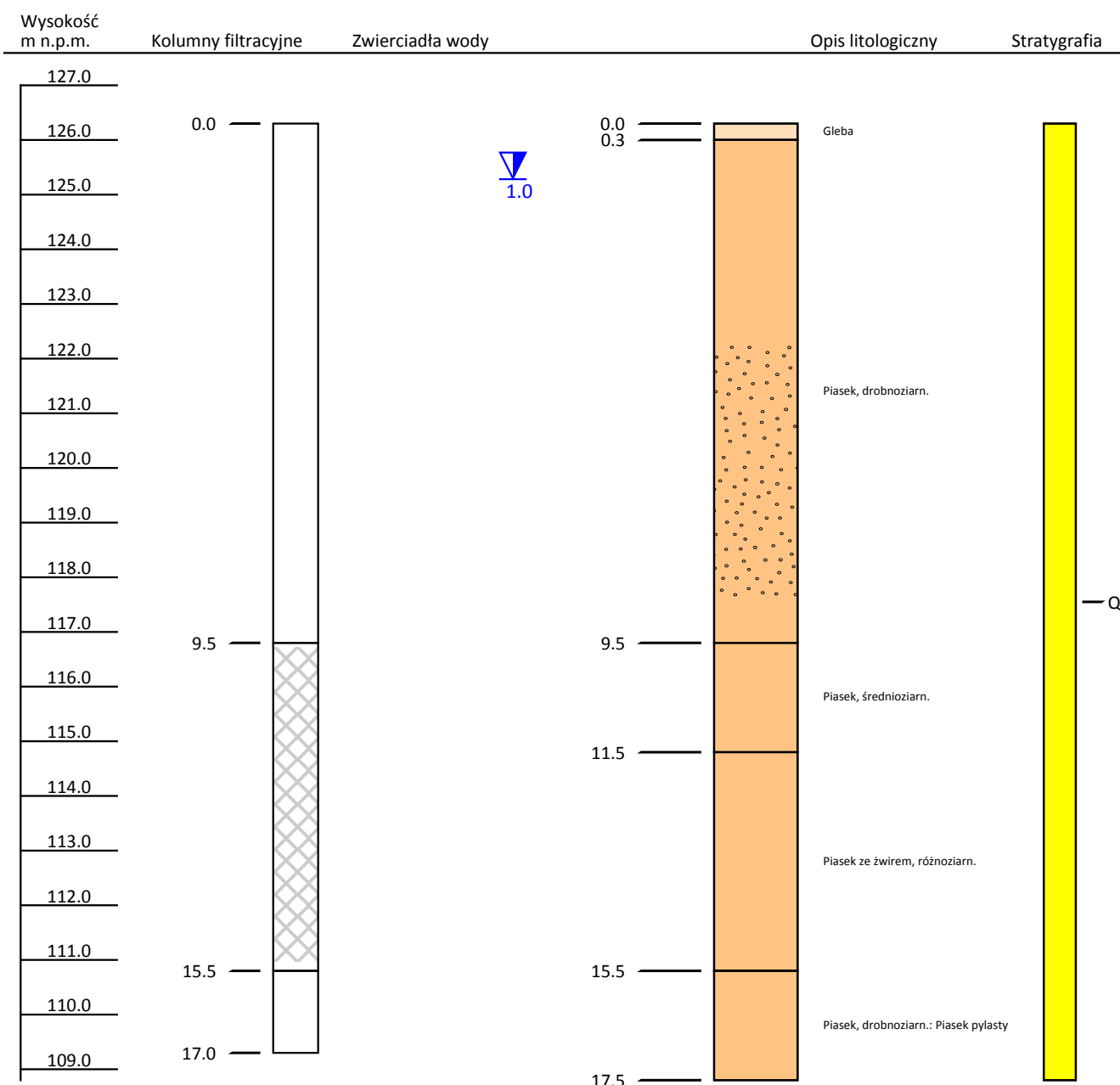
CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Numer obiektu:	5330004		
Nazwa obiektu:	PUNKT OBSERWACYJNO-BADAWCZY PIG-PIB (SUSZARNIA ZIELONEK) - ST. 1		
Miejscowość:	Janów Podlaski	X (ukł 1992):	490,309.38
Gmina:	Janów Podlaski (gm. wiejska)	Y (ukł 1992):	790,987.59
Powiat:	bialski	Rzędna terenu:	126.3 m
Data wykonania obiektu:	01-07-1980	Głębokość całkowita:	17.5 m





Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Nazwa obiektu:	PUNKT OBSERWACYJNO-BADAWCZY PIG-PIB (LECNICA ZWIERZĄT) - ST. 1	Numer obiektu:	6060010		
Numer i nazwa ujęcia:	6060012-PUNKT OBSERWACYJNO-BADAWCZY PIG-PIB (LECNICA ZWIERZĄT)	Stan obiektu:	Nieczynny		
Archiwum:	CAG-PIG	Numer archiwalny:	82949	Autor dokumentacji:	Goś W.
Data wykonania obiektu:	08-1968	Data rek./ren.:		Przeznaczenie obiektu:	Eksploatacja

Położenie obiektu:					
Województwo:	lubelskie	Powiat:	białski	Gmina:	Tuczna (gm. wiejska)
Miejscowość:	Międzyleś	Ulica:		Numer domu:	
Numer arkusza mapy 1:50 000:	606	Nazwa ark. mapy 1:50 000:	Piszczac		
Współrzędne 1992	X: 450543.08	Y: 807517.98			
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 4670063.40	Y: 5748140.28			
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 23°27'56.23"	L: 51°50'10.83"			
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 23°28'02.67"	L: 51°50'11.65"			
Rzędna terenu:	150.00 m n.p.m.				

Weryfikacja lokalizacji:	Data: 2024-02-02	Rodzaj: PEŁNA	Sposób pomiaru wsp.: ORTOFOTOMAPA
---------------------------------	------------------	---------------	-----------------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 15.0	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 15.0	
Rodzaj filtra:	Rura stal.siatka niez.	Obsypka: Bez obsypki	Krańcowe średnice ziaren [mm] :
Data zabudowy filtra:		Data likwidacji filtra:	
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	5.0	9.5	254
Część robocza filtra	9.5	13.5	254
Rura podfiltrowa	13.5	15.0	254

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy:Czwartorzęd

	Eksploatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność			15.00 m3/godz	0.00 Brak danych	m3/godz
Depresja [m]			9.00		

Promień leja depresji R: m	Wydajność jednostkowa q: 1.67 m3/h*1m*s
Czas pompowania t: godz.	Współczynnik filtracji k: m/s

Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy:	Numer analizy:	Rodzaj próbki:
Ciężar właściwy [g/cm3]:	pH:	Przewodnictwo w temp. 25 [°C]
Potencjał redox Eh [mV]	Utlenialność	

Twardość	
Ogólna 1	Ogólna 2
Niewęglanowa 1	Niewęglanowa 2
Węglanowa	
Mętność	
Zawartość zawiesiny	Skala mętności
Zasadowość	
Ogólna	Alkaliczna



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Numer obiektu:	6060010		
Nazwa obiektu:	PUNKT OBSERWACYJNO-BADAWCZY PIG-PIB (LECNICA ZWIERZĄT) - ST. 1		
Miejscowość:	Międzyleś	X (ukł 1992):	450,543.08
Gmina:	Tuczna (gm. wiejska)	Y (ukł 1992):	807,517.98
Powiat:	bialski	Rzędna terenu:	150.0 m
Data wykonania obiektu:	01-08-1968	Głębokość całkowita:	15.0 m

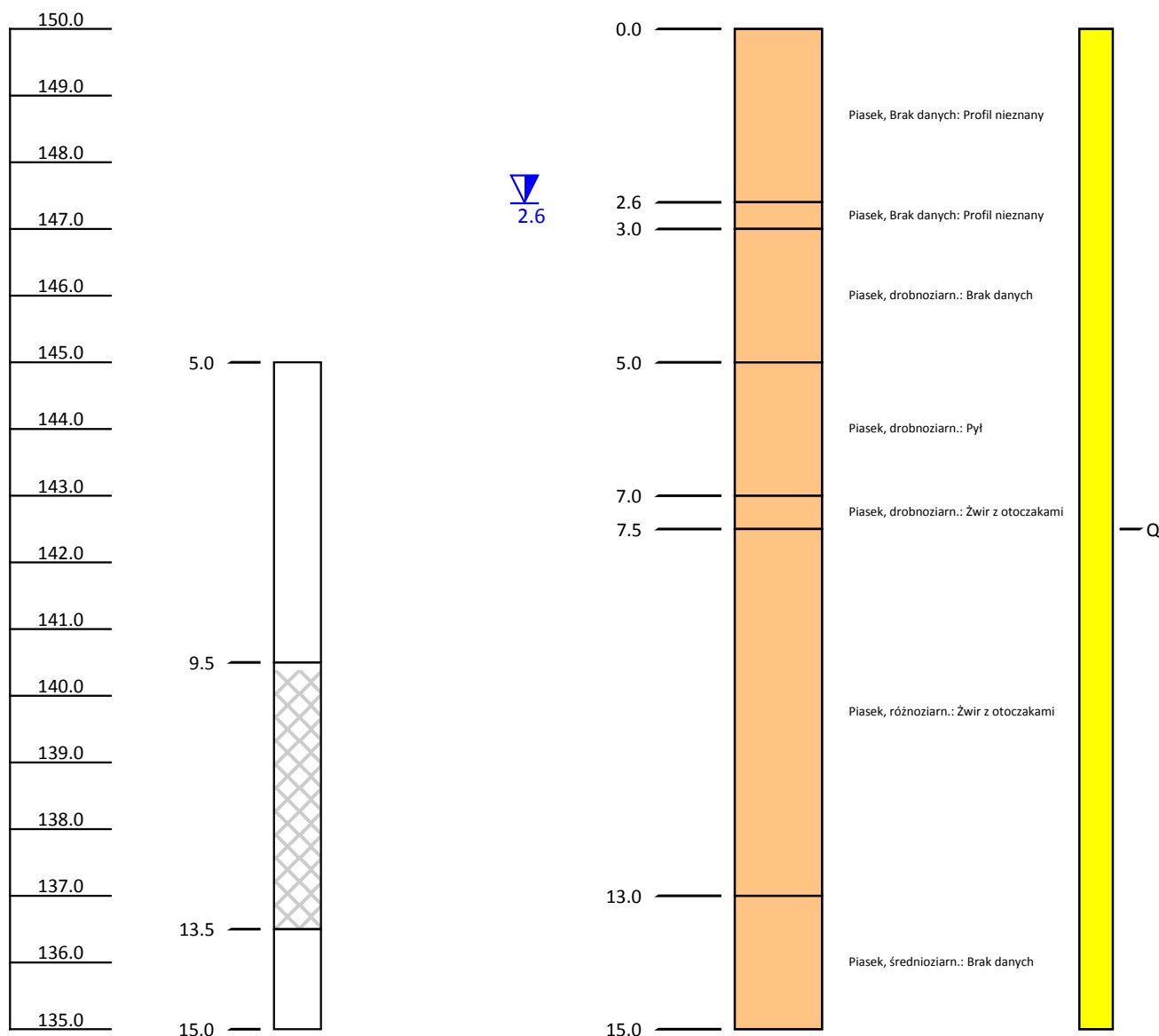
Wysokość
m n.p.m.

Kolumny filtracyjne

Zwierciadła wody

Opis litologiczny

Stratygrafia





Nazwa obiektu: SZKOŁA		Numer obiektu: 6430001
Numer i nazwa ujęcia: 6430010-SZKOŁA PODSTAWOWA		Stan obiektu: Nieczynny
Archiwum: CAG-PIG	Numer archiwalny: 37	Autor dokumentacji: Zakrzewska L.
Data wykonania obiektu: 1964	Data rek./ren.:	Przeznaczenie obiektu: Eksploatacja

Położenie obiektu:		
Województwo: lubelskie	Powiat: włodawski	Gmina: Hanna
Miejscowość: Zaświatycze	Ulica:	Numer domu: 46
Numer arkusza mapy 1:50 000: 643	Nazwa arkusza mapy: Sosnówka	
Współrzędne 1992	X: 808425.19	Y: 431784.51
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 4670455.27	Y: 5729365.83
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 23°27'43.60"	L: 51°40'3.50"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 23°27'50.01"	L: 51°40'4.34"
Rzędna terenu: 157.20 m n.p.m.		

Weryfikacja danych:	Data: 2013-07-30	Rodzaj: C	Sposób pomiaru wsp.: GPS
---------------------	------------------	-----------	--------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 14.0	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 13.4	
Rodzaj filtra: Rura stal.siatka niez.	Obsypka: Żwirowa > 2 mm	Średnica ziaren [mm]: 6	
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	0.0	9.3	203
Część robocza filtra	9.3	13.0	203
Rura podfiltrowa	13.0	13.4	203

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy:

	Eksploacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność	7.50 m ³ /godz	46.00 m ³ /godz	7.60	7.50 m ³ /godz	7.5 m ³ /godz
Depresja [m]	0.40		0.40	0.40	0.4

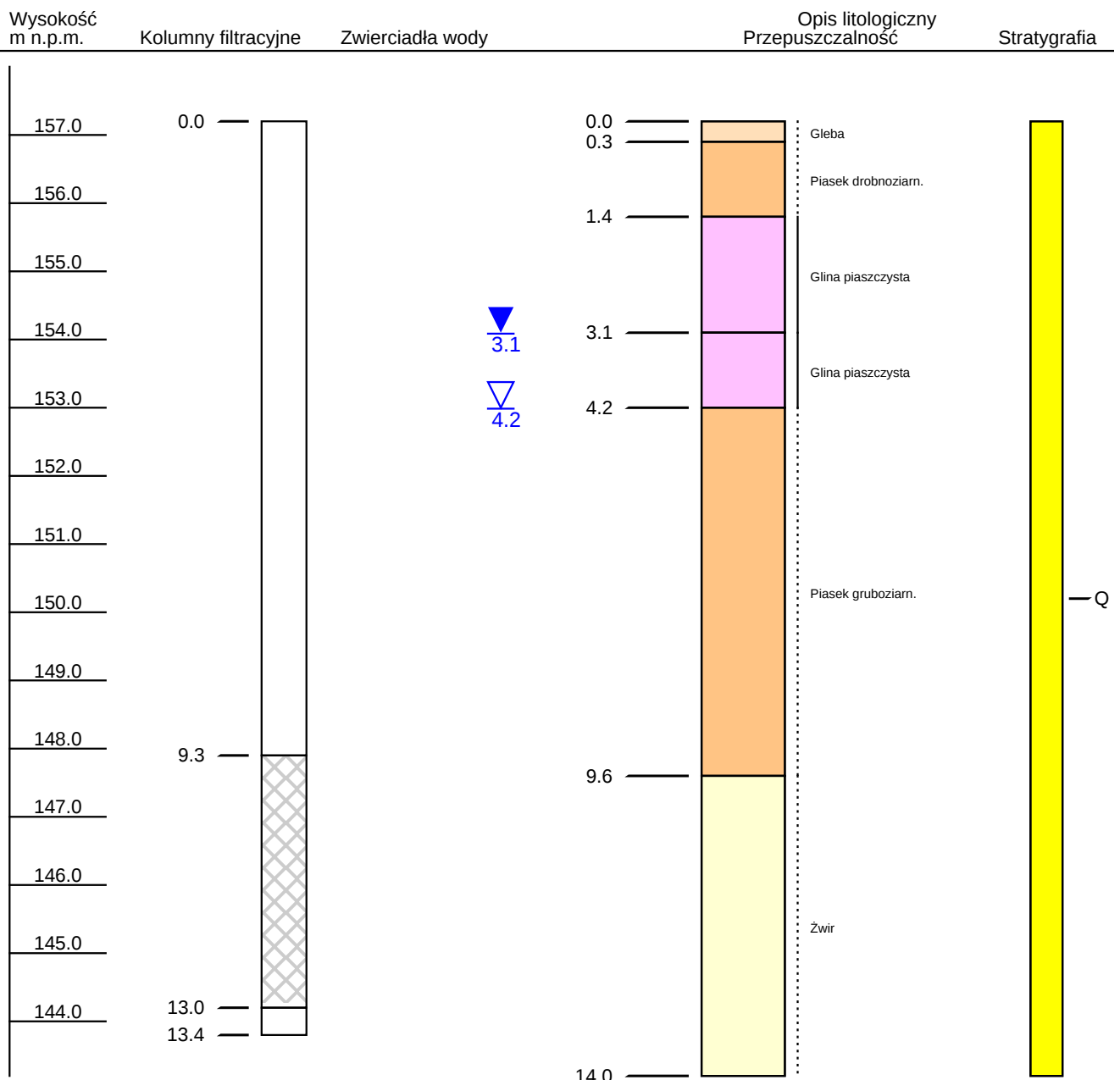
Promień leja depresji R: 33.00 m	Wydajność jednostkowa q: 19.00 m ³ /h*1m*s
Czas pompowania t: 72 godz.	Współczynnik filtracji k: 0.0007800 m/s

Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy: 1964-01-10 Numer analizy: 8/3

Pochodzenie danych:	Rodzaj analizy:	Błąd:
Sucha pozostałość 98.000 mg/dm ³	pH 6.7	Utlenialność 14.800 mg/dm ³
Twardość 1.70 mvalCa/dm ³	Mętność 40.00 mgSiO ₂ /dm ³	Zasadowość 1.800
Potas (K)	Azot azotanowy (N_NO ₂)	
Wapń (Ca)	Azotyny (NO ₂)	
Magnez (Mg)	Azot azotanowy (N_NO ₃)	
Żelazo (Fe) 4.500 mg/dm ³	Azotany (NO ₃)	
Mangan (Mn) 0.250 mg/dm ³	Chlorki (Cl)	8.000 mg/dm ³
Azot amonowy (N_NH ₄)	Siarczany (SO ₄)	20.000 mg/dm ³
Amoniak (NH ₄)	Miano Coli	1.000

Numer obiektu:	6430001		
Nazwa obiektu:	SZKOŁA		
Miejscowość:	Zaświatycze	X (ukł 1992):	808,425.19
Gmina:	Hanna	Y (ukł 1992):	431,784.51
Powiat:	włodawski	Rzędna terenu:	157.2 m
Data wykonania obiektu:	01-01-1964	Głębokość całkowita:	14.0 m



JCWPd nr 73 – Dolina Białobrzaska – Cieblówice

Punkt pomiarowy w Cieblówicach SOBWP II/1392/1, MONBADA 2304, CBDH 6670256 zlokalizowany jest w woj. łódzkim, pow. tomaszowskim, gm. Tomaszów Mazowiecki w zachodniej części JCWPd nr 73 (fig. 1.13.1.Z), w zachodniej części Doliny Białobrzaskiej będącej częścią regionalnej jednostki fizyczno-geograficznego – Nizin Mazowiecko-Podlaskich (Kondracki, 2023). Całkowita powierzchnia JCWPd nr 73 wynosi 2300,21 km², a pod względem hydrogeologicznym należy do regionu wodnego Środkowej Wisły (Paczyński, Sadurski, red. 2007).

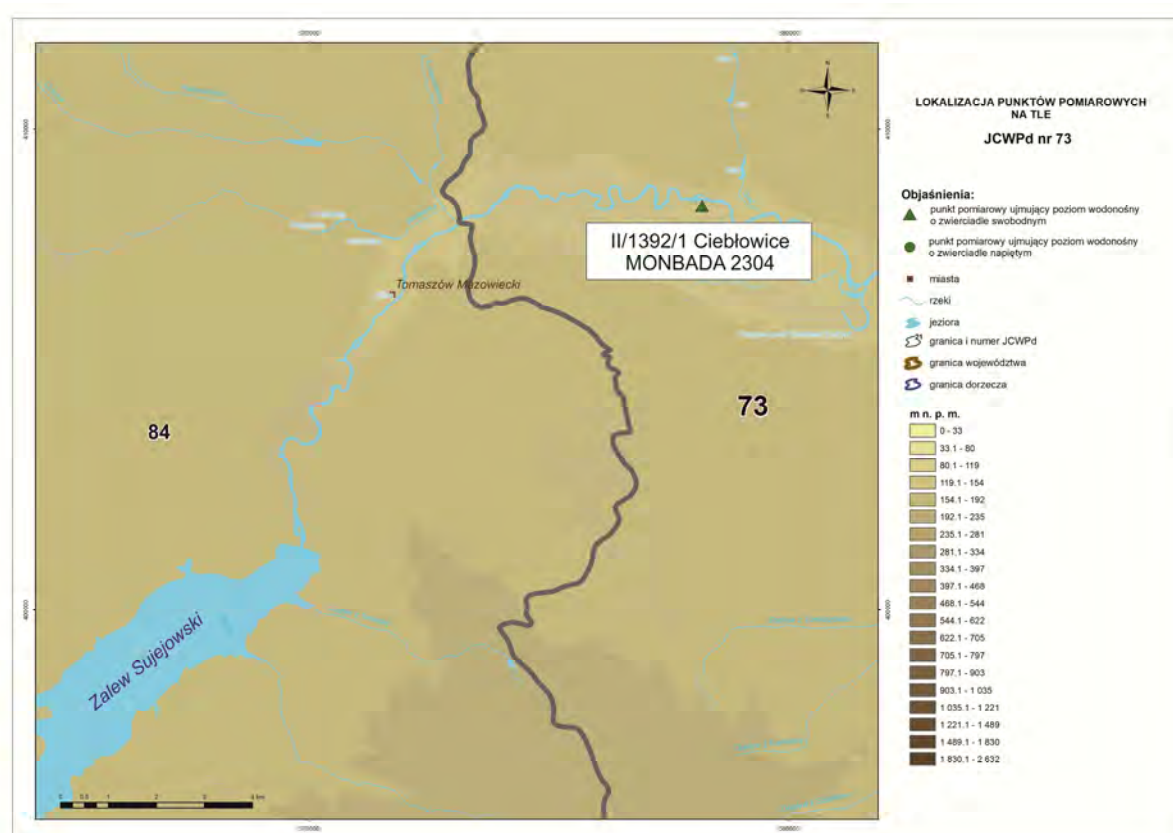


Fig. 1.13.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 73

Wody pierwszego poziomu wodonośnego na obszarze JCWPd 73 związane są z czwartorzędowymi utworami piaszczysto-żwirowymi głównie akumulacji wodnolodowcowej zlodowacenia wisły oraz akumulacji rzecznej. Utwory te na większości obszaru JCWPd 73 są pozbawione izolacji. Miąższość omawianej warstwy wodonośnej jest zmienna i wynosi 15-30 m. Zwierciadło ma charakter swobodny i występuje na głębokości od kilku do kilkunastu metrów. Zasilanie wód pierwszego poziomu wodonośnego odbywa się drodze bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych, a w części zachodniej gdzie zlokalizowany jest otwór

badawczy znaczenie odgrywa również dopływ lateralny. Otwór znajduje się w strefie w drenażu wód podziemnych płytkiego systemu krążenia, którego bazą drenażu jest rzeka Pilica (Prażak, 2002, 2007).

Na całym obszarze JCWPd 73 wody pierwszego kompleksu wodonośnego charakteryzują się dobrymi, lecz zróżnicowanymi parametrami hydraulicznymi oraz szybką odnawialnością zasobów. Udokumentowane średnie wartości współczynnika filtracji wynoszą 0,04 – 4 m/h, a udokumentowana przewodność warstwy wodonośnej jest zmienna i wynosi <math><1 - 50 \text{ m}^2/\text{h}</math> (Prażak, 2003; Skrzypczyk i in., 2006).

Otwór badawczy w Cieślówicach to piezometr o głębokości 10,0 m, o średnicy 110 mm, którego strefa zafiltrowania obejmuje przedział między 5,0 a 8,0 m. Rzędna terenu w miejscu otworu to 150,85 m n.p.m. Punkt badawczy zlokalizowany jest w strefie dolinnej rzeki Pilicy, ujmując wody pierwszego, płytkiego poziomu wodonośnego w obrębie utworów aluwialnych o zwierciadle swobodnym, wykształconego w postaci piasków średnio- i gruboziarnistych ze żwirem oraz zwietrzeliną margli (profil i karta otworu CBDH 6670256). W profilu pionowym ujmowany jest czwartorzędowy poziom wodonośny podścielony dobrze przepuszczanymi osadami zwietrzliny margli kredowych (Krakowiak, 2005; Kos, Młyńczak, 2014, Kos i in., 2019). Wody te znajdują się w strefie aktywnej wymiany wód podziemnych i mają kontakt hydrauliczny z głębszymi poziomami wodonośnymi. Datowania izotopowe Trytu (^3H), pozwoliły oszacować „wiek” wód w rozpatrywanym otworze na 14 lat (Leśniak, Wilamowski 2017, Wilamowski 2021).

Chemizm wód pierwszego poziomu wodonośnego w rejonie badań charakteryzuje się dużą różnorodnością, warunkowany jest przede wszystkim charakterem utworów wodonośnych oraz intensywnością zasilania poprzez infiltrację bezpośrednią i dopływ lateralny. W związku z powszechnym brakiem izolacji, wody omawianego poziomu są podatne na zanieczyszczenia antropogeniczne. Dominują wody typu $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ oraz $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ średnietwarde o odczynie obojętnym lub słabo zasadowym. Wyniki badań monitoringowych (Prażak, 2002; Rojek i in., 2019, 2020a, 2021, 2022a) wskazują na wysoką zmienność stężeń żelaza pochodzenia geogenicznego.

Czwartorzędowy płytki poziom wodonośny, ujmowany jest przede wszystkim płytkimi studniami wierconymi oraz kopanymi, na całym obszarze JCWPd 73 zarówno płytki poziom wodonośny, jak i pozostałe poziomy/piętra mają praktyczne znaczenie użytkowe i są wykorzystywane do celów komunalnych, rolniczych oraz przemysłowych.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Nazwa obiektu: OTWÓR OBSERWACYJNY PIG-PIB	Numer obiektu: 6670256	
Numer i nazwa ujęcia: 6670143-OTWÓR OBSERWACYJNY PIG-PIB	Stan obiektu: Czynny	
Archiwum: PIG Kielce	Numer archiwalny:	Autor dokumentacji: Krakowiak
Data wykonania obiektu: 12-2005	Data rek./ren.:	Przeznaczenie obiektu: Monitoring

Położenie obiektu:		
Województwo: łódzkie	Powiat: tomaszowski	Gmina: Tomaszów Mazowiecki (gm. wiejska)
Miejscowość: Cieślówice Duże	Ulica:	Numer domu:
Numer arkusza mapy 1:50 000: 667	Nazwa ark. mapy 1:50 000: Tomaszów Mazowiecki	
Współrzędne 1992	X: 408402.08	Y: 578183.05
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 5712289.73	Y: 4439593.77
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 51°32'12.20"	L: 20°07'39.40"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 51°32'13.24"	L: 20°07'45.85"
Rzędna terenu: 150.85 m n.p.m.		

Weryfikacja lokalizacji:	Data: 2013-06-01	Rodzaj: B	Sposób pomiaru wsp.: GPS
--------------------------	------------------	-----------	--------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 10.0	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 10.0	
Rodzaj filtra: Rura PCW	Obsypka: Żwirowa > 2 mm	Krańcowe średnice ziaren [mm] : od: 3.00 do:	
Data zabudowy filtra:	Data likwidacji filtra:		
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	0.0	5.0	110
Część robocza filtra	5.0	8.0	110
Rura podfiltrowa	8.0	10.0	110

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy: Czwartorzęd - jura

	Eksploatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność			2.50 m ³ /godz	0.00	
Depresja [m]			1.50		

Promień lejki depresji R: m	Wydajność jednostkowa q: 1.67 m ³ /h*1m*s
Czas pompowania t: godz.	Współczynnik filtracji k: m/s

Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy: 2005-12-08	Numer analizy:	Rodzaj próbki: Próbką-3 cykl pomp.
Ciężar właściwy [g/cm ³]:	pH: 6.91	Przewodnictwo w temp. 25 [°C]
Potencjał redox Eh [mV]	Utlenialność	

Twardość	
Ogólna 1	Ogólna 2
Niewęglanowa 1	Niewęglanowa 2
Węglanowa	
Mętność	
Zawartość zawiesiny	Skala mętności
Zasadowość	
Ogólna	Alkaliczna



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

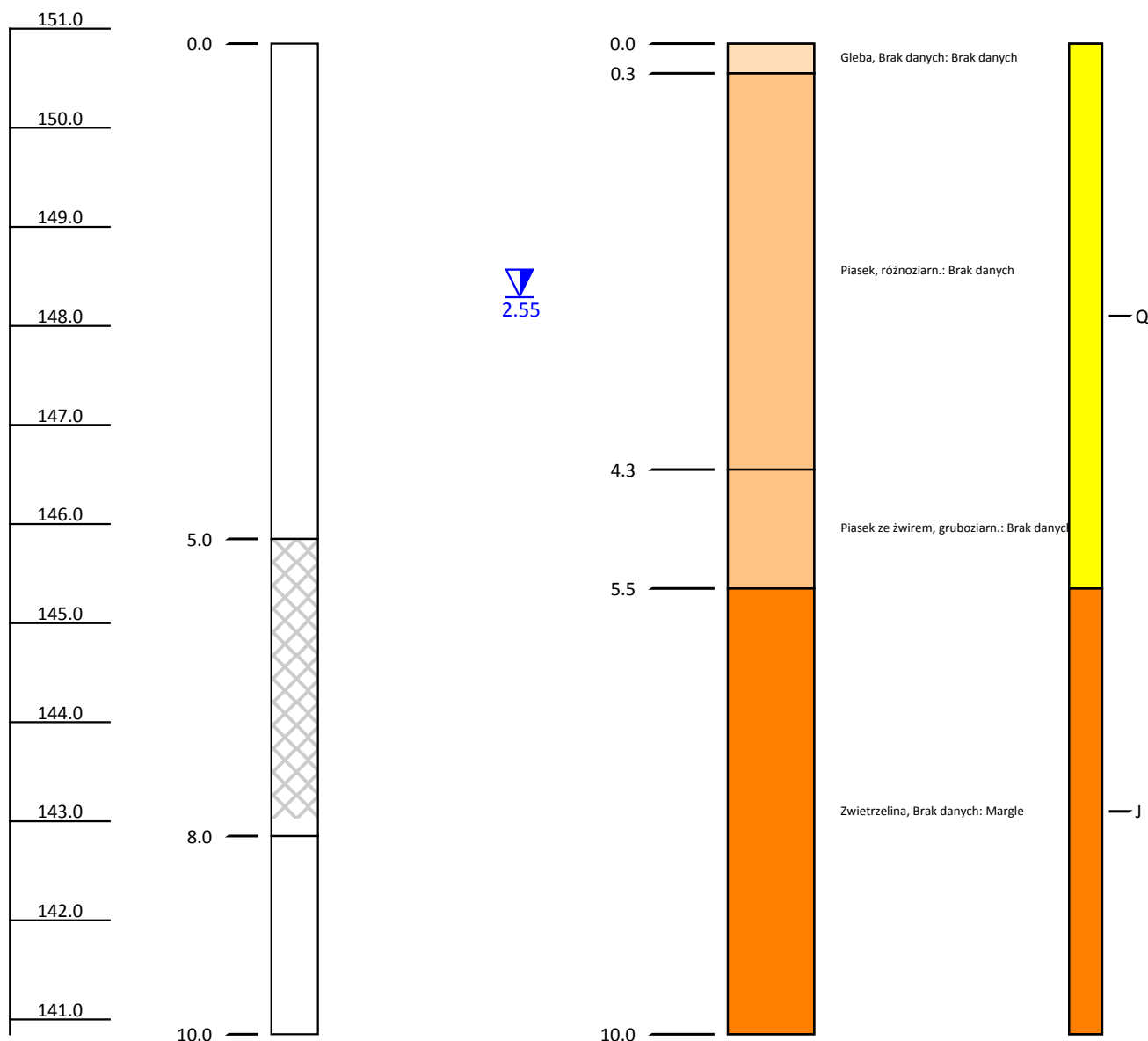
e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Numer obiektu:	6670256		
Nazwa obiektu:	OTWÓR OBSERWACYJNY PIG-PIB		
Miejscowość:	Cieblówice Duże	X (ukł 1992):	408,402.08
Gmina:	Tomaszów Mazowiecki (gm. wiejska)	Y (ukł 1992):	578,183.05
Powiat:	tomaszowski	Rzędna terenu:	150.85 m
Data wykonania obiektu:	01-12-2005	Głębokość całkowita:	10.0 m

Wysokość m n.p.m. Kolumny filtracyjne Zwierciadła wody Opis litologiczny Stratygrafia



JCWPd nr 75 – Pradolina Wieprza – Strzyżowice

Punkt badawczy w Strzyżowicach SOBWP II/1395/1, MONBADA 2061, CBDH 6750105 zlokalizowany jest w woj. lubelskim, pow. puławskim, gm. Żyżyn w zachodniej części JCWPd nr 75 (fig. 1.14.1.Z). Omawiany punkt jest zlokalizowany w zachodniej części Pradoliny Wieprza będącej częścią regionalnej jednostki fizyczno-geograficznego – Niziny Południowopodlaskiej (Kondracki, 2023). Całkowita powierzchnia JCWPd nr 75 wynosi 4226,81km², a pod względem hydrogeologicznym należy do regionu wodnego Wisły (Paczyński, Sadurski, red. 2007).

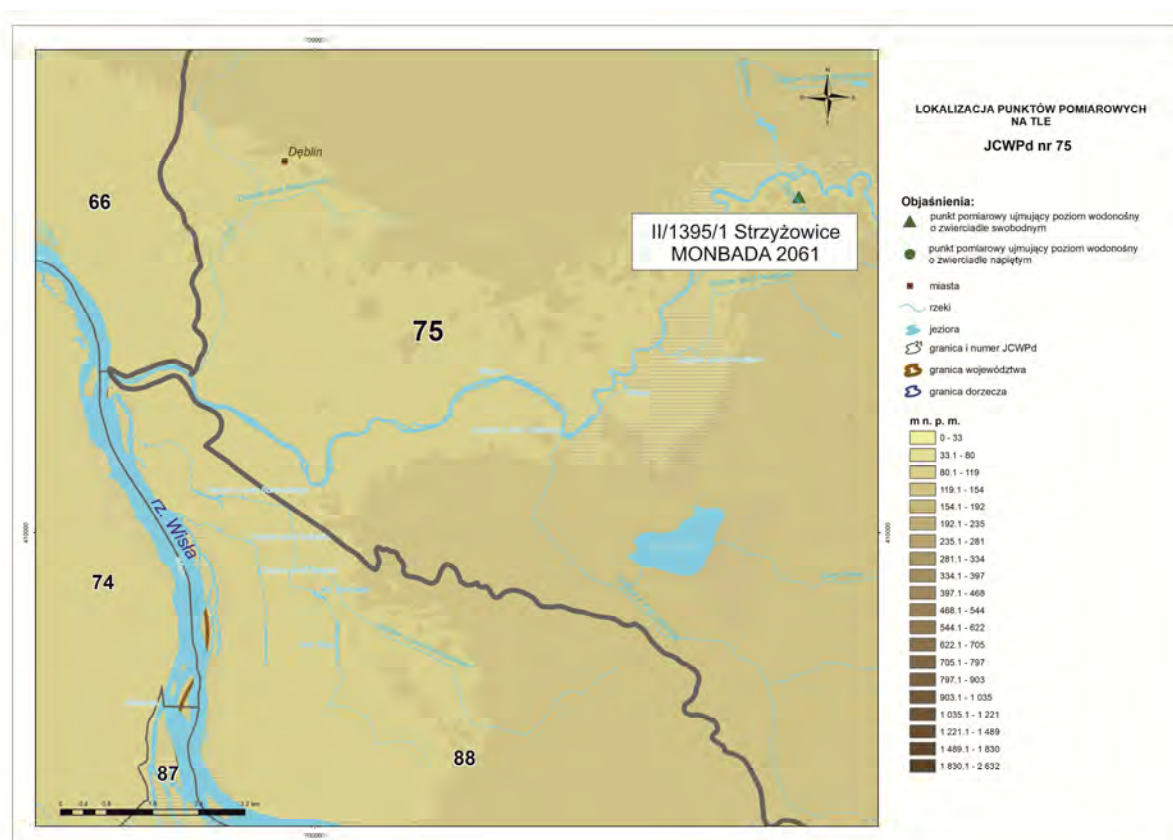


Fig. 1.14.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 75

Wody pierwszego poziomu wodonośnego na obszarze JCWPd 75 związane są z czwartorzędowymi utworami piaszczystymi i piaszczysto-żwirowymi obszarów sandrowych akumulacji wodnolodowcowej z okresu zlodowacenia wisły. Na obszarach dolin rzecznych, w szczególności w dolinie Wieprza wody te występują w aluwialnych osadach piaszczystych (Lisicki i in., 2010). Zróżnicowana mozaikowa budowa geologiczna skutkuje dużą zmiennością warunków hydrogeologicznych na omawianym obszarze. Przypowierzchniowy poziom czwartorzędowy na większości obszaru JCWPd 75 jest pozbawiony izolacji.

Omawiana warstwa wodonośna charakteryzuje się zmienną miąższością i zazwyczaj nie przekracza 10 m. Większa miąższość warstwy wodonośnej jest dokumentowana na obszarach aluwialnych osadów piaszczystych i może osiągać do 30 m. Jest to charakterystyczne dla obszarów bezpośrednio związanych z doliną Wieprza oraz jego przyujściowych odcinków. Zwierciadło ma charakter swobodny i występuje na głębokości od kilku do kilkunastu metrów. Dominującym typem zasilania wód pierwszego poziomu wodonośnego jest infiltracja opadów atmosferycznych. W części zachodniej JCWPd 75 gdzie zlokalizowany jest otwór badawczy, kierunki przepływu wód podziemnych są ściśle powiązane ze strefami wododziałowymi. Otwór badawczy znajduje się w strefie brzeżnej doliny Wieprza w strefie drenażu wód podziemnych pierwszego poziomu wodonośnego. Bazę drenażu stanowi rzeka Wieprz (Dobkowska, Kapuściński, 2000; Dobkowska i in. 2003; Kazimierski, Zapśnik, 2003).

Na całym obszarze JCWPd 75 wody pierwszego poziomu wodonośnego charakteryzują się dobrymi parametrami hydraulicznymi oraz szybką odnawialnością zasobów. Zróżnicowana budowa geologiczna i zazwyczaj mała miąższość omawianego poziomu wyklucza możliwość wykorzystania tych wód do budowy ujęć komunalnych. Udokumentowane średnie wartości współczynnika filtracji wynoszą 0,1 – 1,2 m/h, wydatki jednostkowe studni mieszczą się w granicach 1 - 10 m³/h i w obszarach aluwii wzrastają do 3 – 15 m³/h. Wody te bardzo często pozostają w więzi hydraulicznej z wodami podglinowego poziomu czwartorzędowego, paleogeńsko-neogeńskiego oraz kredowego (Dobkowska i in., 2003).

Otwór badawczy w Strzyżowicach to piezometr o głębokości 10,0 m, o średnicy 110 mm. Strefa zafiltrowania obejmuje przedział między 6,0 a 9,0 m. Rzędna terenu w miejscu otworu to 120,15 m n.p.m. Omawiany piezometr zlokalizowany jest w strefie dolinnej rzeki Wieprz, ujmuje wody pierwszego, poziomu wodonośnego o zwierciadle swobodnym, wykształconego w postaci piasków średnio- i gruboziarnistych oraz żwirów (profil i karta otworu CBDH 6750105). W profilu pionowym ujmowany czwartorzędowy poziom wodonośny jest podścielony słabo przepuszczanymi osadami ilastymi (Krakowiak, 2005; Majewski, Rysak, 2019). Wody te znajdują się w aktywnej strefie wymiany wód podziemnych i mają kontakt hydrauliczny z głębszymi poziomami wodonośnymi. Na podstawie datowań izotopowych metodą trytową, „wiek” wód w badanym otworze oszacowany został na 17 lat (Leśniak, Wilamowski 2017, Wilamowski 2021).

Chemizm wód pierwszego poziomu wodonośnego w rejonie badań charakteryzuje się dużą różnorodnością, warunkowany jest przede wszystkim charakterem utworów wodonośnych oraz intensywnością zasilania poprzez infiltrację bezpośrednią. W związku z powszechnym brakiem izolacji, wody omawianego poziomu są podatne na zanieczyszczenia rolnicze w szczególności związkami azotu. Dominują wody typu $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$, średniotwarde o odczynie obojętnym lub słabo zasadowym (Dobkowska, Kapuściński, 2000; Kazimierski, Zapaśnik, 2003). Wyniki badań monitoringowych (Rojek i in., 2019, 2020a, 2021, 2022a) wskazują na podwyższone zawartości stężenia żelaza oraz manganu pochodzenia geogenicznego.

Czwartorzędowy płytki poziom wodonośny, ze względu na małą miąższość, ujmowany jest przede wszystkim płytkimi studniami wierconymi oraz kopanymi na cele gospodarskie. Na całym obszarze JCWPd 75 płytki czwartorzędowy poziom wodonośny nie ma znaczenia użytkowego .



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Nazwa obiektu: PUNKT OBSERWACYJNO-BADAWCZY PIG-PIB - STRZYŻOWICE II/1395/1	Numer obiektu: 6750105	
Numer i nazwa ujęcia: 6750073-PUNKT OBSERWACYJNO-BADAWCZY PIG-PIB	Stan obiektu: Nieczynny	
Archiwum: Lubelski UM	Numer archiwalny: H/1526	Autor dokumentacji: Roman Krakowiak
Data wykonania obiektu: 11-2005	Data rek./ren.:	Przeznaczenie obiektu: Monitoring

Położenie obiektu:		
Województwo: lubelskie	Powiat: puławski	Gmina: Żyrzyn (gm. wiejska)
Miejscowość: Strzyżowice	Ulica:	Numer domu:
Numer arkusza mapy 1:50 000: 675	Nazwa ark. mapy 1:50 000: Baranów	
Współrzędne 1992	X: 415817.99	Y: 708405.28
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 4570029.29	Y: 5716143.84
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 22°00'29.70"	L: 51°34'13.00"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 22°00'36.12"	L: 51°34'13.92"
Rzędna terenu: 120.15 m n.p.m.		

Weryfikacja lokalizacji:	Data: 2020-07-30	Rodzaj: PEŁNA	Sposób pomiaru wsp.: GPS
---------------------------------	------------------	---------------	--------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 10.0	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 10.0	
Rodzaj filtra: Rura PCW	Obsypka: Żwirowa > 2 mm	Krańcowe średnice ziaren [mm] : od: 3.00 do:	
Data zabudowy filtra:	Data likwidacji filtra:		
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	0.0	6.0	110
Część robocza filtra	6.0	9.0	110
Rura podfiltrowa	9.0	10.0	110

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy:Czwartorzęd

	Eksploatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność			0.80 m3/godz	0.00	
Depresja [m]			3.00		

Promień leja depresji R: m	Wydajność jednostkowa q: 0.27 m3/h*1m*s
Czas pompowania t: godz.	Współczynnik filtracji k: m/s

Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy: 2005-12-12	Numer analizy: 1157/OBS/SP/05	Rodzaj próbki: Próbką wody z depr.
Ciężar właściwy [g/cm3]:	pH: 6.98	Przewodnictwo w temp. 25 [°C] 0.5 mS/cm
Potencjał redox Eh [mV]	Utlenialność	

Twardość	
Ogólna 1 197.00 mgCaCO3/dm3	Ogólna 2
Niewęglanowa 1	Niewęglanowa 2
Węglanowa	
Mętność	
Zawartość zawiesiny	Skala mętności
Zasadowość	
Ogólna	Alkaliczna



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

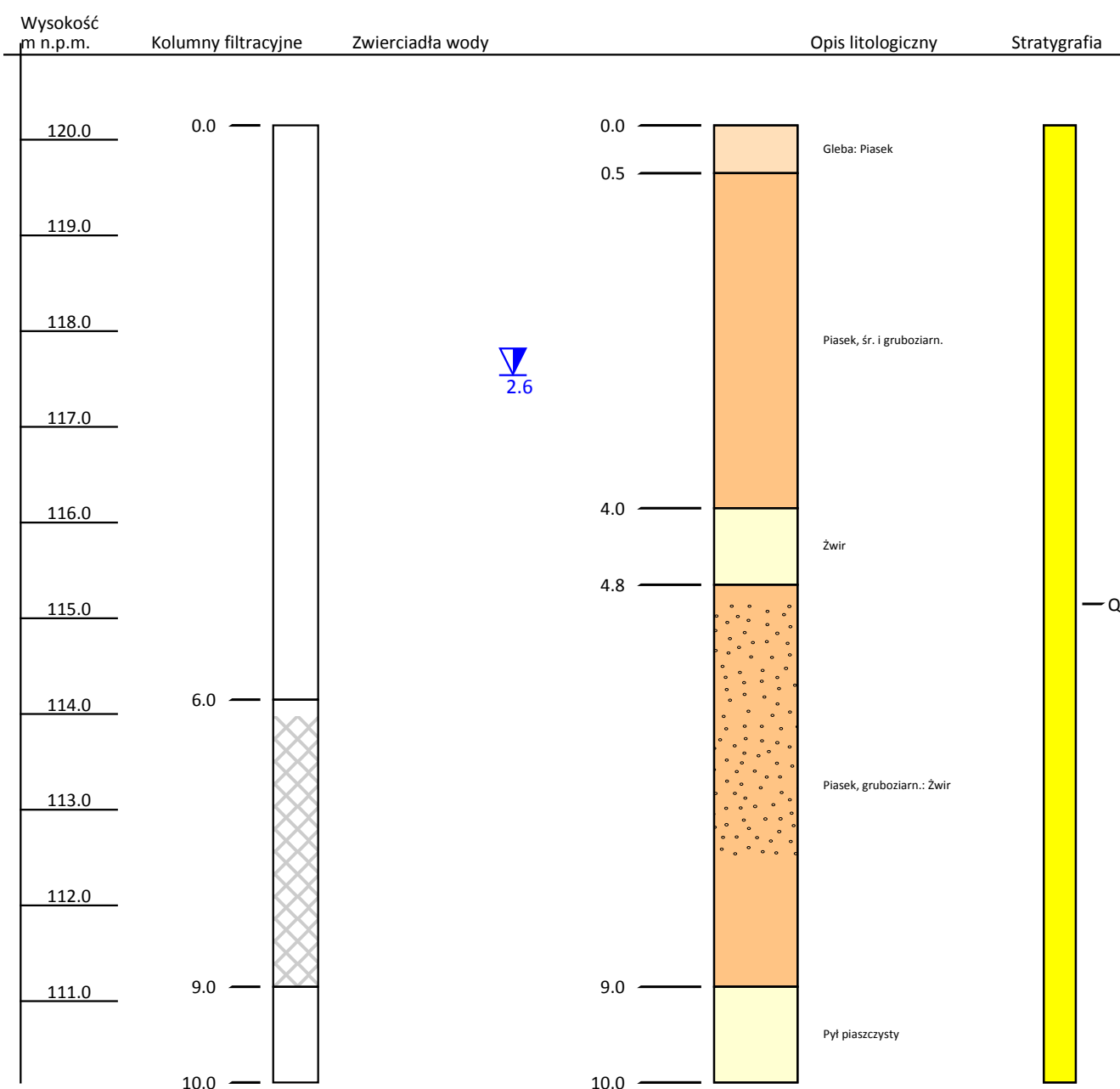
CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Numer obiektu:	6750105		
Nazwa obiektu:	PUNKT OBSERWACYJNO-BADAWCZY PIG-PIB - STRZYŻOWICE II/1395/1		
Miejscowość:	Strzyżowice	X (ukł 1992):	415,817.99
Gmina:	Żyrzyn (gm. wiejska)	Y (ukł 1992):	708,405.28
Powiat:	puławski	Rzędna terenu:	120.15 m
Data wykonania obiektu:	01-11-2005	Głębokość całkowita:	10.0 m



JCWPd nr 84 – Niziny Środkowopolskie/ Wyżyna Małopolska – Lubochenek, Sulejów, Januszewice

Na obszarze JCWPd nr 84 wytypowane do testów zostały 3 punkty badawcze. Punkt badawczy w Lubochenku SOBWP I/704/2, MONBADA 248, CBDH 6670179 zlokalizowany jest w woj. łódzkim, w pow. tomaszowskim, w gminie Lubochnia w północnej części JCWPd nr 84. Punkt badawczy w Sulejowie SOBWP II/1391/1, MONBADA 2345, CBDH 7020171 zlokalizowany jest w woj. łódzkim, w pow. piotrkowskim, w gminie Sulejów w centralno-wschodniej części JCWPd nr 84. Punkt badawczy w Januszewicach SOBWP II/1390/1, MONBADA 2315, CBDH 8120084 zlokalizowany jest w woj. świętokrzyskim, w pow. włoszczowskim, w gminie Kluczewsko w południowej części JCWPd nr 84 (fig. 1.15.1.Z). Omawiane punkty zlokalizowane są w obrębie 2 regionalnych jednostek fizyczno-geograficznych tj. Nizin Środkowopolskich (Lubochenek) oraz Wyżyna Małopolska (Sulejów, Januszewice) (Kondracki, 2023). Całkowita powierzchnia JCWPd nr 84 wynosi 4265,59 km², a pod względem hydrogeologicznym należy do regionu wodnego Środkowej Wisły (Paczyński, Sadurski, red. 2007).

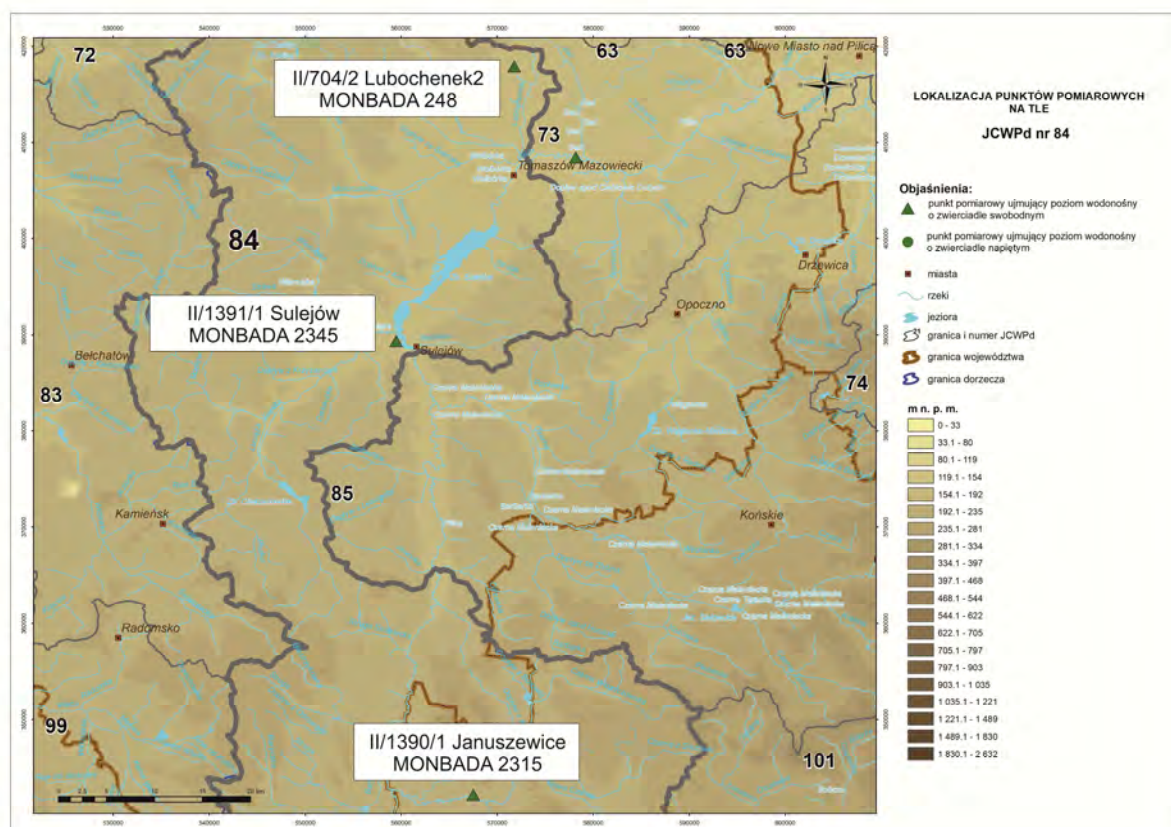


Fig. 1.15.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 84

Otwór w Lubochenku zlokalizowany jest w północnej części Równiny Piotrkowskiej od północy sąsiadującej z Wzniesieniami Łódzkimi w północnej części JCWPd 84. Otwór w Sulejowie zlokalizowany jest w południowej części Doliny Sulejowskiej na granicy z Wzgórzami Opoczyńskimi w centralnej części JCWPd 84. Otwór w Januszewicach znajduje się na obszarze północnej części Niecki Włoszczowskiej w południowej części JCWPd 84. (Kondracki, 2023).

Wody pierwszego poziomu wodonośnego na obszarze JCWPd 84 związane są z czwartorzędowymi utworami piaszczystymi i piaszczysto-żwirowymi głównie akumulacji wodnolodowcowej z okresu zlodowaceń środkowopolskich lokalnie zlodowacenia wisły oraz akumulacji rzecznej (Lisicki i in., 2010). Utwory te na większości obszaru JCWPd nr 84 pozbawione są izolacji, a ich miąższość ze względu na mozaikowy charakter budowy geologicznej na większości omawianego obszaru jest zmienna i ma miąższość między 2 a 30 metrów. Zwierciadło ma charakter swobodny i występuje na głębokości od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów. Zasilanie wód pierwszego poziomu wodonośnego odbywa się drodze bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych. Na obszarze JCWPd 84 system krążenia ma charakter regionalny, wszystkie poziomy wodonośne w granicach swojego występowania mają główne znaczenie użytkowe. Dla wód pierwszego poziomu wodonośnego (piętra czwartorzędowego) obszar ten często wiązany jest z dolinami rzecznyymi. Na omawianym obszarze główną rolę w drenażu wód podziemnych, w tym płytkiego poziomu wodonośnego odgrywa rzeka Pilica wraz z jej dopływami, która stanowi regionalną bazę drenażu dla wszystkich poziomów wodonośnych w obrębie omawianej JCWPd. (Kleczkowski i in., 1990; Prażak, 2002)

Na całym obszarze JCWPd 84 wody pierwszego poziomu wodonośnego (piętra czwartorzędowego) charakteryzują się dobrymi parametrami hydraulicznymi oraz szybką odnawialnością zasobów. Udokumentowane wartości współczynnika filtracji wynoszą 0,04 – 4 m/h, a wodo-przewodność warstw wodonośnych zawiera się w przedziale 1 – 100 m²/h (Oficjalska i in., 1996; Skrzypczyk i in. 2006)

Otwór badawczy w Lubochenku to studnia wiercona o głębokości 28,0 m i o średnicy 244 mm. Strefa zafiltrowania obejmuje przedział między 17,0 a 25,0 m. Rzędna terenu w miejscu otworu to 182,50 m n.p.m. Studnia ujmuje wody pierwszego poziomu wodonośnego o zwierciadle swobodnym, wykształconego w postaci piasków średnio- i drobnoziarnistych ze żwirem (profil i karta otworu CBDH 6670179). W profilu pionowym ujmowany jest

czwartorzędowy poziom wodonośny podścielony słabo przepuszczalnymi glinami zwałowymi (Mielnicki, 1979; Komorowski, 2019). W badanym otworze datowania izotopowe wieku wód podziemnych nie były prowadzone.

Otwór badawczy w Sulejowie to piezometr o głębokości 12,0 m i o średnicy 110 mm. Strefa zafiltrowania (część robocza filtra) obejmuje przedział między 8,0 a 11,0 m. Rzędna terenu w miejscu otworu to 170,25 m n.p.m. Piezometr ujmuje wody pierwszego, czwartorzędowego poziomu wodonośnego w obrębie utworów aluwialnych rzeki Pilicy. Utwory te wykształcone są w postaci piasków różnoziarnistych ze żwirem. Otwór wiertniczy nie osiąga spągu warstwy wodonośnej (profil i karta otworu CBDH 7020171). Analiza profili sąsiednich wierceń, pozwala stwierdzić, że omawiany poziom wodonośny może osiągać miąższość do 30 m i zazwyczaj jest podścielony warstwą nieprzepuszczalnych glin zwałowych (Krakowiak, 2005; Młyńczak i in., 2019). Na podstawie datowań izotopowych metodą trytową, „wiek” wód w badanym otworze szacuje się na 15 lat (Leśniak, Wilamowski 2017, Wilamowski 2021).

Otwór badawczy w Januszewicach to piezometr o głębokości 18,0 m, o średnicy 110mm i strefie zafiltrowania w przedziale między 13,0 a 17,0 m. Rzędna terenu w miejscu otworu to 214,50 m n.p.m. Piezometr ujmuje wody pierwszego, czwartorzędowego poziomu wodonośnego o zwierciadle swobodnym, w obrębie utworów akumulacji wodnolodowcowej zlodowaceń środkowopolskich oraz rzecznej (rz. Czarna – dopływ Pilicy). W profilu pionowym udokumentowane zostały osady piaszczyste różnych frakcji. Ujmowana warstwa wodonośna wykształcona jest w postaci piasków różnoziarnistych (profil i karta otworu CBDH 8120084). Profil otworu nie osiąga spągu warstwy wodonośnej, natomiast podobnie jak w przypadku punktu badawczego w Sulejowie, analiza profili sąsiednich wierceń, pozwala stwierdzić, że omawiany czwartorzędowy płytki poziom wodonośny osiąga miąższość do 30 m i podścielony nieprzepuszczalnymi glin zwałowych zlodowaceń środkowopolskich (Krakowiak, 2005; Młyńczak i in., 2019). Na podstawie datowań izotopowych wód podziemnych, „wiek” wód w badanym otworze oszacowany został na 12 lat (Leśniak, Wilamowski 2017, Wilamowski 2021).

Chemizm wód pierwszego poziomu wodonośnego w rejonie badań charakteryzuje się dużą zmiennością związaną z wpływami antropogenicznymi. Dominującymi typami chemicznymi wód podziemnych są wody typu $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca}$ oraz $\text{Cl-SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Ca}$. Wyniki badań monitoringowych (Prażak, 2002; Rojek i in., 2019, 2020a, 2021, 2022a)

wskazują na wysoką zmienność sezonową składu chemicznego wód podziemnych. Stwierdza się podwyższone stężenia azotanów oraz chlorków, które mają charakter lokalny.

Czwartorzędowy płytki poziom wodonośny, ujmowany jest przede wszystkim studniami wierconymi oraz kopanymi, często wody omawianego poziomu wykorzystywane są do celów komunalnych, rolniczych i przemysłowych. Ze względu na brak izolacji od powierzchni terenu poziom wykazuje dużą podatność na zanieczyszczenia.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Nazwa obiektu: STACJA HYDROGEOLOGICZNA II	Numer obiektu: 6670179	
Numer i nazwa ujęcia: 6670079-STACJA HYDROGEOLOGICZNA	Stan obiektu: Czynny	
Archiwum: PG-Zakł. Łódź	Numer archiwalny: 2320	Autor dokumentacji: Mielnicki E.
Data wykonania obiektu: 12-1979	Data rek./ren.:	Przeznaczenie obiektu: Monitoring

Położenie obiektu:		
Województwo: łódzkie	Powiat: tomaszowski	Gmina: Lubochnia (gm. wiejska)
Miejscowość: Lubochenek	Ulica:	Numer domu:
Numer arkusza mapy 1:50 000: 667	Nazwa ark. mapy 1:50 000: Tomaszów Mazowiecki	
Współrzędne 1992	X: 417890.42	Y: 571782.87
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 5721925.63	Y: 4433326.49
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 51°37'22.44"	L: 20°02'14.14"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 51°37'23.48"	L: 20°02'20.60"
Rzędna terenu: 182.50 m n.p.m.		

Weryfikacja lokalizacji:	Data: 2009-07-31	Rodzaj: B	Sposób pomiaru wsp.: GPS
---------------------------------	------------------	-----------	--------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 36.0	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 28.0	
Rodzaj filtra: Rura stal.siatka stylon.	Obsypka: Żwir.-piask.	Krańcowe średnice ziaren [mm] : od: 0.80 do:	
Data zabudowy filtra:	Data likwidacji filtra:		
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	12.0	17.0	244
Część robocza filtra	17.0	25.0	244
Rura podfiltrowa	25.0	28.0	244

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy: Czwartorzęd - plejstocen

	Eksploatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność	Brak danych	Brak danych	60.00 m ³ /godz	0.00 Brak danych	m ³ /godz
Depresja [m]			7.00		

Promień leja depresji R: m	Wydajność jednostkowa q: 8.57 m ³ /h*1m*s
Czas pompowania t: godz.	Współczynnik filtracji k: 0.0001190 m/s

Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy: 1979-12-10	Numer analizy: 396/79	Rodzaj próbki: Próbką-3 cykl pomp.
Ciężar właściwy [g/cm ³]:	pH: 7.80	Przewodnictwo w temp. 25 [°C]
Potencjał redox Eh [mV]	Utlenialność	
Twardość		
Ogólna 1 4.40 mvalCa/dm ³	Ogólna 2	
Niewęglanowa 1 0.40 mvalCa/dm ³	Niewęglanowa 2	
Węglanowa		
Mętność		
Zawartość zawiesiny 1.00 mgSiO ₂ /dm ³	Skala mętności Przezroczysta	
Zasadowość		
Ogólna 4.00 mval/dm ³	Alkaliczna 0.00 mval/dm ³	



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Numer obiektu:	6670179		
Nazwa obiektu:	STACJA HYDROGEOLOGICZNA II		
Miejscowość:	Lubochenek	X (ukł 1992):	417,890.42
Gmina:	Lubochnia (gm. wiejska)	Y (ukł 1992):	571,782.87
Powiat:	tomaszowski	Rzędna terenu:	182.5 m
Data wykonania obiektu:	01-12-1979	Głębokość całkowita:	36.0 m

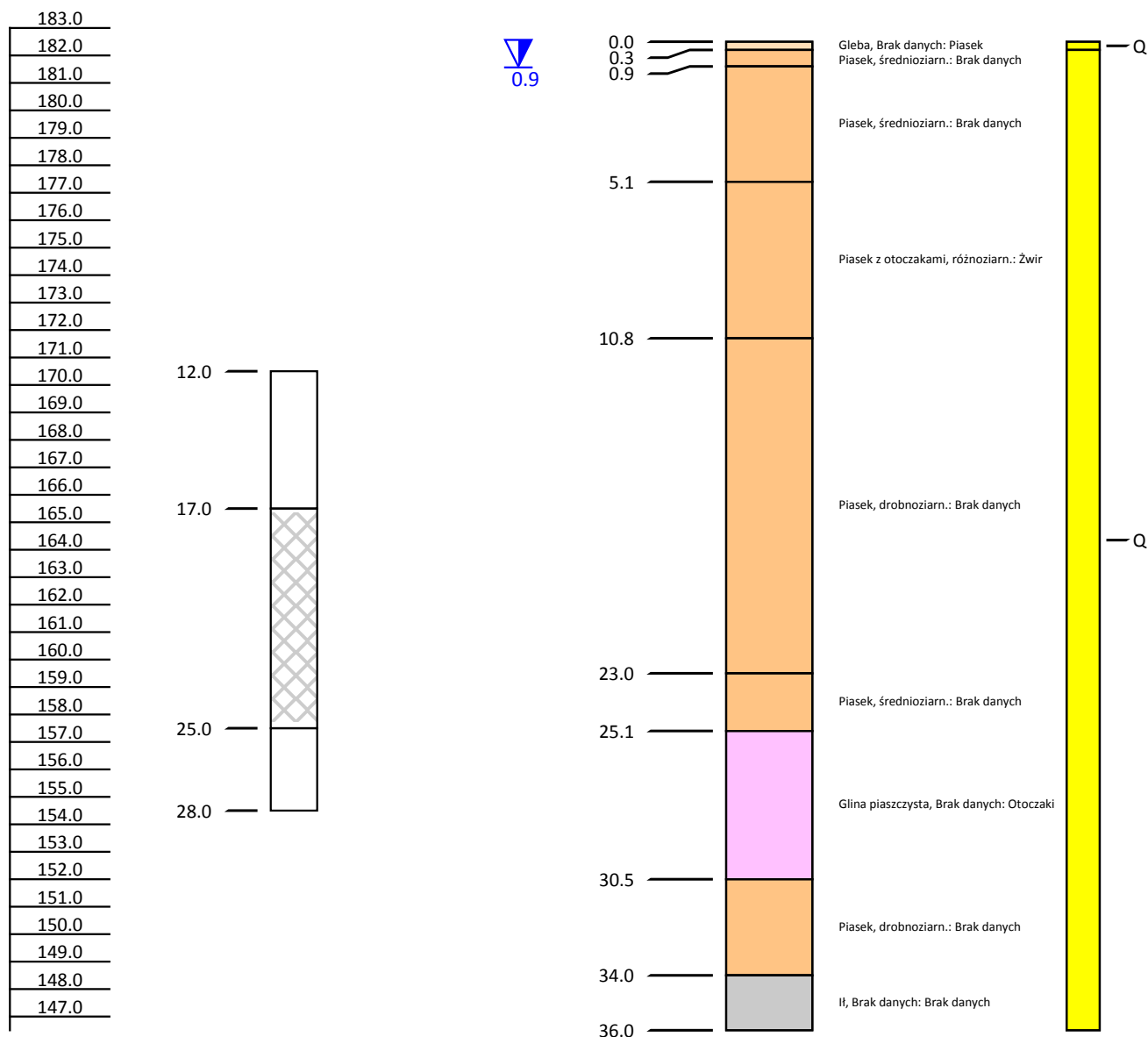
Wysokość
m n.p.m.

Kolumny filtracyjne

Zwierciadła wody

Opis litologiczny

Stratygrafia





Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Nazwa obiektu: OTWÓR OBSERWACYJNY PIG-PIB	Numer obiektu: 7020171	
Numer i nazwa ujęcia: 7020091-OTWÓR OBSERWACYJNY PIG	Stan obiektu: Czynny	
Archiwum: PIG Kielce	Numer archiwalny:	Autor dokumentacji: Krakowiak
Data wykonania obiektu: 12-2005	Data rek./ren.:	Przeznaczenie obiektu: Monitoring

Położenie obiektu:		
Województwo: łódzkie	Powiat: piotrkowski	Gmina: Sulejów (gm. miejsko-wiejska)
Miejscowość: Sulejów	Ulica:	Numer domu:
Numer arkusza mapy 1:50 000: 702	Nazwa ark. mapy 1:50 000: Sulejów	
Współrzędne 1992	X: 389329.34	Y: 559495.71
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 5693721.12	Y: 4420379.11
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 51°22'2.90"	L: 19°51'17.70"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 51°22'3.96"	L: 19°51'24.13"
Rzędna terenu: 170.25 m n.p.m.		

Weryfikacja lokalizacji:	Data: 2013-07-01	Rodzaj: B	Sposób pomiaru wsp.: GPS
---------------------------------	------------------	-----------	--------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 12.0	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 12.0	
Rodzaj filtra: Rura PCW	Obsypka: Żwirowa > 2 mm	Krańcowe średnice ziaren [mm] : od: 3.00 do:	
Data zabudowy filtra:	Data likwidacji filtra:		
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	0.0	8.0	110
Część robocza filtra	8.0	11.0	110
Rura podfiltrowa	11.0	12.0	110

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy:Czwartorzęd

	Eksploatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność			2.50 m3/godz	0.00	
Depresja [m]			4.50		

Promień leja depresji R: m	Wydajność jednostkowa q: 0.56 m3/h*1m*s
Czas pompowania t: godz.	Współczynnik filtracji k: m/s

Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy: 2005-12-06	Numer analizy:	Rodzaj próbki: Próbką-3 cykl pomp.
Ciężar właściwy [g/cm3]:	pH: 6.82	Przewodnictwo w temp. 25 [°C]
Potencjał redox Eh [mV]	Utlenialność	

Twardość	
Ogólna 1	Ogólna 2
Niewęglanowa 1	Niewęglanowa 2
Węglanowa	
Mętność	
Zawartość zawiesiny	Skala mętności
Zasadowość	
Ogólna	Alkaliczna



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

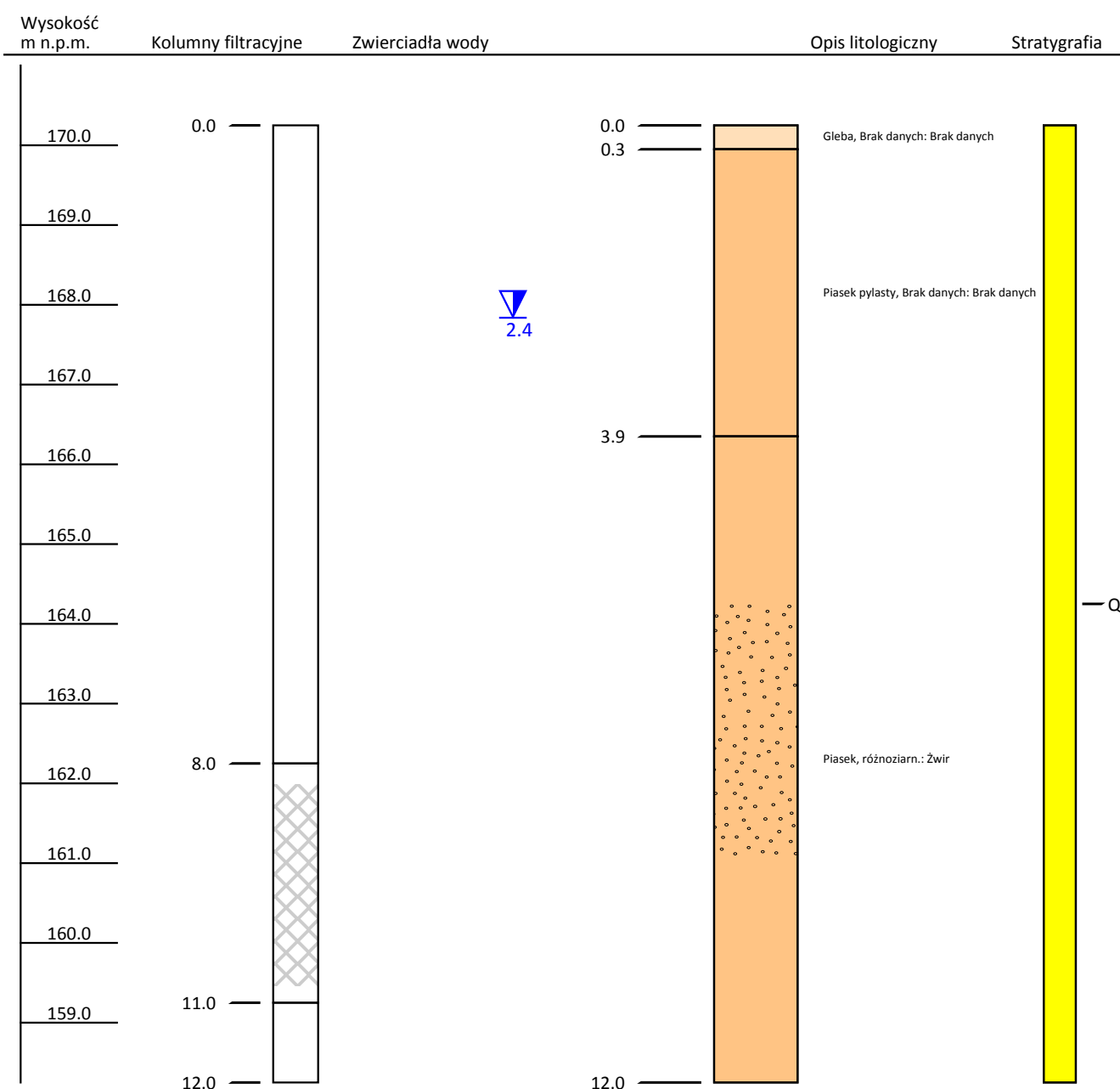
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532
(+48) 22 45 92 310

Numer obiektu:	7020171		
Nazwa obiektu:	OTWÓR OBSERWACYJNY PIG-PIB		
Miejscowość:	Sulejów	X (ukł 1992):	389,329.34
Gmina:	Sulejów (gm. miejsko-wiejska)	Y (ukł 1992):	559,495.71
Powiat:	piotrkowski	Rzędna terenu:	170.25 m
Data wykonania obiektu:	01-12-2005	Głębokość całkowita:	12.0 m





Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl
tel. (+48) 22 45 92 532
(+48) 22 45 92 310

Nazwa obiektu: PIEZOMETR SOH		Numer obiektu: 8120084
Numer i nazwa ujęcia: 8120060-PIEZOMETR SOH		Stan obiektu: Czynny
Archiwum: CAG-PIG	Numer archiwalny: 2401/2006	Autor dokumentacji: ROMAN KRAKOWIAK
Data wykonania obiektu: 2005	Data rek./ren.:	Przeznaczenie obiektu: Badawcze

Położenie obiektu:		
Województwo: świętokrzyskie	Powiat: włoszczowski	Gmina: Kluczewsko (gm. wiejska)
Miejscowość: Januszewice	Ulica:	Numer domu:
Numer arkusza mapy 1:50 000: 812	Nazwa ark. mapy 1:50 000: Włoszczowa	
Współrzędne 1992	X: 342121.17	Y: 567511.72
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 4427113.63	Y: 5646277.94
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 19°57'40.40"	L: 50°56'31.20"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 19°57'46.76"	L: 50°56'32.28"
Rzędna terenu: 214.50 m n.p.m.		

Weryfikacja lokalizacji:	Data: 2013-07-01	Rodzaj: PEŁNA	Sposób pomiaru wsp.: GPS
--------------------------	------------------	---------------	--------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 18.0	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 18.0	
Rodzaj filtra: Brak danych	Obsypka: Żwirowa > 2 mm	Krańcowe średnice ziaren [mm] :	
Data zabudowy filtra:	Data likwidacji filtra:		
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	0.0	13.0	110
Część robocza filtra	13.0	17.0	110
Rura podfiltrowa	17.0	18.0	110

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy:

	Eksploatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność					
Depresja [m]					

Promień leja depresji R: m	Wydajność jednostkowa q: m ³ /h*1m*s
Czas pompowania t: godz.	Współczynnik filtracji k: m/s



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000

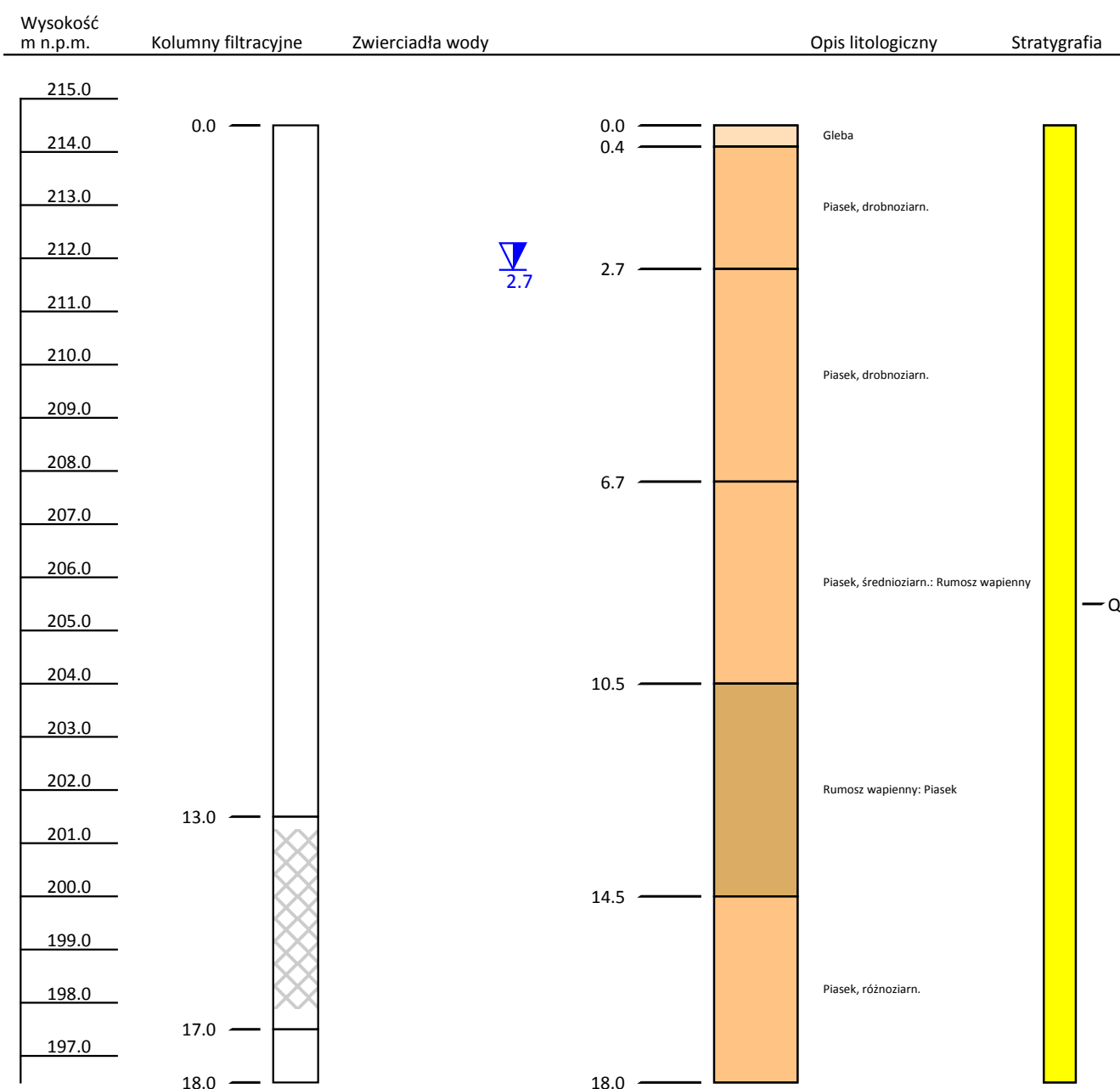
CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH (CBDH) - BANK HYDRO

e-mail: CBDH_Dane@pgi.gov.pl

tel. (+48) 22 45 92 532

(+48) 22 45 92 310

Numer obiektu:	8120084		
Nazwa obiektu:	PIEZOMETR SOH		
Miejscowość:	Januszewice	X (ukł 1992):	342,121.17
Gmina:	Kluczewsko (gm. wiejska)	Y (ukł 1992):	567,511.72
Powiat:	włoszczowski	Rzędna terenu:	214.5 m
Data wykonania obiektu:	01-03-2005	Głębokość całkowita:	18.0 m



JCWPd nr 86 – Przedgórze Iłżeckie – Guzów

Punkt badawczy w Guzowie SOBWP II/396/1, MONBADA 289, CBDH 7420084 zlokalizowany jest w woj. mazowieckim, pow. szydłowieckim, gm. Orońsko w północnej części JCWPd nr 86 (fig. 1.16.1.Z). Omawiany punkt jest zlokalizowany w północnej części Przedgórza Iłżeckiego na granicy z Równiną Radomską na północy. Otwór badawczy leży na granicy 2 dużych jednostek regionalnych tj. Nizin Środkowopolskich oraz Wyżyny Małopolskiej zachodniej (Kondracki, 2023). Całkowita powierzchnia JCWPd nr 86 wynosi 996,21km², a pod względem hydrogeologicznym należy do regionu wodnego Środkowej Wisły (Paczyński, Sadurski, red. 2007).

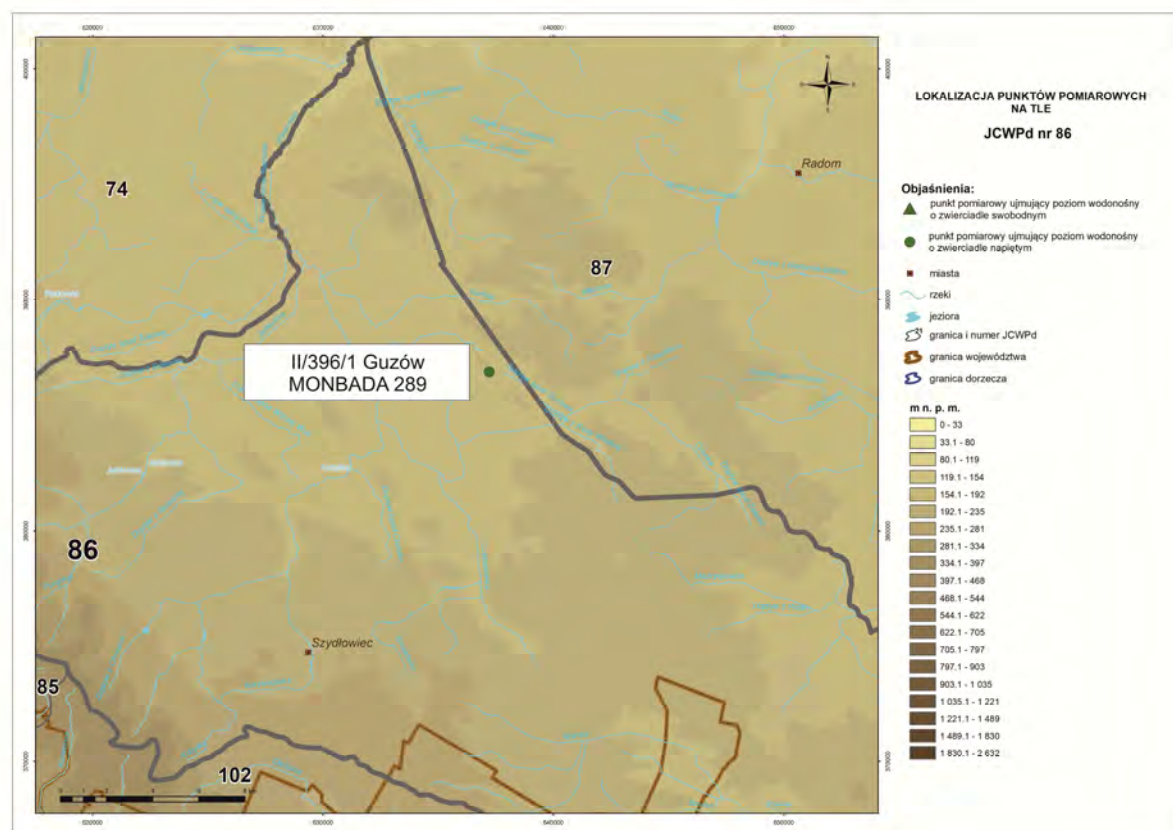


Fig. 1.16.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 86

Pierwszy płytki poziom wodonośny na obszarze JCWPd 86 w rejonie badań związany jest z lokalnie połączonymi piętrami czwartorzędowo-jurajskim. Płytko zalegające jurajskie utwory szczelinowo-krasowe wykształcone w postaci spękanych wapieni muszłowcowych posiadają bezpośrednią łączność hydrauliczną z nadległymi czwartorzędowymi gliniastymi utworami wodnolodowcowymi z okresu zlodowaceń środkowopolskich. Samo piętro czwartorzędowe ma charakter wybitnie lokalny i po za dolinami rzek, nie stanowi głównego

użytkowego poziomu wodonośnego. Zróżnicowana mozaikowa budowa geologiczna, skutkuje dużą zmiennością warunków hydrogeologicznych i skomplikowanymi warunkami hydrodynamicznymi na omawianym obszarze. Dominującym typem zasilania wód pierwszego poziomu wodonośnego w północnej części JCWPd 86 jest infiltracja opadów atmosferycznych oraz lokalne dopływy boczne z obszaru JCWPd 74 i 87. Północna granica JCWPd stanowi jednocześnie północną granicę subregionu hydrogeologicznego Środkowej Wisły (Paczyński, Sadurski, 2007; Prażak 2007). Lokalną bazę drenażu stanowi rzeka Szabasówka będąca dopływem Radomki stanowiącej regionalną bazę drenażu. Istotną rolę w drenowaniu wód podziemnych odgrywają liczne ujęcia wód podziemnych najczęściej są to studnie wiercone i kopane.

W rejonie opisywanej jednostki, wody pierwszego poziomu wodonośnego charakteryzują się dość dobrymi parametrami hydraulicznymi oraz szybką odnawialnością zasobów. Udokumentowane średnie wartości współczynnika filtracji wynoszą 0,4 – 4,0 m/h, wydajność jednostkowa projektowanych otworów hydrogeologicznych prognozowana jest na 0,5 – 3 m³/h na 1 m depresji, przewodność warstwy wodonośnej jest silnie zróżnicowana (Prażak, 2003; Skrzypczyk i in., 2006).

Otwór badawczy w Guzowie to studnia wiercona o głębokości 17,0 m, o średnicy 305 mm. Strefa zafiltrowania obejmuje przedział między 14,3 a 17,0 m. Rzędna terenu w miejscu otworu to 192,00 m n.p.m. Omawiana studnia, ujmuje wody pierwszego, połączonego poziomu czwartorzędowo-jurajskiego w obrębie utworów szczelnoporowych. Profil otworu nie osiąga spągu warstwy wodonośnej (profil i karta otworu CBDH 7420084). Analiza danych geologicznych oraz profili sąsiednich wierceń, pozwala stwierdzić, że miąższość warstwy wodonośnej może oscylować w granicach 100 – 150 m (Lis, 1965; Młyńczak i in., 2019). Wody omawianego poziomu wodonośnego znajdują się w aktywnej strefie wymiany wód podziemnych i mają kontakt hydrauliczny z głębszymi poziomami wodonośnymi. „Wiek” wód w badanym otworze oszacowano metodą trytową i wynosi 7 lat (Leśniak, Wilamowski 2017, Wilamowski 2021).

Chemizm wód pierwszego poziomu wodonośnego w rejonie badań charakteryzuje się dużą różnorodnością, uwarunkowany jest przede wszystkim charakterem utworów wodonośnych oraz zmienną intensywnością zasilania. Dominującym typem chemicznym są wody typu HCO₃-Ca. Ze względu na rolniczy charakter użytkowania terenu oraz nieciągłą izolację, wody omawianego poziomu są podatne na zanieczyszczenia rolnicze w szczególności związkami azotu. Wynik badań monitoringowych (Prażak, 2002; Rojek i in.,

2019, 2020a, 2021, 2022a) wskazują na podwyższone zawartości azotanów pochodzenia rolniczego.

Lokalny, połączony czwartorzędowo-jurajski poziom wodonośny, ma istotne znaczenie użytkowe, ujmowany jest przede wszystkim studniami wierconymi oraz kopanymi na cele gospodarskie, komunalne oraz przemysłowe (Skrzypczyk i in., 2006).

Nazwa obiektu: SZKOŁA PODSTAWOWA 1		Numer obiektu: 7420084
Numer i nazwa ujęcia: 7420018-SZKOŁA PODSTAWOWA		Stan obiektu: Czynny
Archiwum: UW Radom	Numer archiwalny: 0421	Autor dokumentacji: Lis S.
Data wykonania obiektu: 1964	Data rek./ren.:	Przeznaczenie obiektu: Eksploatacja

Położenie obiektu:		
Województwo: mazowieckie	Powiat: szydlowiecki	Gmina: Orońsko
Miejscowość: Guzów	Ulica:	Numer domu:
Numer arkusza mapy 1:50 000: 742	Nazwa arkusza mapy: Szydłowiec	
Współrzędne 1992	X: 637191.33	Y: 386843.57
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 4498025.26	Y: 5689115.36
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 20°58'11.60"	L: 51°19'54.00"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 20°58'18.00"	L: 51°19'55.00"
Rzędna terenu: 192.00 m n.p.m.		

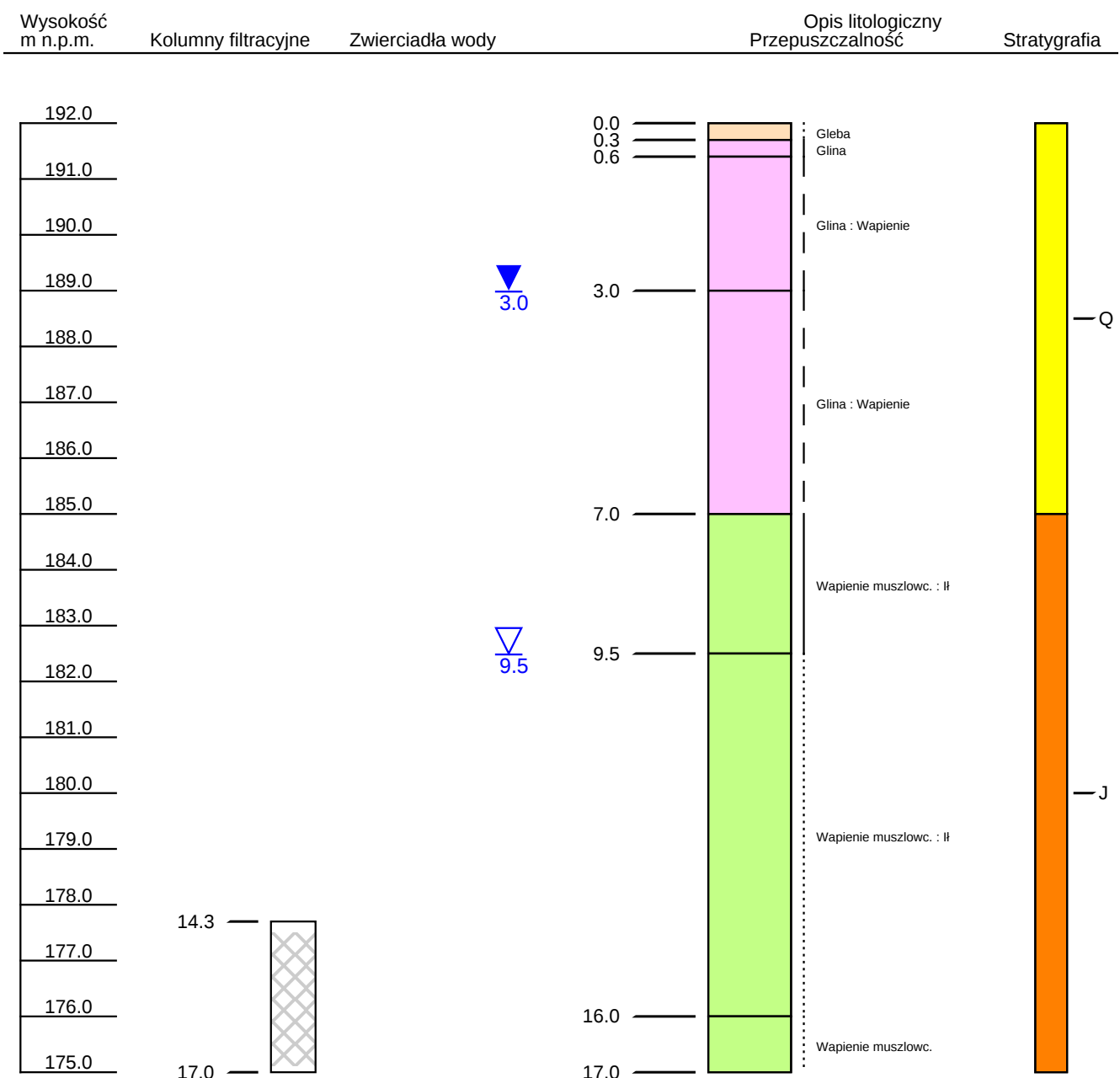
Weryfikacja danych:	Data:	Rodzaj: Brak	Sposób pomiaru wsp.: Brak danych
---------------------	-------	--------------	----------------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 17.0	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 17.0	
Rodzaj filtra: Bez filtra	Obsypka: Bez obsypki	Średnica ziaren [mm]:	
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Część robocza filtra	14.3	17.0	305

Parametry hydrogeologiczne:					
Wiek ujętej warstwy:					
	Eksploatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność	2.40 m ³ /godz		5.10	2.40 m ³ /godz	2.4 m ³ /godz
Depresja [m]	3.20		7.30	3.20	3.2
Promień leja depresji R: 28.00 m			Wydajność jednostkowa q: 0.70 m ³ /h*1m*s		
Czas pompowania t: 72 godz.			Współczynnik filtracji k: 0.000090 m/s		

Ostatnia analiza wody:		
Data wykonania analizy: 1964-12-12	Numer analizy: 2086/64	
Pochodzenie danych:	Rodzaj analizy:	Błąd:
Sucha pozostałość 450.000 mg/dm ³	pH 7.2	Utlenialność 2.400 mg/dm ³
Twardość 7.42 mvalCa/dm ³	Mętność 4.00 mgSiO ₂ /dm ³	Zasadowość 5.750
Potas (K)	Azot azotynowy (N_NO ₂)	0.000 mg/dm ³
Wapń (Ca)	Azotyny (NO ₂)	
Magnez (Mg)	Azot azotanowy (N_NO ₃)	2.000 mg/dm ³
Żelazo (Fe) 0.200 mg/dm ³	Azotany (NO ₃)	
Mangan (Mn)	Chlorki (Cl)	15.000 mg/dm ³
Azot amonowy (N_NH ₄) 0.040 mg/dm ³	Siarczany (SO ₄)	29.200 mg/dm ³
Amoniak (NH ₄)	Miano Coli	0.100

Numer obiektu:	7420084		
Nazwa obiektu:	SZKOŁA PODSTAWOWA 1		
Miejscowość:	Guzów	X (ukł 1992):	637,191.33
Gmina:	Orońsko	Y (ukł 1992):	386,843.57
Powiat:	sztydlowiecki	Rzędna terenu:	192.0 m
Data wykonania obiektu:	31-12-1964	Głębokość całkowita:	17.0 m



JCWPd nr 102 – Wyżyna Kielecka – Mroczków

Punkt pomiarowy w Mroczkowie SOBWP II/1375/1, MONBADA 2324, CBDH 7780012 jest zlokalizowany w woj. świętokrzyskim, pow. suchedniowski, gm. Bliżyn w północno-zachodniej części JCWPd nr 102 (fig. 1.17.1.Z). Omawiany punkt znajduje się w południowej części Płaskowyżu Suchedniowskiego będącego częścią regionalnej jednostki fizyczno-geograficznego – Wyżyny Małopolskiej (Kondracki, 2023). Całkowita powierzchnia JCWPd nr 102 wynosi 1512,10 km², a pod względem hydrogeologicznym należy do regionu wodnego Środkowej Wisły (Paczyński, Sadurski, red. 2007).

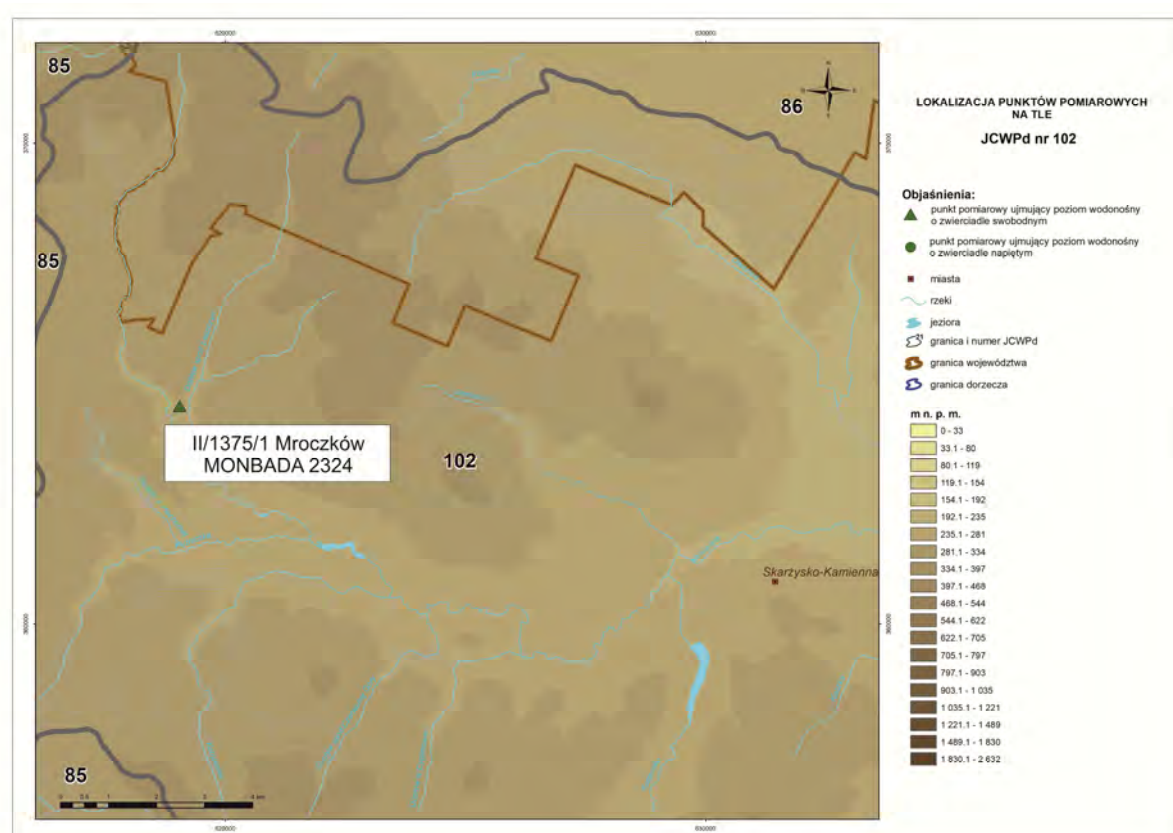


Fig. 1.17.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 102

Na obszarze JCWPd 102 udokumentowane zostało pięć pięter wodonośnych, czwartorzędowe, jurajskie, triasowe, permskie oraz dewońskie. Tworzą one jeden, kompleks wodonośny, obejmujący warstwy wszystkich pięter/poziomów o zwierciadle swobodnym lub lokalnie napiętym. Na obszarze gdzie zlokalizowany jest punkt badawczy, wody pierwszego poziomu/kompleksu wodonośnego są związane z czwartorzędowymi utworami piaszczysto-żwirowymi akumulacji rzecznej w dolinie rzeki Kamienna oraz akumulacji wodnolodowcowej z okresu zlodowaceń środkowopolskich (Lisicki i in., 2010). Ze względu

na bardzo zróżnicowaną budowę geologiczną i powszechne występowanie wychodni skał starszego podłoża, kompleks wodonośny na większości obszaru JCWPd 102 jest pozbawiony izolacji. W bezpośrednim sąsiedztwie punktu badawczego, pierwszy poziom wodonośny jest rozwinięty w obrębę piaszczystych osadów czwartorzędowych, a miąższość omawianego kompleksu wodonośnego jest zmienna i wynosi 2 - 30 m. Zwierciadło ma charakter swobodny i występuje na głębokości od kilku do kilkunastu metrów. Zasilanie wód pierwszego poziomu wodonośnego odbywa się na drodze bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych. Otwór znajduje się w strefie regionalnego drenażu wód podziemnych, którego bazą drenażu jest rzeka Kamienna (Prażak 2007, Kos i in. 2014).

Na obszarze JCWPd 102 wody pierwszego kompleksu wodonośnego, charakteryzują się dobrymi parametrami hydraulicznymi oraz szybką odnawialnością zasobów. Z uwagi na zróżnicowanie przestrzenne, mają charakter lokalny i przez to mają mniejsze znaczenie gospodarcze. Udokumentowane średnie wartości współczynnika filtracji wynoszą 0,04 – 4 m/h, a przewodność warstwy wodonośnej może osiągać do 50 m²/h (Paczyński, Sadurski, 2007, Prażak 2007).

Otwór badawczy w Mroczkowie to studnia wiercona głębokości 12,6 m, o średnicy 203 mm. Strefa zafiltrowania obejmuje przedział głębokości między 7,1 a 9,8 m. Rzędna terenu w miejscu otworu to 298,00 m n.p.m. Omawiana studnia jest zlokalizowana dolinie rzeki Kamiennej i ujmuje wody pierwszego, poziomu wodonośnego w obrębę utworów aluwialnych i wodnolodowcowych, wykształconego w postaci piasków średnioziarnistych z otoczkami oraz żwirami (profil i karta otworu CBDH 7780012). Czwartorzędowy poziom wodonośny podścielony półpuszczalnymi mułowcami triasowymi (Gawęcki, 1962; Młyńczak i in., 2019;). Na podstawie datowań izotopowych wód podziemnych metodą trytową, „wiek” wód w badanym otworze oszacowany został na 8 lat (Leśniak, Wilamowski 2017, Wilamowski 2021).

Chemizm wód pierwszego poziomu wodonośnego w rejonie badań charakteryzuje się dużą różnorodnością i uwarunkowany jest przede wszystkim charakterem utworów wodonośnych oraz intensywnością zasilania poprzez infiltrację bezpośrednią i dopływ lateralny. W związku z powszechnym brakiem izolacji, wody omawianego poziomu są podatne na zanieczyszczenia antropogeniczne. Dominują wody typu HCO₃-Ca oraz HCO₃-Ca-Mg średniotwarde o odczynie obojętnym lub słabo zasadowym. Bardzo często w obrębę warstwy czwartorzędowej dochodzi do zmian antropogenicznych typu chemicznego wód podziemnych z HCO₃-Ca na HCO₃-SO₄-Ca, HCO₃-NO₃-Ca oraz Cl-SO₄-HCO₃-Ca.

Wyniki badań monitoringowych w punkcie badawczym (Prażak, 2002; Rojek i in., 2019, 2020a, 2021, 2022a) wskazują na wysoką zmienność sezonową i znaczne przekroczenia związków azotu i potasu pochodzenia rolniczego.

Czwartorzędowy płytki poziom wodonośny, ujmowany jest przede wszystkim płytkimi studniami wierconymi oraz kopanymi, a główne znaczenie użytkowe mają poziomy triasowy oraz dewoński stanowiące główne źródło zaopatrzenia w wodę do celów komunalnych i przemysłowych (Skrzypczyk i in., 2006).

Nazwa obiektu: SZKOŁA--S1		Numer obiektu: 7780012
Numer i nazwa ujęcia: 7780015-SZKOŁA-PODSTAWOWA S1		Stan obiektu: Nieczynny
Archiwum: Prz.Geol. Kielce	Numer archiwalny: 156	Autor dokumentacji: Gawęcki Z.
Data wykonania obiektu: 1962	Data rek./ren.:	Przeznaczenie obiektu: Eksploatacja

Położenie obiektu:		
Województwo: świętokrzyskie	Powiat: skarżyski	Gmina: Bliżyn
Miejscowość: Mroczków	Ulica:	Numer domu:
Numer arkusza mapy 1:50 000: 778	Nazwa arkusza mapy: Odrowąż	
Współrzędne 1992	X: 619080.80	Y: 364589.67
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 4479306.24	Y: 5667351.61
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 20°42'9.27"	L: 51°08'8.41"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 20°42'15.65"	L: 51°08'9.43"
Rzędna terenu: 298.00 m n.p.m.		

Weryfikacja danych:	Data: 2008-10-21	Rodzaj: B	Sposób pomiaru wsp.: GPS
---------------------	------------------	-----------	--------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 14.0	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 12.6	
Rodzaj filtra: Rura stal.siatka niez.	Obsypka: Żwirowa > 2 mm	Średnica ziaren [mm]: 5	
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	5.0	7.1	203
Część robocza filtra	7.1	9.8	203
Rura podfiltrowa	9.8	12.6	203

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy:

	Ekspluatacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność	1.60 m ³ /godz	2.00 m ³ /godz	1.60	1.60 m ³ /godz	1.3 m ³ /godz
Depresja [m]	3.00		3.00	3.00	2.0

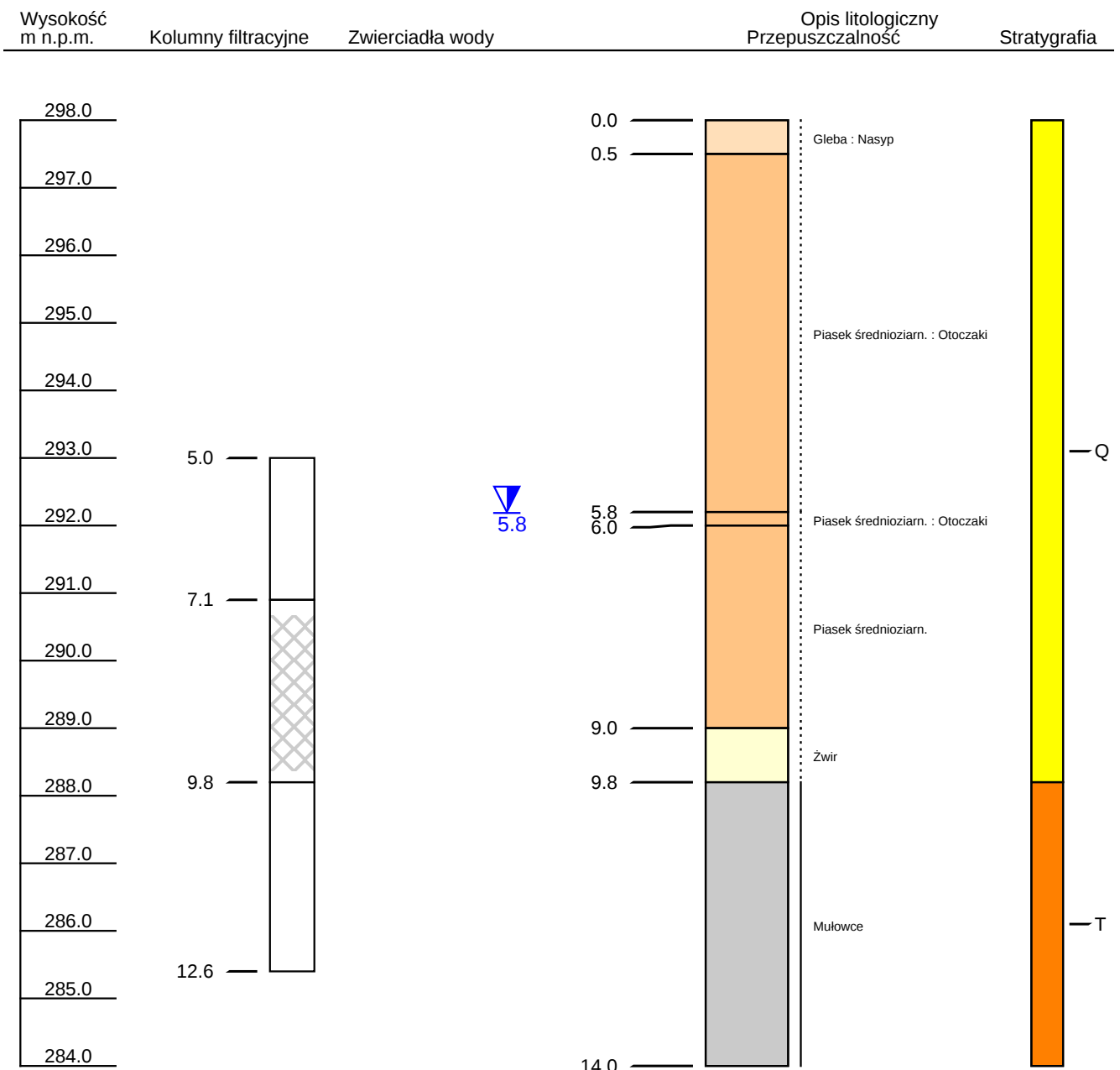
Promień leja depresji R: 185.00 m	Wydajność jednostkowa q: 0.53 m ³ /h*1m*s
Czas pompowania t: 118 godz.	Współczynnik filtracji k: m/s

Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy: 1963-10-28 Numer analizy: ----1852-63

Pochodzenie danych:	Rodzaj analizy:	Błąd:
Sucha pozostałość 340.000 mg/dm ³	pH 5.8	Utlenialność 2.000 mg/dm ³
Twardość 2.46 mvalCa/dm ³	Mętność 2.00 mgSiO ₂ /dm ³	Zasadowość 0.350
Potas (K)	Azot azotynowy (N_NO ₂)	0.040 mg/dm ³
Wapń (Ca)	Azotyny (NO ₂)	
Magnez (Mg)	Azot azotanowy (N_NO ₃)	30.000 mg/dm ³
Żelazo (Fe) 0.500 mg/dm ³	Azotany (NO ₃)	
Mangan (Mn) 0.000 mg/dm ³	Chlorki (Cl)	39.500 mg/dm ³
Azot amonowy (N_NH ₄) 0.060 mg/dm ³	Siarczany (SO ₄)	64.900 mg/dm ³
Amoniak (NH ₄)	Miano Coli	10.000

Numer obiektu:	7780012		
Nazwa obiektu:	SZKOŁA--S1		
Miejscowość:	Mroczków	X (ukł 1992):	619,080.8
Gmina:	Bliżyn	Y (ukł 1992):	364,589.67
Powiat:	skarżyski	Rzędna terenu:	298.0 m
Data wykonania obiektu:	01-09-1962	Głębokość całkowita:	14.0 m



JCWPd nr 115 – Niecka Połaniecka – Rytwiany

Punkt badawczy w Rytwianach SOBWP II/896/1, MONBADA 1404, CBDH 8860095 jest zlokalizowany w woj. świętokrzyskim, pow. staszowskim, gm. Rytwiany w środkowo-wschodniej części JCWPd nr 115 (fig. 1.18.1.Z). Omawiany punkt znajduje się w północnej części Niecki Połanieckiej będącej częścią regionalnej jednostki fizyczno-geograficznego – Wyżyny Małopolskiej (Kondracki, 2023). Całkowita powierzchnia JCWPd nr 115 wynosi 1761,61 km², a pod względem hydrogeologicznym należy do regionu wodnego Górnej-Zachodniej Wisły.

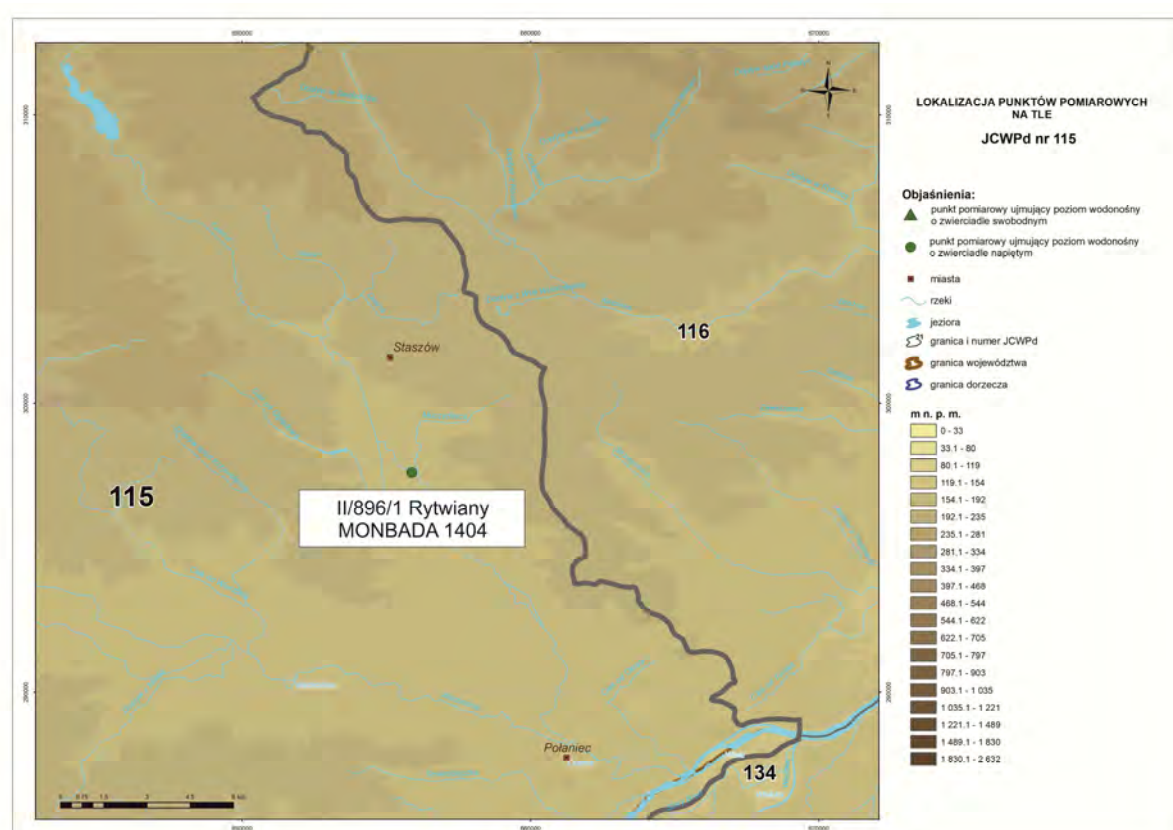


Fig. 1.18.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 115

Na obszarze JCWPd 115 udokumentowane zostało sześć pięter wodonośnych: czwartorzędowe, neogeńskie (mioceńskie), kredowe, jurajskie, triasowe oraz dewońskie. Tworzą one jeden kompleks wodonośny, obejmujący warstwy wszystkich pięter/poziomów o zwierciadle swobodnym lub lokalnie napiętym. Na obszarze gdzie zlokalizowany jest punkt badawczy, wody pierwszego poziomu wodonośnego są związane z czwartorzędowymi utworami piaszczysto-żwirowymi akumulacji rzecznej w dolinie rzeki Czarna Staszowska oraz akumulacji wodnolodowcowej z okresu zlodowaceń środkowopolskich (Lisicki i in.,

2010). Ze względu na bardzo zróżnicowaną budowę geologiczną i powszechne występowanie wychodni skał starszego podłoża, utwory te na większości obszaru JCWPd 115 są pozbawione izolacji, a lokalnie mogą być izolowane niewielkiej miąższości warstwami słabo przepuszczalnymi pochodzenia lodowcowego. W bezpośrednim sąsiedztwie punktu badawczego, pierwszy poziom wodonośny jest rozwinięty w obrębę piaszczystych osadów czwartorzędowych, a miąższość omawianej warstwy wodonośnej jest zmienna i wynosi 5 - 35 m. Zwierciadło ma charakter swobodny lokalnie może być lekko napięty i występuje na głębokości od kilku do kilkunastu metrów. Zasilanie wód pierwszego poziomu wodonośnego odbywa się na drodze bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych. Otwór obserwacyjny znajduje się w strefie lokalnego drenażu wód podziemnych, którego bazą drenażu jest rzeka Czarna Staszowska będąca dopływem Wisły, która to stanowi regionalną bazę drenażu (Prażak 2007, Kos i in. 2014).

Na obszarze JCWPd 115 wody pierwszego kompleksu wodonośnego w obrębę piętra czwartorzędowego, charakteryzują się dobrymi parametrami hydraulicznymi oraz szybką odnawialnością zasobów. Wszystkie udokumentowane piętra wodonośne mają znaczenie użytkowe. Znaczenie piętra czwartorzędowego jest ograniczone do obszarów bezpośrednio powiązanych z dolinami rzecznyymi. Udokumentowane średnie wartości współczynnika filtracji wynoszą 0,04 – 4 m/h, a wartości wodo-przewodność zawierają się w przedziale $<1 - 10 \text{ m}^2/\text{h}$ (Rzonca, Prażak, 2002).

Otwór badawczy w Rytwianach to studnia wiercona głębokości 8,7 m, o średnicy 356 mm. Strefa zafiltrowania obejmuje przedział między 3,6 a 5,6 m. Rzędna terenu w miejscu otworu to 174,20 m n.p.m. Omawiana studnia jest zlokalizowana w strefie dolinnej rzeki Czarna Staszowska, ujmuje wody pierwszego poziomu wodonośnego w obrębę utworów aluwialnych i wodnolodowcowych w postaci piasków średnioziarnistych ze żwirem, o zwierciadle lokalnie lekko napiętym (profil i karta otworu CBDH 8860095). W profilu pionowym ujmowany czwartorzędowy poziom wodonośny jest podścielony nieprzepuszczalnymi iłami triasowymi (Lis, 1971; Młyńczak i in., 2019). Na podstawie datowań izotopowych wód podziemnych metodą trytową, wiek wód w badanym otworze został oszacowany na 5 lat (Leśniak, Wilamowski 2017, Wilamowski 2021).

Chemizm wód pierwszego poziomu wodonośnego w rejonie badań charakteryzuje się dużą różnorodnością i uwarunkowany jest charakterem utworów wodonośnych oraz intensywnością zasilania poprzez infiltrację bezpośrednią i dopływ lateralny. W związku z powszechnym brakiem izolacji, wody omawianego poziomu są podatne na zanieczyszczenia

antropogeniczne. Dominują wody typu $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ oraz $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$, średniotwarde o odczynie obojętnym lub słabo zasadowym. Skład chemiczny i typ chemiczny wód podziemnych w obrębie warstwy czwartorzędowej może ulegać zmianom w wyniku działalności antropogenicznej i najczęściej zmienia się na $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca}$. Wieloletnie wyniki badań monitoringowych w punkcie badawczym (Prażak, 2002; Rojek i in., 2019, 2020a, 2021, 2022) wskazują na wysoką zmienność sezonową i znaczne przekroczenia związków żelaza i manganu pochodzenia geogenicznego oraz azotu i potasu pochodzenia rolniczego.

Czwartorzędowy płytki poziom wodonośny, ujmowany jest przede wszystkim płytkimi studniami wierconymi oraz kopanymi, a jego występowanie jest ograniczone do bezpośredniego sąsiedztwa dolin rzecznych (Skrzypczyk i in., 2006).

Nazwa obiektu: SZKOŁA-----S01		Numer obiektu: 8860095
Numer i nazwa ujęcia: 8860057-SZKOŁA-DOM-NAUCZYCIELA---S1		Stan obiektu: Nieczynny
Archiwum: Prz.Geol. Kielce	Numer archiwalny: 1358	Autor dokumentacji: Lis St.
Data wykonania obiektu: 1971	Data rek./ren.:	Przeznaczenie obiektu: Eksploatacja

Położenie obiektu:		
Województwo: świętokrzyskie	Powiat: staszowski	Gmina: Rytwiany
Miejscowość: Rytwiany	Ulica:	Numer domu:
Numer arkusza mapy 1:50 000: 886	Nazwa arkusza mapy: Staszów	
Współrzędne 1992	X: 655876.90	Y: 297608.01
Współrzędne topogr. 1942 XYH	X: 4514292.55	Y: 5599366.40
Współrzędne geogr. WGS 84	B: 21°11'59.30"	L: 50°31'29.10"
Współrzędne topogr. 1942 BLH	B: 21°12'5.58"	L: 50°31'30.12"
Rzędna terenu: 174.20 m n.p.m.		

Weryfikacja danych:	Data: 2010-03-25	Rodzaj: B	Sposób pomiaru wsp.: GPS
----------------------------	------------------	-----------	--------------------------

Zafiltrowanie:	Głębokość całkowita obiektu [m]: 9.0	Głębokość ostateczna obiektu [m]: 8.7	
Rodzaj filtra: Rura stal.siatka stylon.	Obsypka: Żwirowa > 2 mm	Średnica ziaren [mm] :	
Nazwa części	Głębokość od [m]	Głębokość do [m]	Średnica [mm]
Rura nadfiltrowa	0.0	3.6	356
Część robocza filtra	3.6	5.6	356
Rura podfiltrowa	5.6	8.7	356

Parametry hydrogeologiczne:

Wiek ujętej warstwy:

	Eksploacyjna	Teoretyczna	Max. pom.	Studnia zatw.	Ujęcie zatw.
Wydajność	4.80 m3/godz	6.00 m3/godz	5.70	4.80 m3/godz	4.8 m3/godz
Depresja [m]	2.60		3.90	2.60	2.6

Promień leja depresji R: 110.00 m	Wydajność jednostkowa q: 1.46 m3/h*1m*s
Czas pompowania t: 24 godz.	Współczynnik filtracji k: 0.0001600 m/s

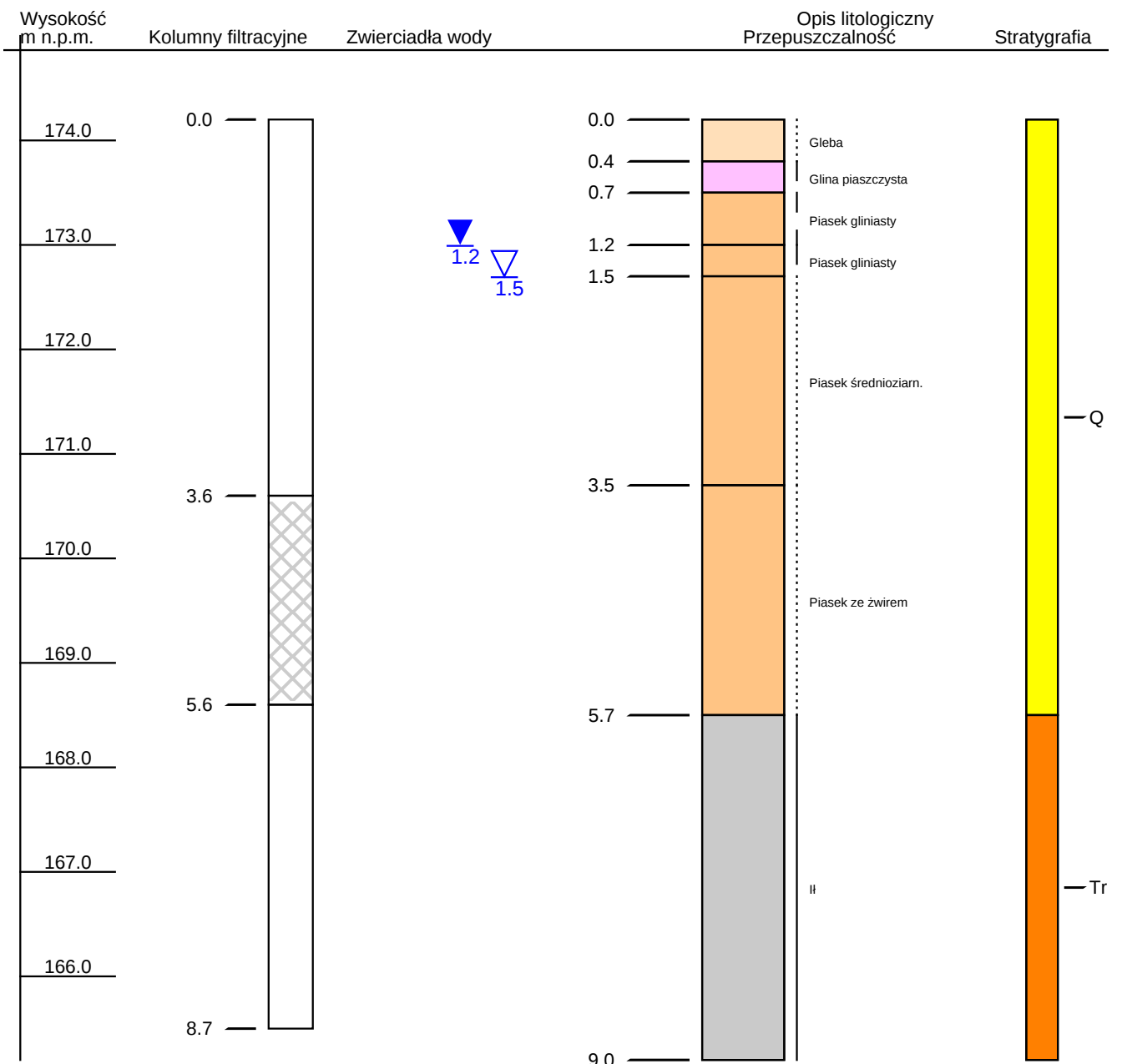
Ostatnia analiza wody:

Data wykonania analizy: 1971-02-18

Numer analizy: 277-71-----

Pochodzenie danych:	Rodzaj analizy:	Błąd:
Sucha pozostałość 426.000 mg/dm3	pH 7.1	Utlenialność 5.200 mg/dm3
Twardość 5.98 mvalCa/dm3	Mętność 8.00 mgSiO2/dm3	Zasadowość 3.950
Potas (K)	Azot azotynowy (N_NO2)	0.000 mg/dm3
Wapń (Ca)	Azotyny (NO2)	
Magnez (Mg)	Azot azotanowy (N_NO3)	0.100 mg/dm3
Żelazo (Fe) 2.000 mg/dm3	Azotany (NO3)	
Mangan (Mn) 0.500 mg/dm3	Chlorki (Cl)	17.000 mg/dm3
Azot amonowy (N_NH4) 1.000 mg/dm3	Siarczany (SO4)	112.700 mg/dm3
Amoniak (NH4)	Miano Coli	50.000

Numer obiektu:	8860095		
Nazwa obiektu:	SZKOŁA-----S01		
Miejscowość:	Rytwiany	X (ukł 1992):	655,876.9
Gmina:	Rytwiany	Y (ukł 1992):	297,608.01
Powiat:	staszowski	Rzędna terenu:	174.2 m
Data wykonania obiektu:	01-02-1971	Głębokość całkowita:	9.0 m



Spis kart informacyjnych i profili otworów badawczych

- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Kluki SOBWP II/1751/1, MONBADA 1751, CBDH 20005
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Hel SOBWP II/707/1, MONBADA 1423, CBDH 170017
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Jastarnia SOBWP II/1909/1, MONBADA 2026, CBDH 70034
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Sztutowo SOBWP II/1746/1, MONBADA 1457, CBDH 570087
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Piaski (Nowa Karczma) SOBWP II/1749/1, MONBADA 1459, CBDH 310034
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Gralewo SOBWP II/1873/1, MONBADA 1609, CBDH 2880128
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Wymyśle Polskie SOBWP II/1072/1, MONBADA 2167, CBDH 4830039
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Płońsk SOBWP II/98/1, MONBADA 435, CBDH 4470037
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Narew SOBWP II/1065/1, MONBADA 2096, CBDH 3810030
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Radzymin SOBWP I/970/3, MONBADA 1573, CBDH 4880362
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Pętkowo Wielkie SOBWP II/1726/1, MONBADA 1456, CBDH 4150062
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Nowe Iganie SOBWP II/964/1, MONBADA 2095, CBDH 5280072
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Granica SOBWP I/920/2, MONBADA 1702, CBDH 5210165

- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Janów Podlaski
SOBWP II/1571/1, MONBADA 1140, CBDH 5330004
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Międzyłże
SOBWP II/576/1, MONBADA 1168, CBDH 3810030
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Zaświatycze
SOBWP II/596/1, MONBADA 1368, CBDH 6430001
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Cieślówice
SOBWP II/1392/1, MONBADA 2167, CBDH 6670256
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Strzyżowice
SOBWP II/1395/1, MONBADA 2061, CBDH 6750105
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Lubochenek
SOBWP I/704/2, MONBADA 248, CBDH 6670179
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Sulejów
SOBWP II/1391/1, MONBADA 2345, CBDH 7020171
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Januszewice
SOBWP II/1390/1, MONBADA 2315, CBDH 8120084
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Guzów
SOBWP II/396/1, MONBADA 289, CBDH 7420084
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Mroczków
SOBWP II/1375/1, MONBADA 2324, CBDH 7780012
- Karta informacyjna i profil otworu badawczego (pomiarowego) – Rytwiany
SOBWP II/896/1, MONBADA 1404, CBDH 8860095

Spis figur do zał. 1.1. – 1.18.:

- Fig. 1.1.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 12
- Fig. 1.2.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 14
- Fig. 1.3.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 16
- Fig. 1.4.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 17
- Fig. 1.5.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 39
- Fig. 1.6.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 47
- Fig. 1.7.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 49
- Fig. 1.8.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 52
- Fig. 1.9.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 54
- Fig. 1.10.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 55
- Fig. 1.11.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 64
- Fig. 1.12.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 67
- Fig. 1.13.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 73
- Fig. 1.14.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 75
- Fig. 1.15.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 84
- Fig. 1.16.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 86
- Fig. 1.17.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 102
- Fig. 1.18.1.Z. Lokalizacja punktów pomiarowych na tle JCWPd nr 115

Zestawienie przyczyn geogenicznych i antropogenicznych występowania podwyższonych stężeń omawianych wskaźników jakości wód podziemnych wraz z najczęstszymi efektami ich buforowania w wodach podziemnych

Wskaźnik	Przyczyny występowania podwyższonych stężeń oraz potencjalne ogniska zanieczyszczeń		Efekty wzajemnego oddziaływania wskaźników – efekt buforowania badanych wskaźników w wodach podziemnych
	Geogeniczne	Antropogeniczne	
Odczyn pH	<ul style="list-style-type: none"> pH 4-5 – wody kontaktu bagien i torfowisk ługowanie skał zawierających SO₄, Pb, Zn 	<ul style="list-style-type: none"> pH<4 – kwaśne deszcze w obszarach przemysłowych niskie pH traktowane jako wskaźnik zanieczyszczenia 	<ul style="list-style-type: none"> wody zakwaszone w wyniku kwaśnych deszczy wzbogacone o Pb, Cd, Cu, Hg, Al przy jednoczesnym spadku H₂S, SO₃ i N wody o pH>9 – brak metali ciężkich wpływ na równowagę węglanową wraz ze wzrostem temperatury następuje obniżenie pH
Przewodność elektrolityczna właściwa PEW	<ul style="list-style-type: none"> wskaźnik mineralizacji ogólnej, im wyższa wartość PEW tym wyższa mineralizacja ascenzja wód słonych 	<ul style="list-style-type: none"> wskaźnik zanieczyszczenia ogólnego, im wyższa wartość PEW tym wyższy stopień zanieczyszczenia 	<ul style="list-style-type: none"> silnie powiązana z temperaturą wody podziemnej – wzrost PEW wraz ze wzrostem temperatury 1,8-2,5%/1°C
Temperatura (T)	<ul style="list-style-type: none"> obszary wód termalnych dla wód płytkich temperatura zależna od temperatury powietrza i prędkości infiltracji opadów procesy egzo- i endotermiczne – rozkład materii organicznej, utlenianie siarczków, rozpad pierw. Promieniotwórczych rozprężanie się gazów rozpuszczonych w wodzie (spadek T) wzrost temperatury wraz ze wzrostem głębokości – stopień geotermiczny m/°C 		<ul style="list-style-type: none"> nie zależy od składu chemicznego, ale kształtuje skład chemiczny wpływa na prędkość i rzebieg procesów hydrogeochemicznych wzrost temperatury zwiększa rozpuszczalność minerałów w wodach podziemnych wzrost temperatury zmniejsza rozpuszczalność gazów w wodach podziemnych
Tlen rozpuszczony w wodzie (O ₂)	<ul style="list-style-type: none"> wody opadowe zasilające płytkie poziomy wodonośne przez infiltrację 		<ul style="list-style-type: none"> wraz ze wzrostem głębokości, zawartość O₂ w wodach podziemnych spada, aż do osiągnięcia granicy (głębokości) tlenowej – zazwyczaj 10m p.p.t. max. 18 m p.p.t, zależne od prędkości infiltracji i obecności materii organicznej bierze udział w utlenianiu substancji organicznej, Fe, Mn, S i N niska zawartość O₂ w płytkich wodach często jest wskaźnikiem zanieczyszczenia
Węgiel organiczny (TOC)	<ul style="list-style-type: none"> doliny rzeczne, pradoliny osady organiczne – mady, torfy, namuły, węgiel brunatny 	<ul style="list-style-type: none"> składowiska odpadów komunalnych cmentarze, mogilniki zwierząt rafinerie, rurociągi magazyny i stacje paliw drogi, lotniska, aglomeracje 	
Antymon (Sb)	<ul style="list-style-type: none"> złoża metali nieżelaznych Cu, Zn, Pb 	<ul style="list-style-type: none"> składowiska popiołów składowiska i hałdy węgla przemysł metalurgiczny przemysł gumowy przemysł tekstylny przemysł szklarski przemysł wydobywczy Cu, Zn, Pb 	<ul style="list-style-type: none"> podlega sorpcji przez substancję organiczną

Wskaźnik	Przyczyny występowania podwyższonych stężeń oraz potencjalne ogniska zanieczyszczeń		Efekty wzajemnego oddziaływania wskaźników – efekt buforowania badanych wskaźników w wodach podziemnych
	Geogeniczne	Antropogeniczne	
Arsen (As)	<ul style="list-style-type: none"> obecność minerałów arsenonośnych np. lokalnie we fliszu karpackim, w Sudetach 	<ul style="list-style-type: none"> przemysł metalurgiczny, paliwowo-energetyczny produkcja szkła, emalii, barwników, preparatów farmaceutycznych, środków konserwacji drewna spalanie węgla produkcja nawozów fosforowych zanieczyszczenia komunalne 	<ul style="list-style-type: none"> podlega sorbcji przez substancję organiczną oraz wodorotlenki żelaza i glinu możliwe znaczne stężenia w wodach siarczanowych o niskim pH $\approx 3,5$
Amonowy jon (NH ₄)	<ul style="list-style-type: none"> rozkład substancji organicznej 	<ul style="list-style-type: none"> nieszczelne szamba i instalacje kanalizacyjne niewłaściwie przechowywane odpady zwierzęce (obornik, gnojowica) wysypiska śmieci – komunalne i przemysłowe 	<ul style="list-style-type: none"> obecność bakterii nityfikacyjnych powoduje przejście NH₄ → N → NO₂ → NO₃ duże stężenie NH₄ przy nieobecności NO₃ i NO₂ świadczy o <u>świeżym zanieczyszczeniu ściekami</u>
Azotany (NO ₃)	<ul style="list-style-type: none"> rozkład substancji organicznej w jaskiniach i wodach jaskiniowych – ługowanie odchodów nietoperzy 	<ul style="list-style-type: none"> nieszczelne szamba i instalacje kanalizacyjne niewłaściwie przechowywane odpady zwierzęce (obornik, gnojowica) nawozy sztuczne i naturalne wysypiska śmieci 	<ul style="list-style-type: none"> dominują w płytkich wodach w strefie utleniającej podlega sorbcji przez tlenki żelaza i glinu dominacja NO₃ świadczy o <u>zanieczyszczeniu odległym w czasie</u>
Azotyny (NO ₂)		<ul style="list-style-type: none"> nieszczelne szamba i instalacje kanalizacyjne niewłaściwie przechowywane odpady zwierzęce (obornik, gnojowica) wysypiska śmieci 	<ul style="list-style-type: none"> dominacja NO₂ świadczy o <u>dość świeżym zanieczyszczeniu (faza przejściowa pomiędzy NH₄ a NO₃)</u>
Bor (B)	<ul style="list-style-type: none"> naturalny składnik wód mineralnych i termalnych wietrzenie i ługowanie minerałów skał magmowych ługowanie skał ewaporatowych występowanie złóż ropy naftowej 	<ul style="list-style-type: none"> składnik detergentów i wybielaczy – stąd potencjalnym ogniskiem zanieczyszczeń są ścieki i odpady komunalne składowiska popiołów i odpadów elektrowni 	<ul style="list-style-type: none"> łatwa migracja w wodach bogatych w jony Ca i Mg (zwiększenie rozpuszczalności)
Chlorki (Cl)	<ul style="list-style-type: none"> ascenzja głębszych wód zasolonych rozpuszczanie i ługowanie skał osadowych ingresja wód morskich wody opadowe w obszarach nadmorskich intensywne parowanie 	<ul style="list-style-type: none"> wody kopalniane (zwłaszcza kopalnie soli, węgla kamiennego, rudy miedzi) ścieki komunalne i przemysłowe (zakłady sodowe, zakłady produkujące żywność oraz środki czystości) wysypiska śmieci sól służąca do odmrażania powierzchni dróg nawozy sztuczne i naturalne 	<ul style="list-style-type: none"> wzrost zawartości Cl (0,5-100mg/l) wraz z głębokości w płytkich wodach małe stężenia Cl (ok. 1 mg/l)
Chrom (Cr)	<ul style="list-style-type: none"> ługowanie ultrasasadowych magmowych skał zawierających chromity i tytanomagnetyty w płytkich wodach, w obecności gleb glejowych 	<ul style="list-style-type: none"> odpady przemysłowe przemysł samochodowy i lotniczy przemysł metalurgiczny przemysł garbarski zakłady przetwórstwa rud chromu 	
Cyjanki wolne		<ul style="list-style-type: none"> ścieki przemysłowe z gazowni i koksowni przemysł metalurgiczny i galwanizernie przemysł chemiczny 	<ul style="list-style-type: none"> wzrost toksyczności cyjanków przy spadku pH tworzą trwałe kompleksy przy pH > 8 tworzy związki kompleksowe z Fe, Ni, Co, Cu, Zn
Fluorki (F)	<ul style="list-style-type: none"> ługowanie skał krystalicznych (pegmatyty, granity) oraz osadowych (skały fosforytośne i ilaste) wody gruntowe w gorącym klimacie 	<ul style="list-style-type: none"> emisje z fabryk nawozów fosforowych; nawozy fosforowe emisje z hut żelaza stosujących topniki fluoronośne emisje z cegielni, przemysłu 	<ul style="list-style-type: none"> w wodach kwaśnych łatwo tworzą związki kompleksowe z Fe, Al, Si, B stężenie fluoru ściśle zależne od zawartości jonów glównych → niska

Wskaźnik	Przyczyny występowania podwyższonych stężeń oraz potencjalne ogniska zanieczyszczeń		Efekty wzajemnego oddziaływania wskaźników – efekt buforowania badanych wskaźników w wodach podziemnych
	Geogeniczne	Antropogeniczne	
	<ul style="list-style-type: none"> •jako anomalia geogeniczna – np. lokalnie w Sudetach (Lądek Zdrój, Cieplice), w okolicach Gdańska, Tczewa („kreda gdańska”) 	<ul style="list-style-type: none"> szklarskiego •ługowanie z odpadów stałych – fosfogipsów, odpadów w zakładach przerabiających złom aluminiowy 	<ul style="list-style-type: none"> rozpuszczalność CaF₂ (fluoryt) •przy wysokim pH, łatwa migracja fluoru w wodach miękkich, alkalicznych bogatych w sól typu HCO₃-Na
Fosforany (jon ortofosforanowy) - PO ₄	<ul style="list-style-type: none"> •wietrzenie minerałów zawierających P (V), głównie apatyt 	<ul style="list-style-type: none"> •nieszczelne szamba i instalacje kanalizacyjne •ścieki komunalne i przemysłowe (produkcja środków piorących) •niewłaściwie przechowywane odpady zwierzęce (obornik) •nawozy sztuczne i naturalne •opryski (środki owadobójcze) 	<ul style="list-style-type: none"> •migracja w wodach podziemnych zależna od obecności Ca •przy pH>9 łatwo tworzą związki kompleksowe z Al i Fe •wzrost pH przyspiesza migrację fosforu, połączenia organiczne 3-6 x wyższa rozpuszczalność i zdolność migracji, w porównaniu z połączeniami mineralnym
Glin (Al)	<ul style="list-style-type: none"> •strefy występowania kwaśnych deszczy, gdzie brak jest skał z węglanem wapnia, czyli np. Sudety, Łysogóry •występowanie tzw. frakcji wymiennej – cząstki minerałów ilastych i substancji humusowej na której adsorbowane są jony Al 	<ul style="list-style-type: none"> •odcieki z hałd węgla kamiennego zawierających siarczki żelaza, których utlenianie może powodować obniżenie pH 	<ul style="list-style-type: none"> •stężenie glinu jest silnie zależne od pH – podwyższone stężenia obserwuje się przy niskim lub wysokim pH •tworzy trwałe rozpuszczalne kompleksy z fluorkami, siarczanami, fosforanami
Kadm (Cd)	<ul style="list-style-type: none"> •podwyższone stężenia wokół złóż rud, głównie cynku 	<ul style="list-style-type: none"> •emisje przemysłowe do atmosfery, spalanie paliw kopalnianych •ścieki przemysłu metalurgicznego, farbiarskiego i tworzyw sztucznych •kwaśne wody kopalniane •odcieki ze składowisk przemysłowych •nawozy fosforowe stosowane w rolnictwie •ługowanie tworzyw sztucznych użytych w konstrukcji otworu wiertniczego 	<ul style="list-style-type: none"> •niskie pH i warunki utleniające zwiększają migrację kadmu w wodach podziemnych •stężenie kadmu w wodach podziemnych zależne przede wszystkim od: rozpuszczalności minerałów kadmu •łatwo tworzy związki kompleksowe z węglanami, chlorkami, siarczanami i subst. org.
Magnez (Mg)	<ul style="list-style-type: none"> •wietrzenie minerałów skał krystalicznych (wietrzenie oliwinów, piroksenów, amfiboli, magnezytów i in.) •rozpuszczanie i ługowanie łatwo rozpuszczalnych chlorkowych i siarczanowych soli magnezu 	<ul style="list-style-type: none"> •odcieki z odpadów komunalnych 	<ul style="list-style-type: none"> •wzrost zawartości jonów Mg wraz ze wzrostem mineralizacji ogólnej •niskie stężenia jonów Mg charakterystyczne dla płytkich wód w utworach porowych •wzrost stężenia jonów Mg wraz ze wzrostem głębokości
Mangan (Mn)	<ul style="list-style-type: none"> •osady organiczne – mady, torfy, namuły, węgiel brunatny •leje depresji •doliny rzeczne, pradoliny •wietrzenie ługowanie skał magmowych •wietrzenie i ługowanie utworów lodowcowych – głównie glin zwałowych 		<ul style="list-style-type: none"> •wzrost stężenia Mn, ściśle powiązany występowaniem warunków utleniających i wzrostem pH
Miedź (Cu)	<ul style="list-style-type: none"> •złoża siarczkowe i rudy Cu •występowanie wód kwaśnych •procesy biologiczne i rozkład materii organicznej 	<ul style="list-style-type: none"> •przemysł farmaceutyczny •odpady przemysłu elektrotechnicznego •przemysł gumowy •przemysł farbiarski •nadmierne stosowanie środków ochrony roślin i nawozów 	<ul style="list-style-type: none"> •spadek pH powoduje wzrost stężenia jonów Cu •odczyn słabo kwaśny zwiększa rozpuszczalność soli Cu i przyspiesza migrację jonów Cu w wodach podziemnych
Nikiel (Ni)	<ul style="list-style-type: none"> •występowanie złóż metali nieżelaznych 	<ul style="list-style-type: none"> •ścieki kopalniane •ścieki przemysłu metalurgicznego, ceramicznego i szklarskiego 	<ul style="list-style-type: none"> •spadek pH (wody słabokwaśne i kwaśne) powoduje wzrost stężenia Ni i jego migracji

Wskaźnik	Przyczyny występowania podwyższonych stężeń oraz potencjalne ogniska zanieczyszczeń		Efekty wzajemnego oddziaływania wskaźników – efekt buforowania badanych wskaźników w wodach podziemnych
	Geogeniczne	Antropogeniczne	
		<ul style="list-style-type: none"> •ścieki komunalne i osady ściekowe •składowiska odpadów komunalnych •w aglomeracjach miejsko-przemysłowych – opad niklu z emisji przemysłowych (np. emisja ze spalania węgla i paliw płynnych) 	
Ołów (Pb)	<ul style="list-style-type: none"> •naturalne złoża rud ołowiu •ingresje wód zasolonych 	<ul style="list-style-type: none"> •przemysł górniczy •przemysł metalowy •produkcja barwników, benzyn •ścieki komunalne •przemysł farmaceutyczny •stosowanie środków ochrony roślin 	<ul style="list-style-type: none"> • sorbcja przez substancję organiczną, minerały ilaste oraz tlenki Fe i Mn (spadek stężenia Pb) •spadek pH powoduje wzrost stężenia Pb
Potas (K)	<ul style="list-style-type: none"> •ługowanie skał i minerałów zawierających potas – glinokrzemiany (skalenie potasowe), sylwin, sylwinit, karnalit, kainit, langbeinit i różne glinokrzemiany •występowanie złóż soli potasowych •rozkład substancji organicznej •ingresje wód słonych •opady i aerozole w strefie przybrzeżnej 	<ul style="list-style-type: none"> •nieszczelne szamba i instalacje kanalizacyjne •niewłaściwie przechowywane odpady zwierzęce (obornik, gnojowica) •nawozy sztuczne i naturalne, środki ochrony roślin •ścieki komunalne i przemysłowe •wody kopalniane 	<ul style="list-style-type: none"> •wzrost stężenia K wraz ze wzrostem mineralizacji ogólnej •wzrost stężenia K wraz z głębokością
Rtęć (Hg)	<ul style="list-style-type: none"> •występowanie złóż polimetalicznych •działalność mikroorganizmów w osadach organicznych (proces metylacji rtęci) 	<ul style="list-style-type: none"> •przemysł farmaceutyczny •przemysł metalurgiczny •przemysł chemiczny •przemysł celulozowo-papierniczy •przemysł farbiarski •przemysł elektrotechniczny •emisja gazów ze spalania paliw kopalnych 	<ul style="list-style-type: none"> •łatwo ulega sorbcji przez tlenki Fe i Mn
Selen (Se)	<ul style="list-style-type: none"> •występowanie złóż polimetalicznych •strefy siarczanowe - solanki 	<ul style="list-style-type: none"> •przemysł metalurgiczny •przemysł chemiczny (produkcja barwników) •przemysł fotoelektryczny •rolnictwo •ścieki komunalne •popioły węgla kamiennych 	<ul style="list-style-type: none"> • wzrost stężenia Se wraz ze wzrostem potencjału redox(Eh) (>200mV)
Siarczany (SO ₄)	<ul style="list-style-type: none"> • naturalny rozkład substancji organicznej (pradoliny) •ługowanie gipsu , anhydrytu i barytu •ingresje wód słonych 	<ul style="list-style-type: none"> •ścieki miejskie i przemysłowe (przemysł wydobywczy, chemiczny, energetyczny, hutnictwo) • wysypiska śmieci •kwaśne deszcze na obszarach przemysłowych •wody kopalniane 	<ul style="list-style-type: none"> • wzrost stężenia SO₄ wraz z głębokością • przy udziale bakterii - spadek stężenia SO₄ i wzrost stężenia H₂S - •brak SO₄ i obecność H₂S świadczy o warunkach redukcyjnych w wodach podziemnych
Sód (Na)	<ul style="list-style-type: none"> •ascenzja głębszych wód zasolonych •ingresja wód morskich •wody opadowe w obszarach nadmorskich •ługowanie złóż soli NaCl 	<ul style="list-style-type: none"> •wody kopalniane (zwłaszcza kopalnie soli, węgla kamiennego, rudy miedzi) •ścieki komunalne i przemysłowe (zakłady sodowe, zakłady produkujące żywność oraz środki czystości) •wysypiska śmieci •sól służąca do odmrażania powierzchni dróg •nawozy sztuczne i naturalne 	<ul style="list-style-type: none"> •wymiana jonowa z Ca $2Na^+ + Ca_{ads}^{2+} \leftrightarrow Ca^{2+} + 2Na^+_{ads}$ •występuje z jonami Cl⁻
Srebro (Ag)	<ul style="list-style-type: none"> •obszary srebro- i złotońośne 	<ul style="list-style-type: none"> •ścieki komunalne i przemysłowe 	<ul style="list-style-type: none"> •rozpuszczalność jonów srebra ściśle związana z anionami, z którymi tworzy sole •obecność jonów Cl⁻ w wodach

Wskaźnik	Przyczyny występowania podwyższonych stężeń oraz potencjalne ogniska zanieczyszczeń		Efekty wzajemnego oddziaływania wskaźników – efekt buforowania badanych wskaźników w wodach podziemnych
	Geogeniczne	Antropogeniczne	
			natychmiast powoduje wytrącanie chlorków srebra
Wapń (Ca)	<ul style="list-style-type: none"> obecność i wietrznie pospolitych skał osadowych: CaCO₃ (kalcyt), CaMg(CO₃)₂ (dolomit), CaSO₄•2H₂O (gips) 		<ul style="list-style-type: none"> wzrost CO₂ powoduje wzrost stężenia Ca (wzrost rozpuszczalności) w połączeniu z OH i HCO₃ występuje tylko w środowisku silnie zasadowym zjawisko albityzacji plagioklazów i desorpcja → zastępowanie Ca przez Na
Wodorowęglany (HCO ₃ ⁻)	<ul style="list-style-type: none"> ługowanie skał węglanowych i glin zwałowych pod wpływem rozpuszczonego CO₂ rozkład i obecność materii organicznej redukcja siarczanów przy udziale substancji organicznej (desulfaktacja) 		<ul style="list-style-type: none"> stężenie ściśle zależne od pH i równowaga węglanowa (dysocjacja kwasu węglowego H₂CO₃) dominujące i charakterystyczne jony dla wód płytkich poziomów wodonośnych wraz ze spadkiem głębokości, spadek stężenia HCO₃⁻ na korzyść SO₄²⁻, a głębiej na korzyść Cl⁻ obecność jonów Ca²⁺ prowadzi do wytrącania CaCO₃ obecność jonów Na⁺ umożliwia większe stężenia HCO₃⁻
Żelazo (Fe)	<ul style="list-style-type: none"> leje depresji doliny rzeczne, pradoliny osady organiczne – mady, torfy, namuły, węgiel brunatny strefy wietrzenia siarczków ługowanie i wymywanie skał i osadów bogatych w Fe 	<ul style="list-style-type: none"> odcieki górnicze eksploatacja siarczków 	<ul style="list-style-type: none"> wytrącanie wodorotlenków Fe(OH)₃ przy pH>4,5 wytrącanie wodorotlenków Fe(OH)₂ przy pH>5,5 pod wpływem substancji organicznej redukcja jonów żelazowych (Fe³⁺) do jonów żelazawych (Fe²⁺) pod wpływem O₂ przejście Fe²⁺ w Fe³⁺ (strącanie żelaza – proces odżelaziania)
Bar (Ba)	<ul style="list-style-type: none"> łądowe zasolenie wód gruntowych wietrzenie i ługowanie skał zawierających minerały baru (baryt, witeryt) wody beziarczanowe 	<ul style="list-style-type: none"> przemysł chemiczny (produkcja farb, emalii, szkła, cementu) przemysł metalurgiczny zanieczyszczenie otworów płuczką wiertniczą 	<ul style="list-style-type: none"> obniżona migracja wodna i obniżenie stężeń poprzez powszechną adsorpcję jonów Ba przez tlenki i wodorotlenki (głównie Fe i Mn)
Beryl (Be)	<ul style="list-style-type: none"> występowanie złóż polimetalicznych zawierających Be 	<ul style="list-style-type: none"> pyły przemysłowe odcieki przemysłowe odcieki z przemysłu energetyki jądrowej 	<ul style="list-style-type: none"> rozpuszczalne w wodzie są jedynie sole chlorkowe i azotanowe Be występowanie H₂S umożliwia wzrost stężenia Be wzrost pH zwiększa aktywność wiązań Be z O₂, OH⁻, F, Al
Cyna (Sn)		<ul style="list-style-type: none"> przemysł metalurgiczny przemysł chemiczny (produkcja farb, wyrobów gumowych i plastikowych) przemysł papierniczy 	
Cynk (Zn)	<ul style="list-style-type: none"> strefa utleniana złóż cynku 	<ul style="list-style-type: none"> ścieki komunalne ścieki przemysłowe np. poflotacyjne wykorzystanie rur ocynkowanych w konstrukcji otworu wiertniczego 	<ul style="list-style-type: none"> obniżenie pH powoduje spadek stężenia Zn (wytrącanie się wodorotlenków) obecność H₂S powoduje spadek stężenia Zn (strącanie ZnS) wysoka zdolność do tworzenia kompleksów z CO₃, Cl⁻, SO₄ oraz materią organiczną

Wskaźnik	Przyczyny występowania podwyższonych stężeń oraz potencjalne ogniska zanieczyszczeń		Efekty wzajemnego oddziaływania wskaźników – efekt buforowania badanych wskaźników w wodach podziemnych
	Geogeniczne	Antropogeniczne	
Kobalt (Co)	<ul style="list-style-type: none"> występowanie złóż polimetalicznych wody glejowe wody w strefie lądowego zasolenia wód 	<ul style="list-style-type: none"> ścieki komunalne przemysł metalurgiczny przemysł chemiczny (farbiarski) przemysł szklany 	
Molibden (Mo)	<ul style="list-style-type: none"> występowanie złóż polimetalicznych i siarczkowych rozkład substancji organicznej strefy lądowego zasolenia wód 	<ul style="list-style-type: none"> ścieki komunalne ścieki przemysłowe 	<ul style="list-style-type: none"> wzrost pH powoduje wzrost stężenia Mo w wodach podziemnych występuje tylko w przypadku braku występowania jonów Fe^{3+}, Mn^{2+}, Cu^{2+}, Pb^{2+} (inaczej tworzy sole trudno rozpuszczalne) wzrost stężenia Mo możliwy wraz ze wzrostem stężenia SO_4 spadek stężenia Mo wraz ze wzrostem stężenia HCO_3^-
Tal (Tl)	<ul style="list-style-type: none"> złoża siarczków Fe, Pb, Zn gleby na wapieniach, marglach, dolomitach 	<ul style="list-style-type: none"> huty metali (głównie Pb, Zn, Cu) przemysł cementowy elektrownie węglowe (głównie opalane węglem brunatnym) rafinerie ropy naftowej 	
Tytan - Ti	<ul style="list-style-type: none"> występowanie złóż polimetalicznych ługowanie skał krystalicznych 	<ul style="list-style-type: none"> przemysł metalurgiczny przemysł górniczy 	
Uran - U	<ul style="list-style-type: none"> wody termalne i minerały rozpuszczanie i ługowanie skał kwaśnych skał magmowych 	<ul style="list-style-type: none"> przemysł wydobywczy i składowanie rud U zakłady przeróbki i wzbogacania U spalanie węgla nadmierne stosowanie nawozów fosforowych 	<ul style="list-style-type: none"> wzrost stężenia U związany ze wzrostem potencjału redox (Eh)
Wanad - V	<ul style="list-style-type: none"> występowanie złóż kruszcowych, fosforytów, boksytów oraz osadowych rud Fe w złożach węgla kamiennego, ropy naftowej występowanie materii organicznej w torfach 	<ul style="list-style-type: none"> ścieki przemysłowe pyły ze spalania 	<ul style="list-style-type: none"> wraz ze wzrostem pH, możliwy wzrost stężenia V w wodach o odczynie kwaśnym V^{5+} podlega wytrąceniu po zredukowaniu do V^{3+}

Zestawienie najczęściej rejestrowanych pakietów wskaźników jakości wód podziemnych o podwyższonych stężeniach, przykładowe przyczyny ich występowania

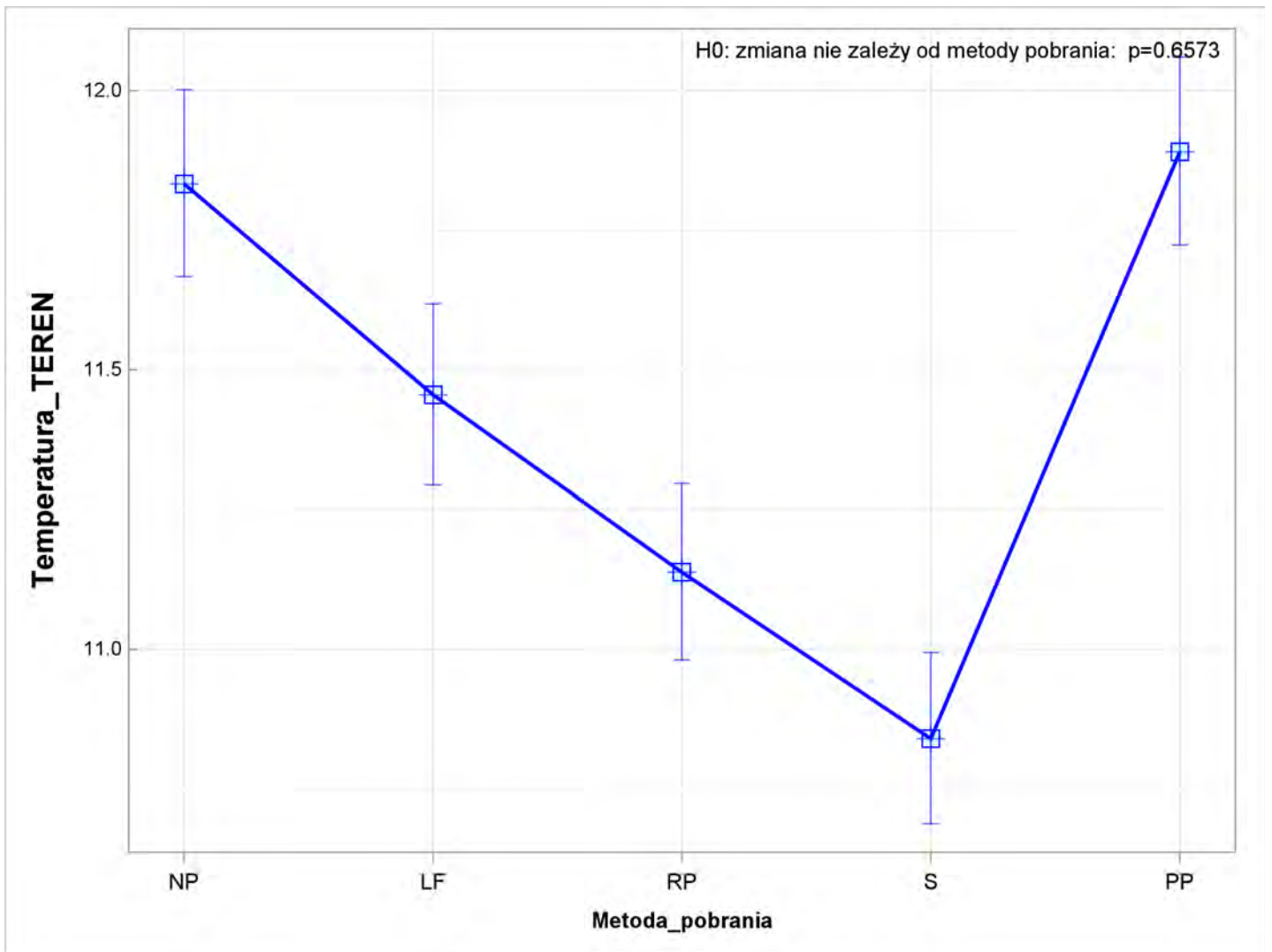
Zestaw wskaźników	Potencjalne ogniska zanieczyszczeń
NO ₃ , PO ₄ , K	<ul style="list-style-type: none"> nieszczelne szamba i instalacje kanalizacyjne niewłaściwie przechowywane odpady zwierzęce (obornik, gnojowica) intensywne użycie nawozów sztucznych i naturalnych – obszary rolnicze, sady, etc.
PO ₄ , SO ₄ , K	<ul style="list-style-type: none"> nieszczelne szamba i instalacje kanalizacyjne rolnictwo
niskie pH oraz któryś z metali, np. Ni, Zn, Pb, Al, Sb	<ul style="list-style-type: none"> górnictwo, złoża rud metali tereny przemysłowe (np. hałdy, zakłady metalurgiczne)
podwyższona PEW oraz B, Cl, Na, F	<ul style="list-style-type: none"> ascenzja wód mineralnych (strefa mieszania się wód słodkich i mineralnych)
bardzo wysoka PEW, liczne wskaźniki, jak np. TOC, NH ₄ , Ba, B, Cl, F, PO ₄ , K, Na, HCO ₃	<ul style="list-style-type: none"> wody mineralne
TOC, Ca, Mg, Na, K, Cl	<ul style="list-style-type: none"> wysypisko śmieci
TOC, NH ₄	<ul style="list-style-type: none"> obecność osadów organicznych (torfy, namuły, węgiel brunatny w sąsiedztwie lub w nadkładzie warstwy wodonośnej)
Fe, Mn	<ul style="list-style-type: none"> typowe wskaźniki geogeniczne, które mogą pochodzić z utleniania produktów rozkładu związków organicznych (tarasy zalewowe, pradoliny, leje depresji, mokradła)

Analizy i obliczenia statystyczne (wydruk z programu SAS/Stat v 15.2)

----- Metoda_pobrania -----

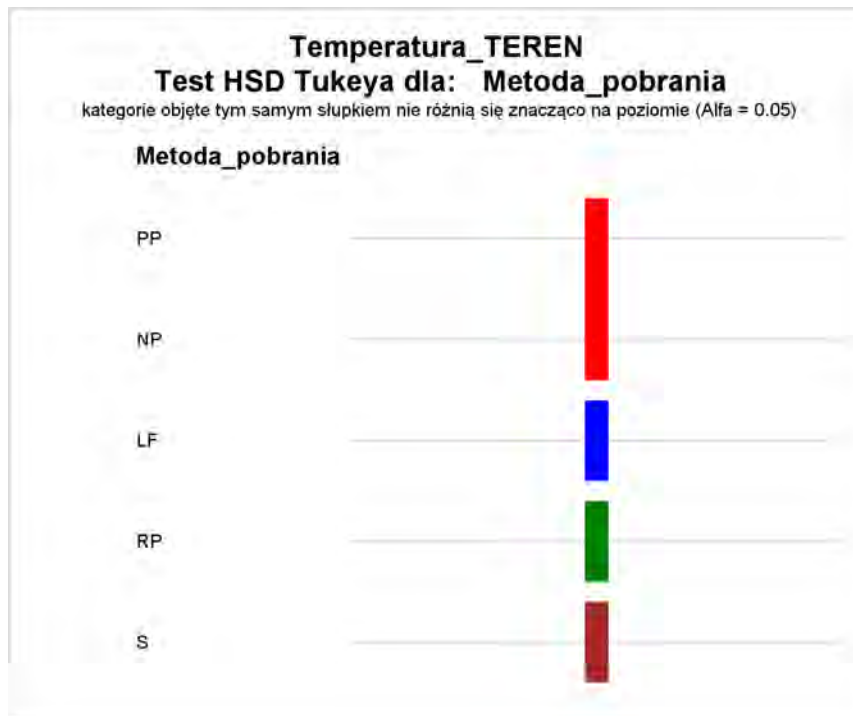
Simple statistics -----Temperatura_TEREN-----										
Metoda_pobrania	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	11.83377	0.08516	11.66709	12.00282	4.98556	11.86042	0.14439	11.57741	12.14342	8.43453
LF	11.45492	0.08246	11.29352	11.61863	4.98739	11.52500	0.23671	11.06104	11.98896	14.22987
RP	11.13761	0.08014	10.98075	11.29671	4.98529	11.16250	0.12532	10.91687	11.40813	7.77840
S	10.83925	0.07800	10.68659	10.99409	4.98528	10.86667	0.12859	10.61462	11.11871	8.19876
PP	11.89113	0.08557	11.72365	12.06101	4.98553	11.90833	0.12076	11.67165	12.14501	7.02548

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

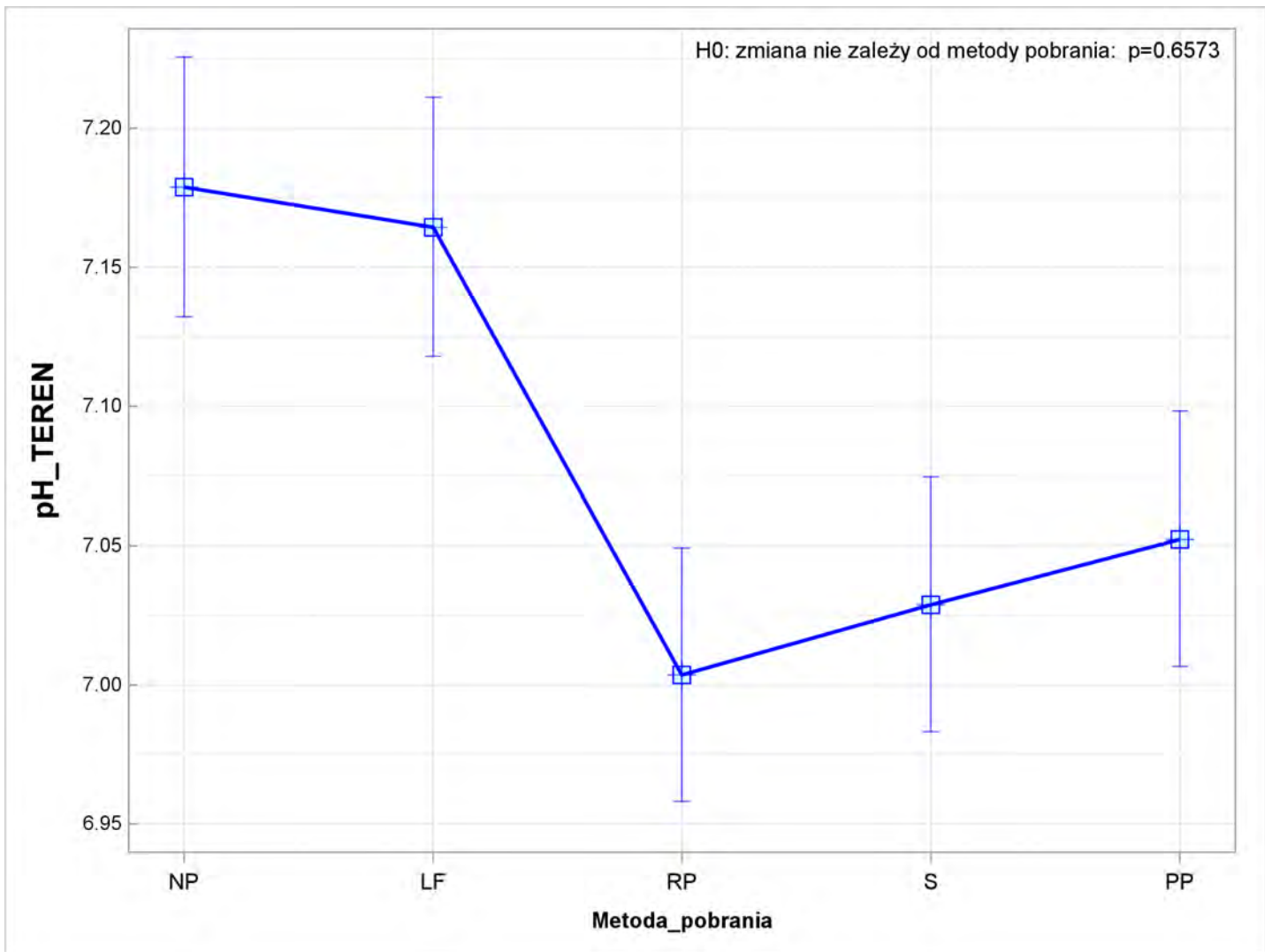
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

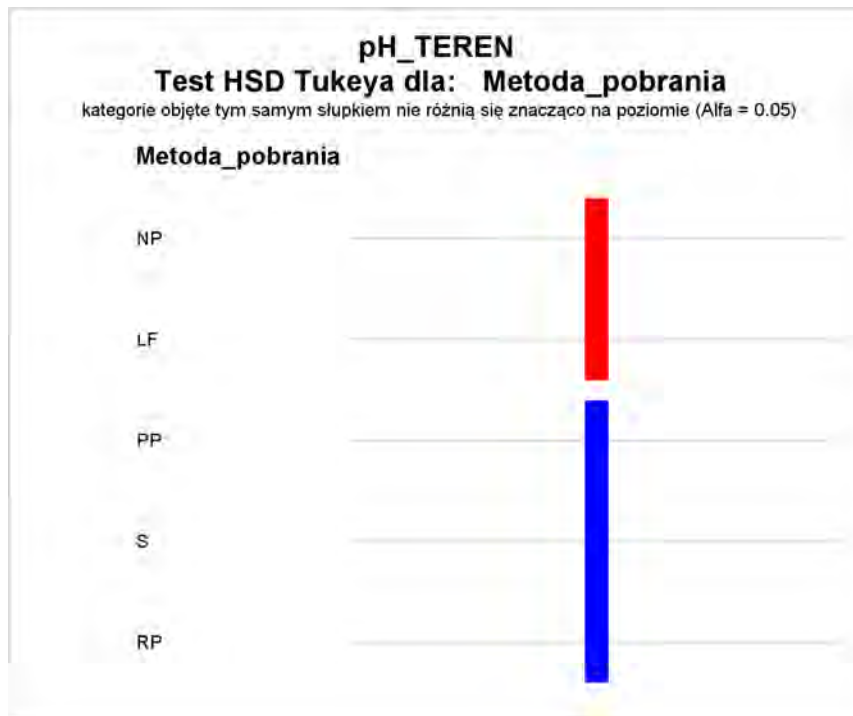
Simple statistics -----pH_TEREN-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	7.17881	0.02369	7.13226	7.22565	2.28604	7.19833	0.08016	7.04122	7.35545	7.71520
LF	7.16447	0.02364	7.11802	7.21122	2.28610	7.18854	0.08941	7.01330	7.36378	8.61696
RP	7.00351	0.02311	6.95811	7.04921	2.28597	7.02152	0.07263	6.87917	7.16387	7.16611
S	7.02873	0.02319	6.98317	7.07460	2.28599	7.04500	0.06995	6.90789	7.18211	6.87934
PP	7.05229	0.02327	7.00657	7.09831	2.28597	7.06500	0.06268	6.94214	7.18786	6.14680

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

The PLM Procedure

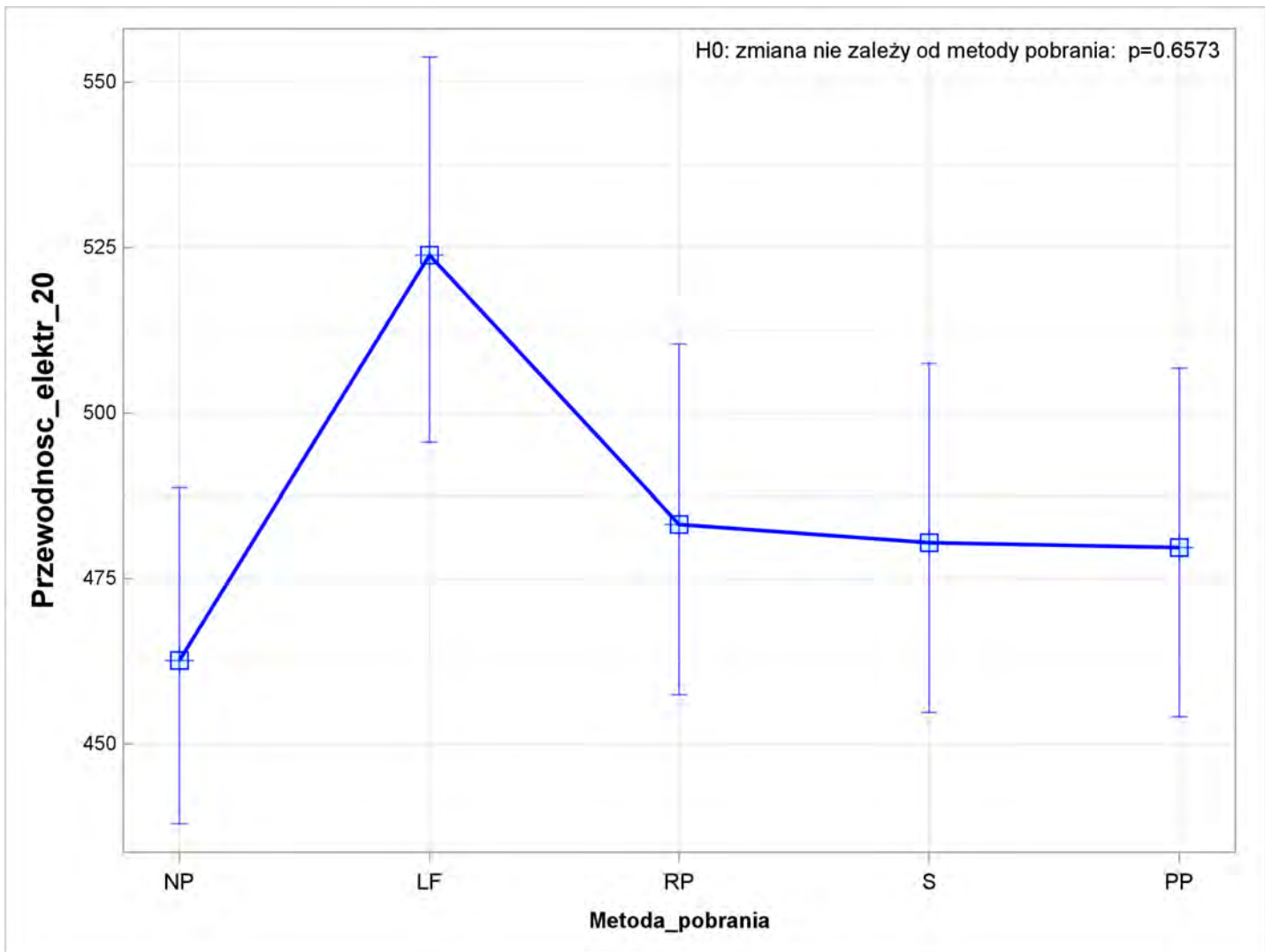


----- Metoda_pobrania -----

Simple statistics
-----Przewodnosc_elektr_20-----

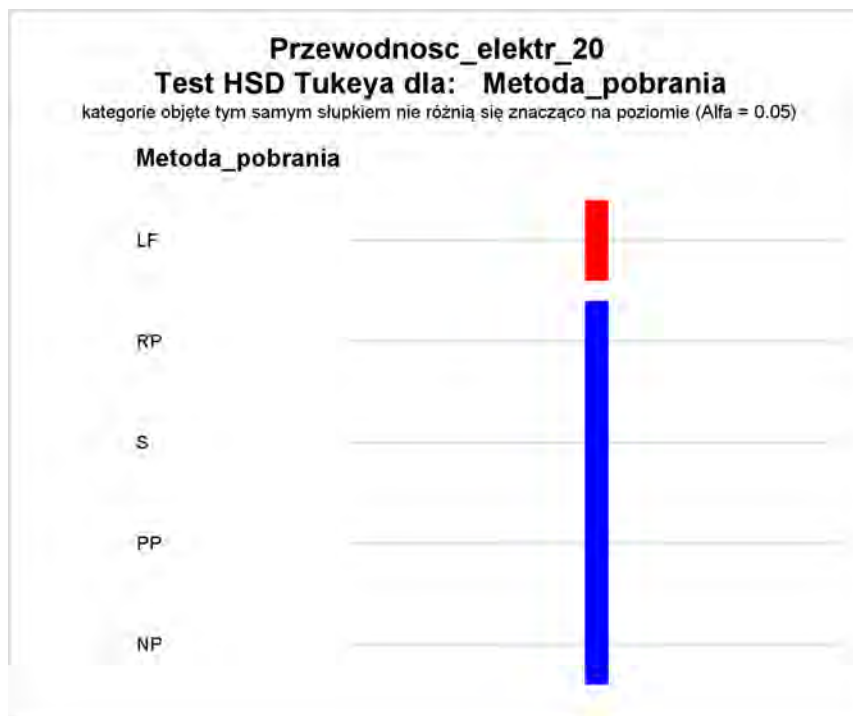
Metoda_pobrania	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	462.63384	12.88149	437.92589	488.73581	19.29076	479.35417	21.51065	437.19330	521.51503	31.08977
LF	523.88254	14.76591	495.56953	553.81313	19.52752	556.43750	66.42680	426.24096	686.63404	82.70801
RP	483.20182	13.44265	457.41692	510.44024	19.27422	503.22917	23.10014	457.95290	548.50544	31.80309
S	480.45053	13.36535	454.81385	507.53228	19.27313	499.18750	22.08261	455.90559	542.46941	30.64836
PP	479.69130	13.34350	454.09651	506.72872	19.27207	498.83333	22.10315	455.51117	542.15550	30.69865

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

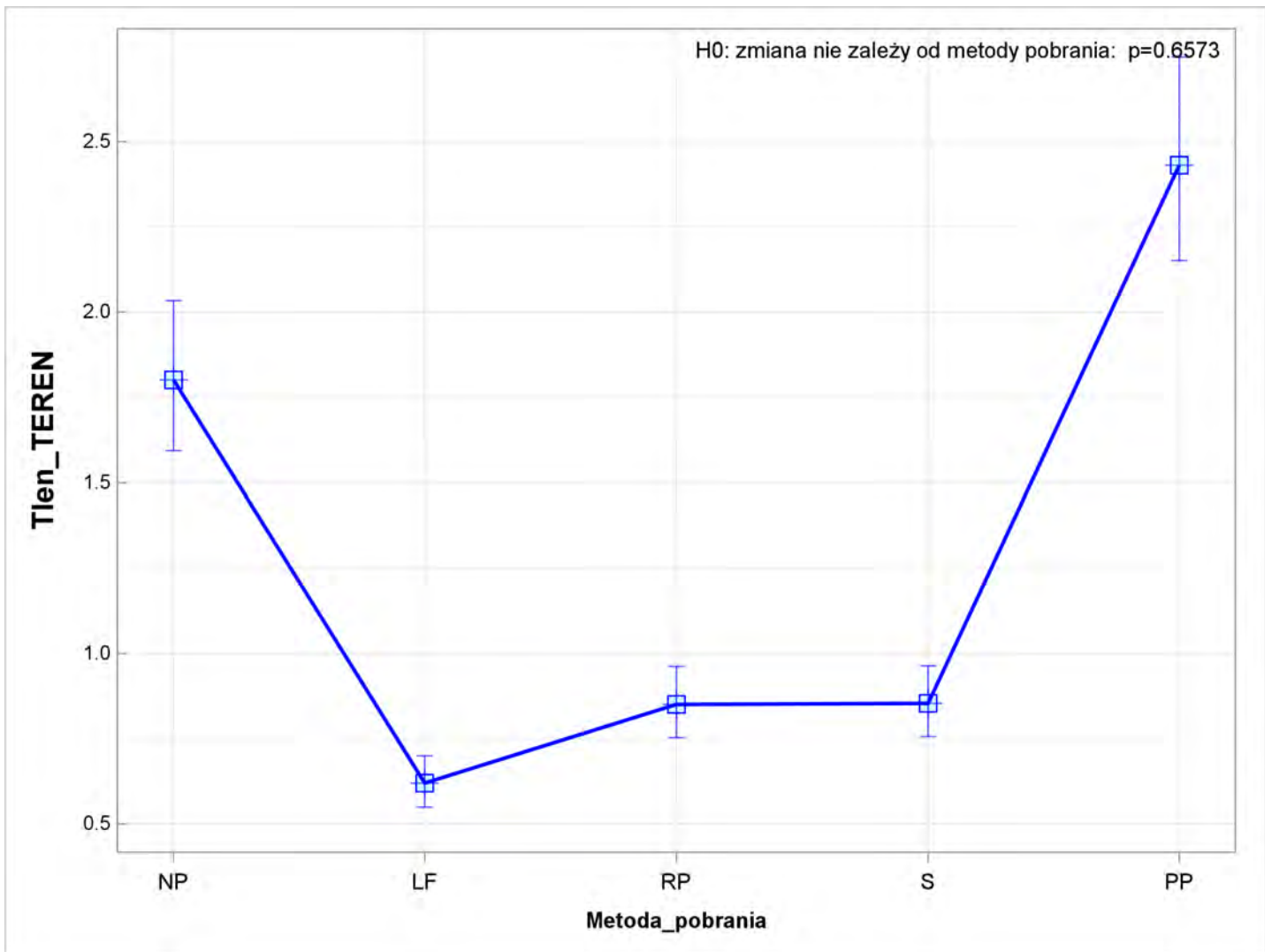
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

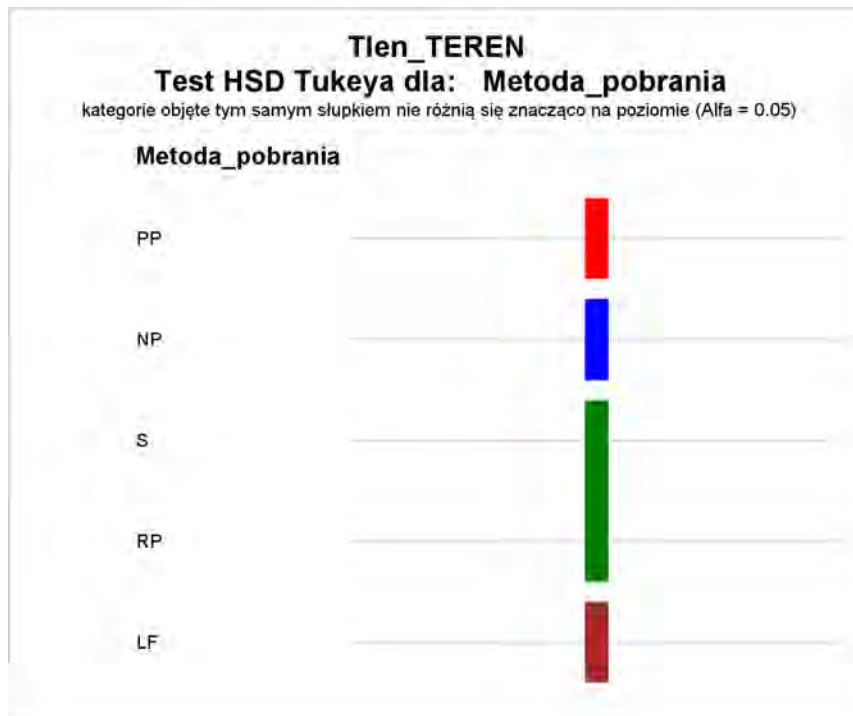
Simple statistics -----Tlen_TEREN-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	1.80053	0.11142	1.59377	2.03411	42.87191	2.19979	0.28326	1.64460	2.75498	89.21196
LF	0.61963	0.03815	0.54882	0.69957	42.65218	0.89271	0.16231	0.57458	1.21084	125.96864
RP	0.85118	0.05290	0.75304	0.96211	43.05650	1.35917	0.24656	0.87592	1.84242	125.67933
S	0.85374	0.05271	0.75591	0.96422	42.77193	1.38492	0.24317	0.90830	1.86154	121.65072
PP	2.43120	0.15126	2.15059	2.74842	43.10504	2.48958	0.20100	2.09561	2.88355	55.93709

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

The PLM Procedure

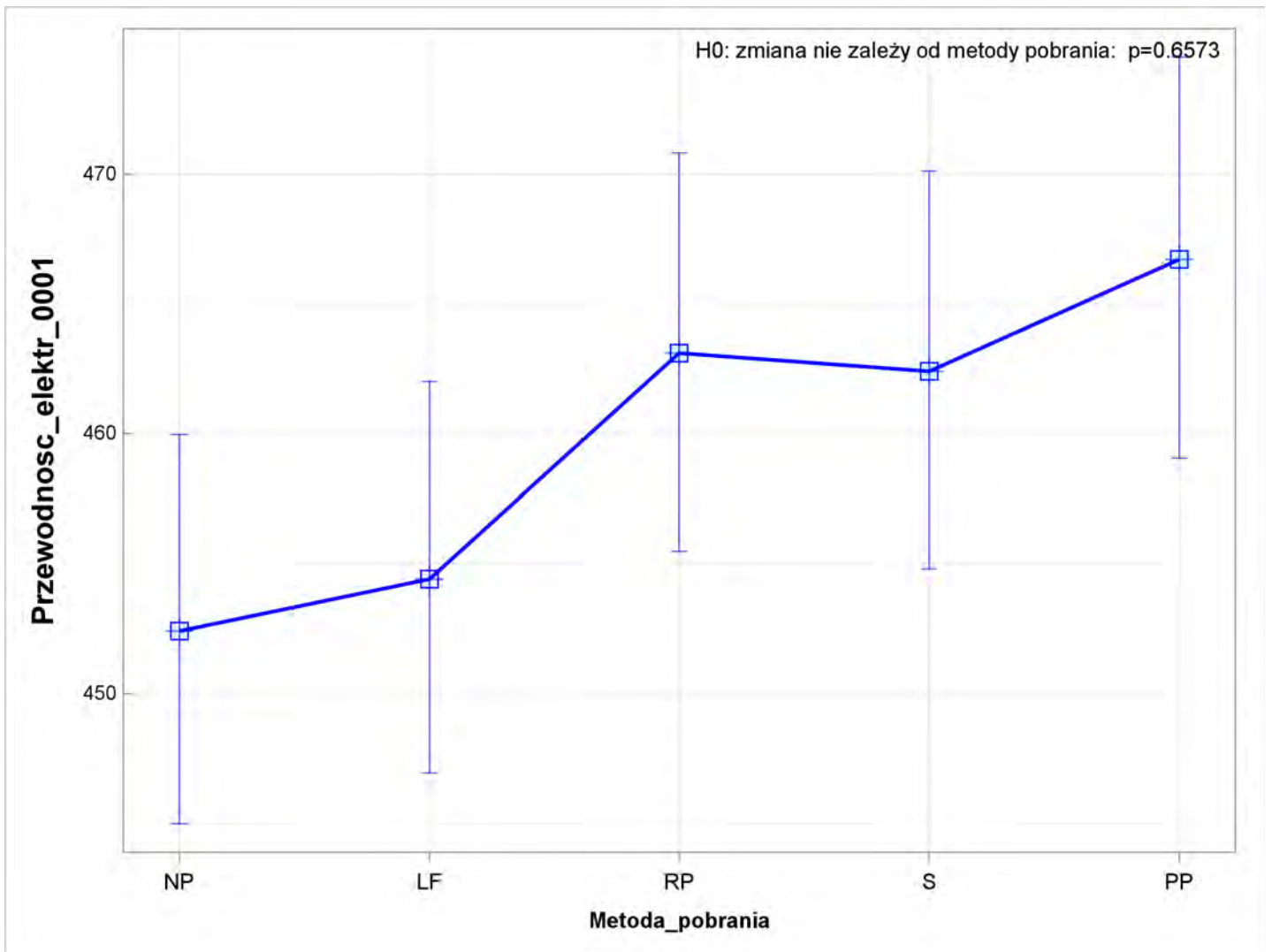


----- Metoda_pobrania -----

Simple statistics
-----Przewodnosc_elektr_0001-----

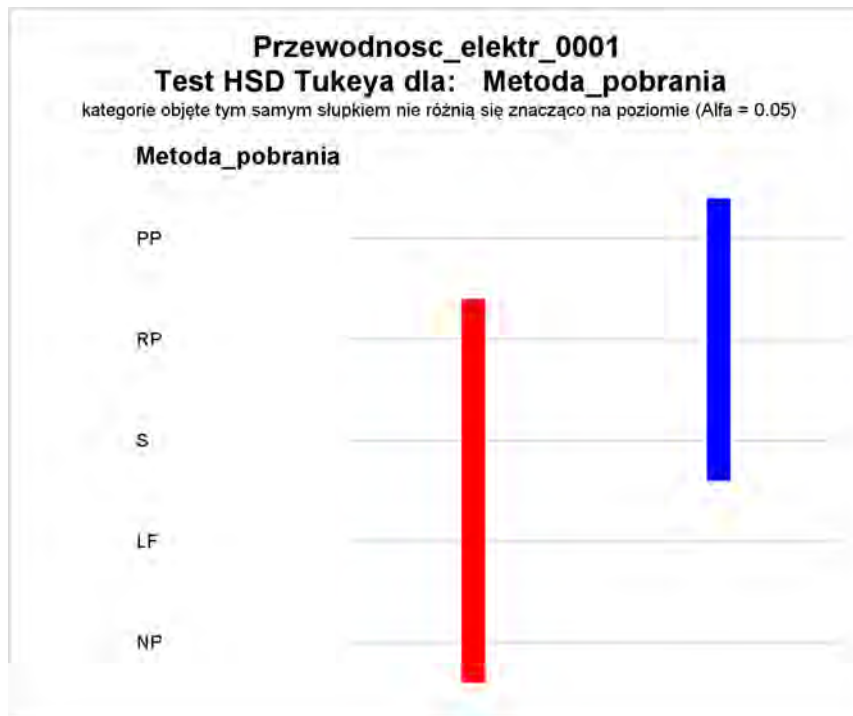
Metoda_pobrania	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	452.40844	3.80297	444.97373	459.96738	5.82389	469.81250	19.24761	432.08719	507.53781	28.38395
LF	454.40994	3.81834	446.94515	461.99940	5.82167	475.37500	20.93524	434.34193	516.40807	30.51141
RP	463.09354	3.89155	455.48563	470.82852	5.82203	485.64583	22.65783	441.23649	530.05518	32.32356
S	462.39003	3.88572	454.79352	470.11343	5.82216	485.81250	22.97352	440.78441	530.84059	32.76268
PP	466.71894	3.92224	459.05105	474.51492	5.82236	489.62500	22.51191	445.50166	533.74834	31.85439

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

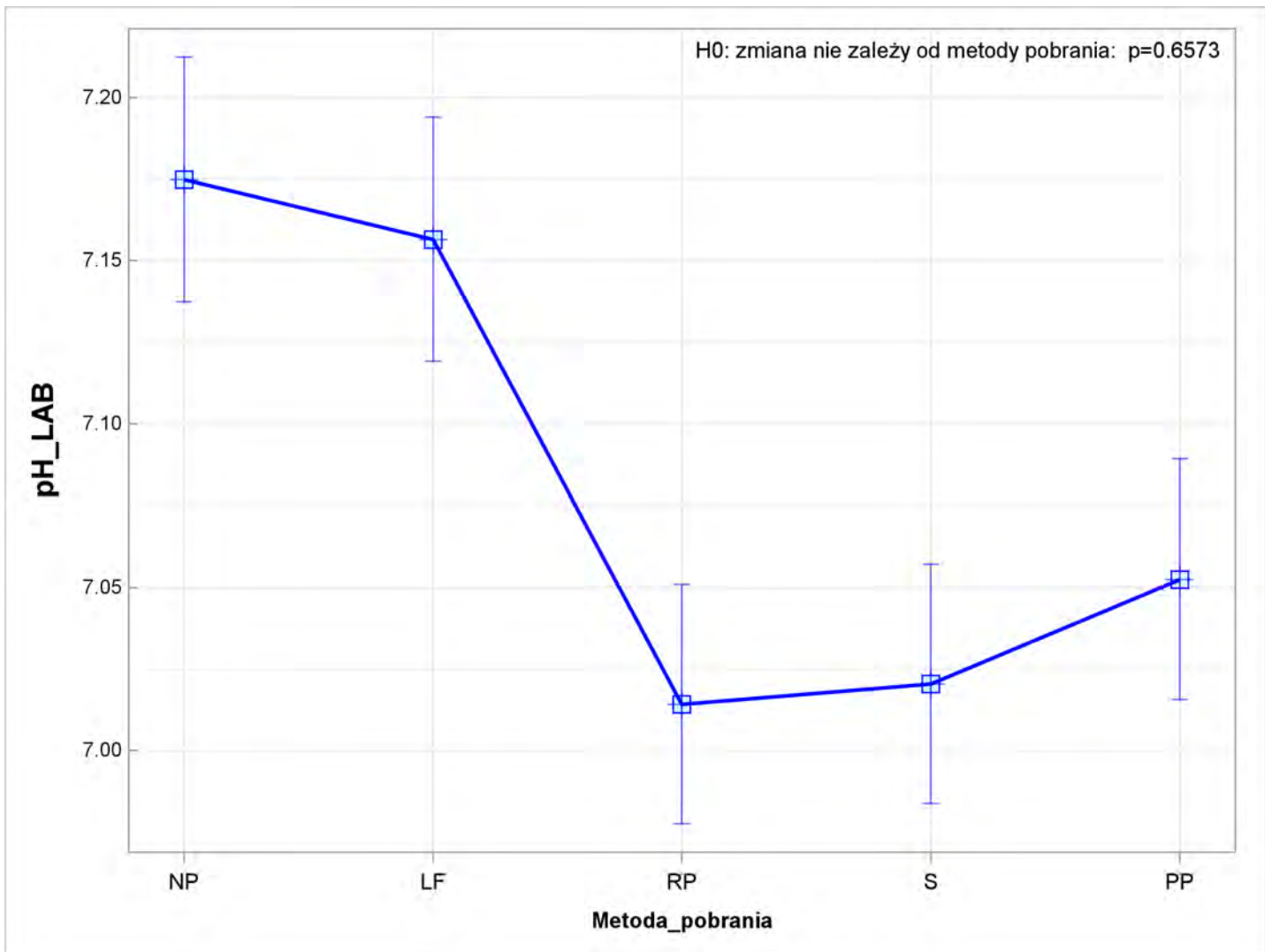
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

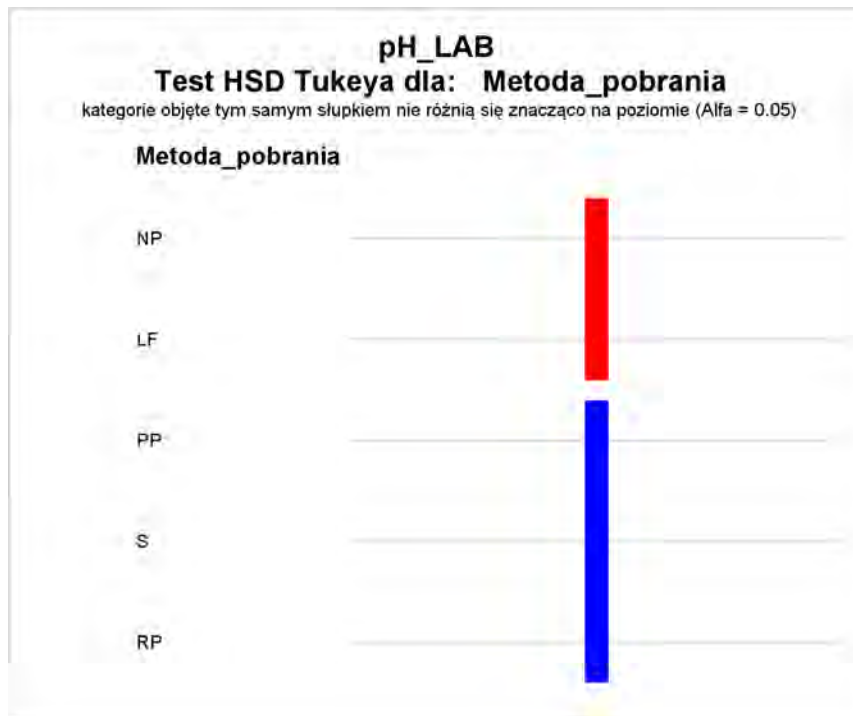
Simple statistics -----pH_LAB-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	7.17485	0.01902	7.13745	7.21244	1.83657	7.18875	0.06860	7.05429	7.32321	6.61158
LF	7.15655	0.01897	7.11925	7.19404	1.83656	7.17479	0.07607	7.02569	7.32389	7.34565
RP	7.01413	0.01859	6.97758	7.05088	1.83651	7.02979	0.06785	6.89681	7.16277	6.68660
S	7.02036	0.01861	6.98377	7.05714	1.83652	7.03667	0.06927	6.90089	7.17244	6.82068
PP	7.05246	0.01869	7.01571	7.08941	1.83652	7.06646	0.06528	6.93850	7.19441	6.40061

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

The PLM Procedure

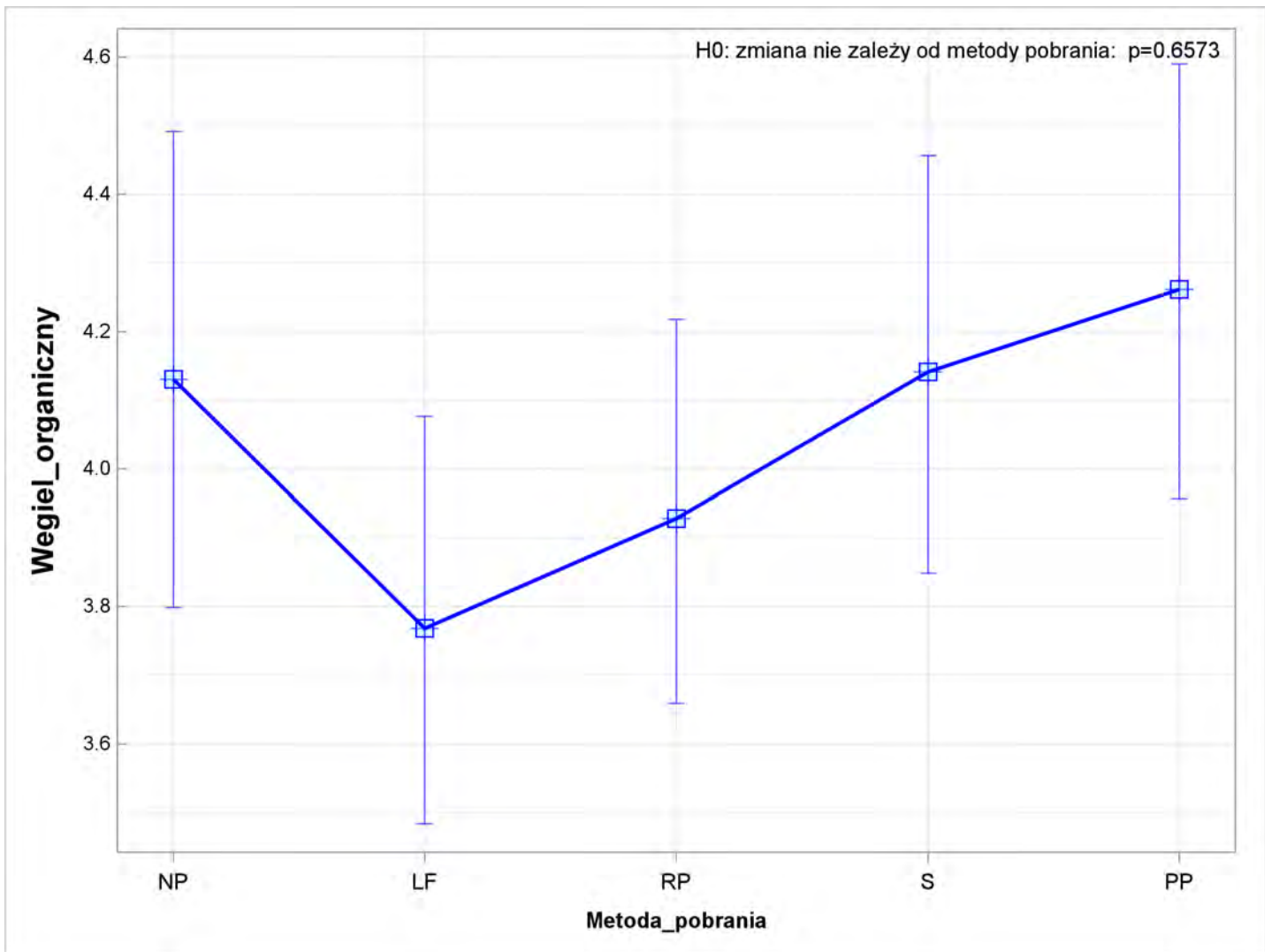


----- Metoda_pobrania -----

Simple statistics
-----Wegiel_organiczny-----

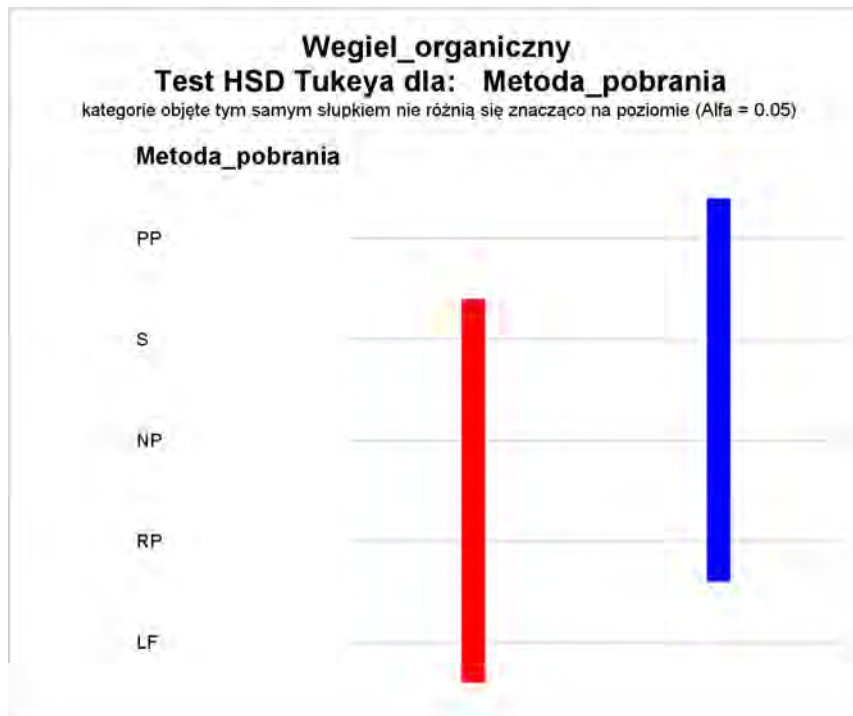
Metoda_pobrania	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	4.13037	0.17480	3.79859	4.49114	21.57916	13.74615	3.39829	7.08550	20.40681	126.05687
LF	3.76812	0.14969	3.48327	4.07627	21.02107	13.31429	3.55366	6.34911	20.27946	141.23334
RP	3.92831	0.14120	3.65863	4.21788	20.64818	11.80303	2.98307	5.95621	17.64985	145.18668
S	4.14125	0.15349	3.84841	4.45636	21.29132	11.34848	2.70803	6.04074	16.65623	137.07973
PP	4.26170	0.15964	3.95725	4.58957	21.18987	12.16563	2.97687	6.33097	18.00028	138.42028

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

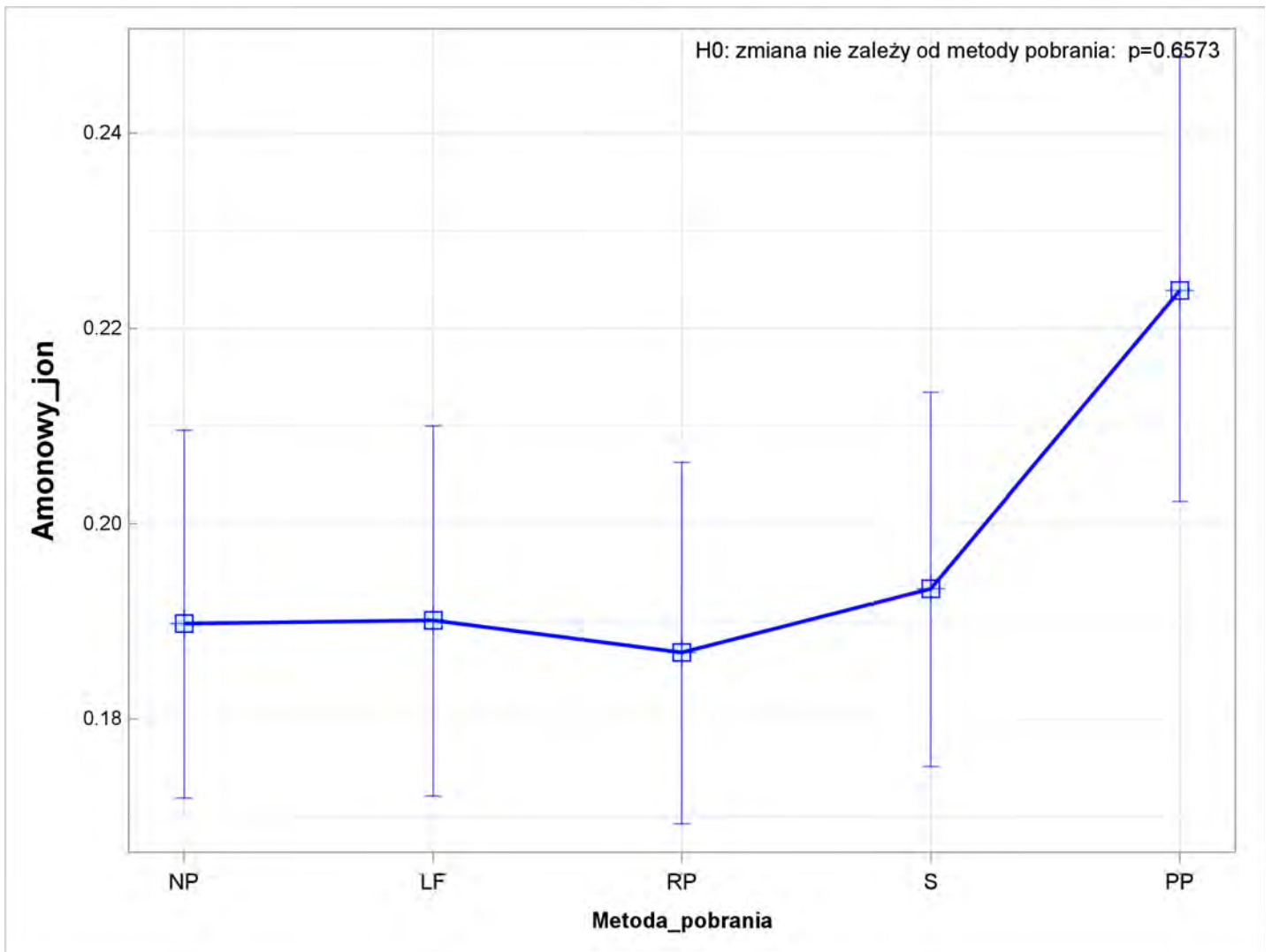
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

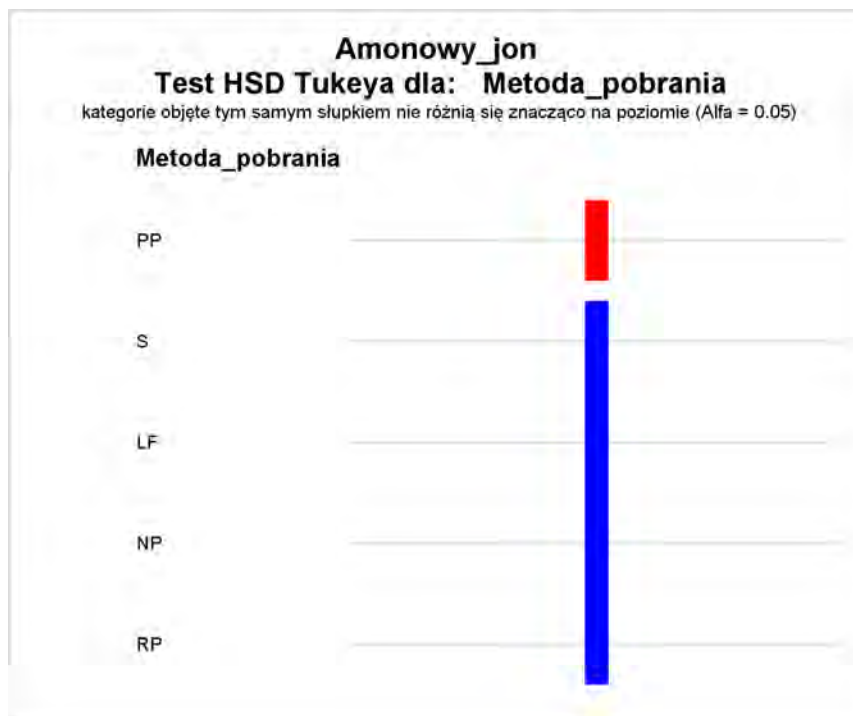
Simple statistics -----Amonowy_jon-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	0.18976	0.00954	0.17186	0.20953	34.82491	1.35427	0.55605	0.26442	2.44412	284.46278
LF	0.19011	0.00960	0.17209	0.21001	34.99149	1.23979	0.51248	0.23532	2.24426	286.38656
RP	0.18684	0.00938	0.16924	0.20628	34.78461	1.25417	0.49141	0.29099	2.21734	271.46494
S	0.19334	0.00971	0.17512	0.21346	34.78989	1.29125	0.49669	0.31774	2.26476	266.49899
PP	0.22390	0.01153	0.20229	0.24783	35.67904	1.44979	0.54690	0.37786	2.52173	261.35265

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

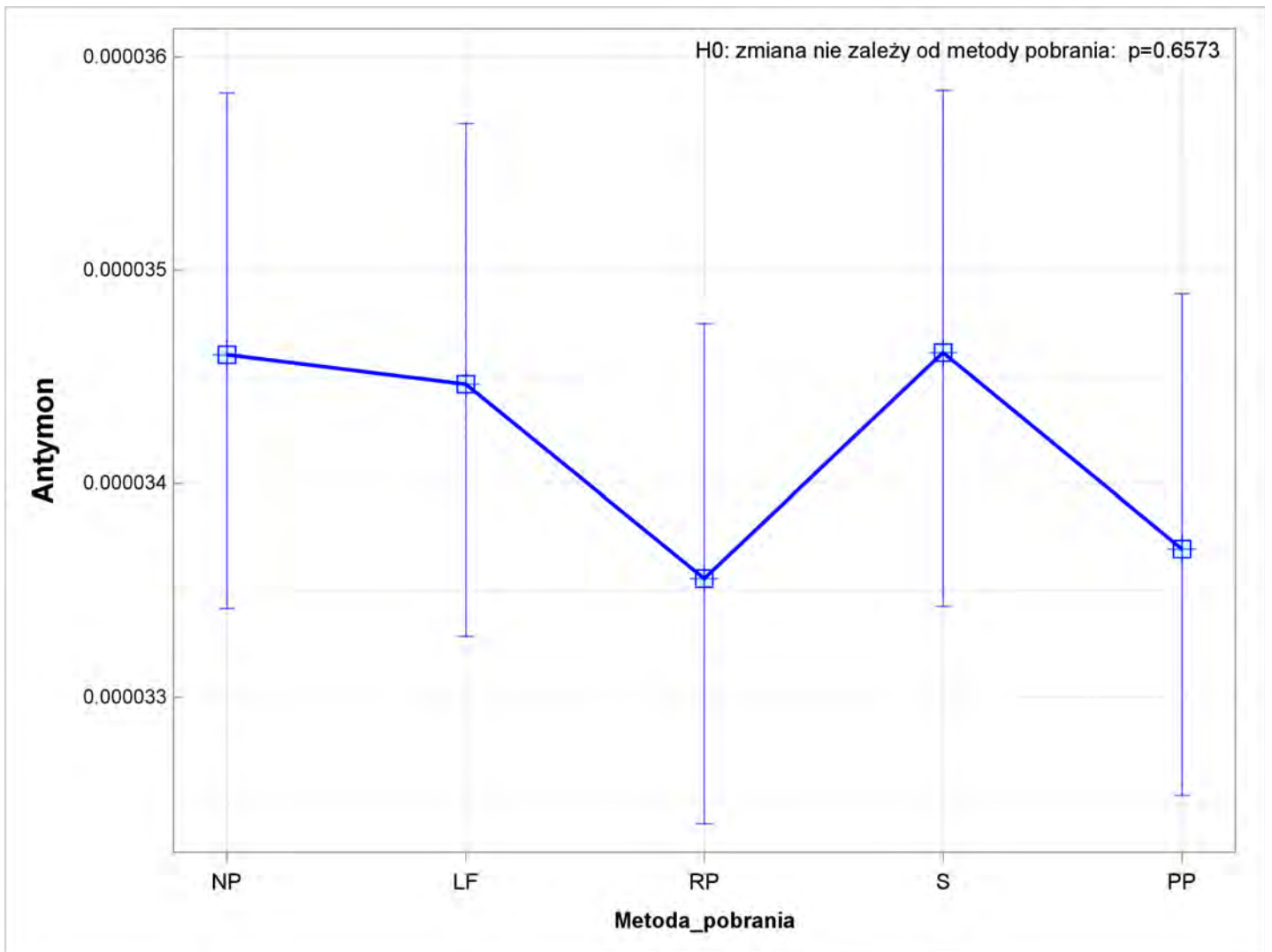
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

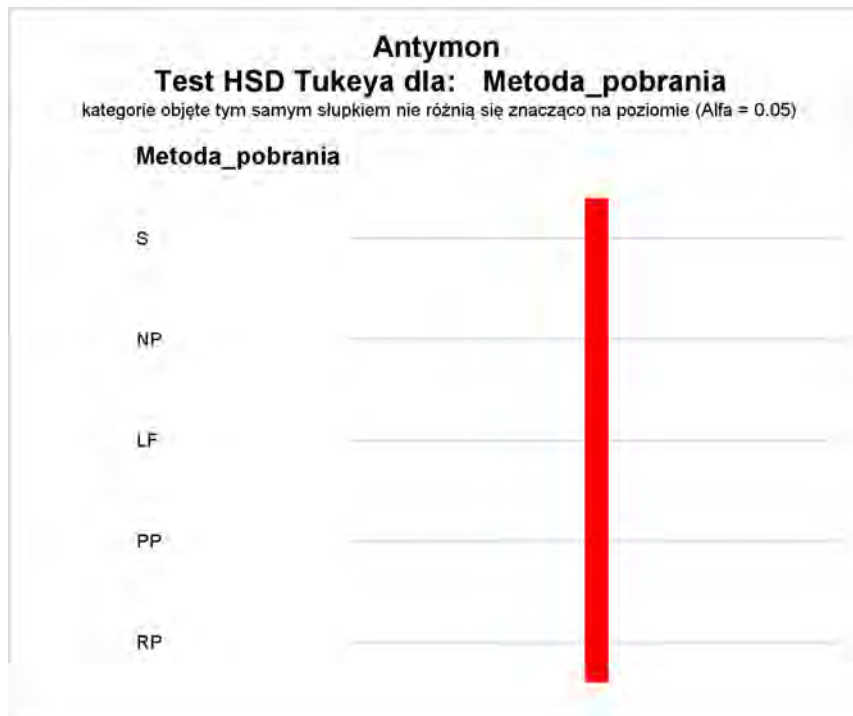
Simple statistics -----Antymon-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	0.00003	0.00000	0.00003	0.00004	12.26573	0.00006	0.00001	0.00003	0.00008	147.77755
LF	0.00003	0.00000	0.00003	0.00004	12.26057	0.00006	0.00001	0.00003	0.00008	153.79073
RP	0.00003	0.00000	0.00003	0.00003	12.26645	0.00005	0.00001	0.00003	0.00007	144.96633
S	0.00003	0.00000	0.00003	0.00004	12.26840	0.00005	0.00001	0.00003	0.00007	140.97932
PP	0.00003	0.00000	0.00003	0.00003	12.26319	0.00005	0.00001	0.00003	0.00006	122.92547

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

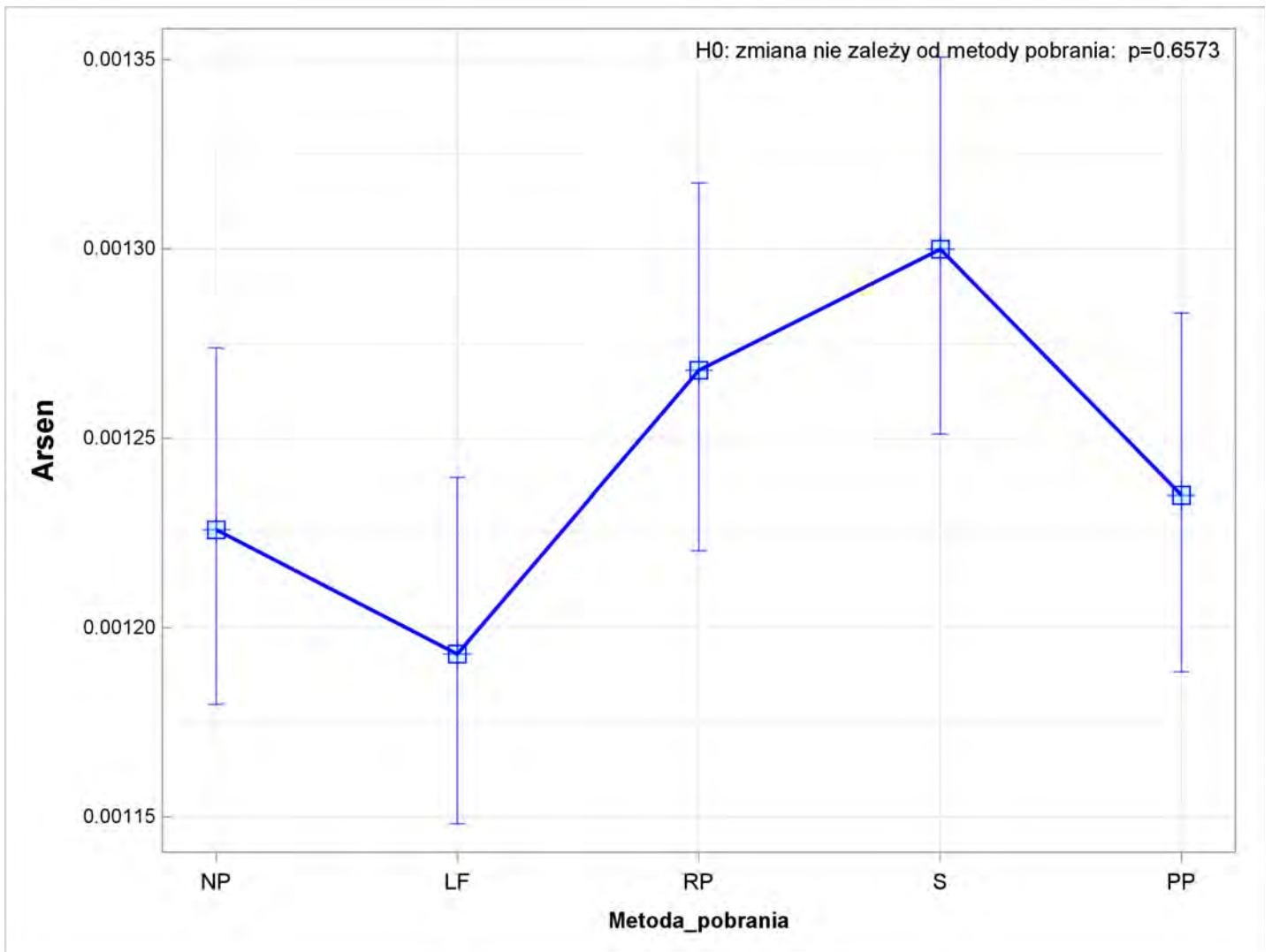
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

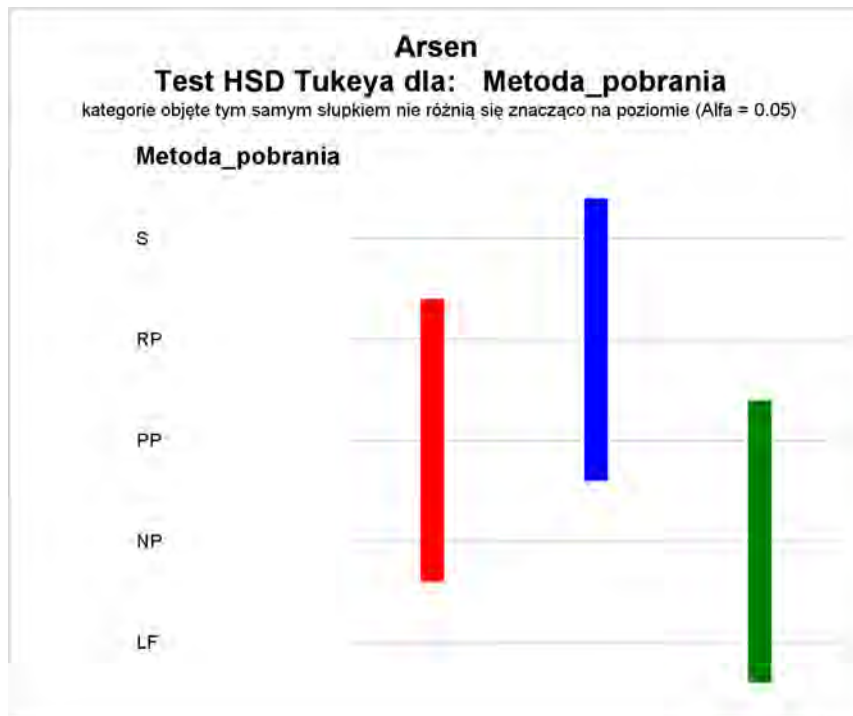
Simple statistics -----Arsen-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	0.00123	0.00002	0.00118	0.00127	13.47444	0.00158	0.00030	0.00100	0.00217	130.17617
LF	0.00119	0.00002	0.00115	0.00124	13.46664	0.00152	0.00029	0.00095	0.00210	133.58171
RP	0.00127	0.00002	0.00122	0.00132	13.46529	0.00169	0.00035	0.00100	0.00237	143.68372
S	0.00130	0.00003	0.00125	0.00135	13.46188	0.00175	0.00035	0.00106	0.00244	139.72245
PP	0.00123	0.00002	0.00119	0.00128	13.47072	0.00158	0.00030	0.00100	0.00216	129.52256

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

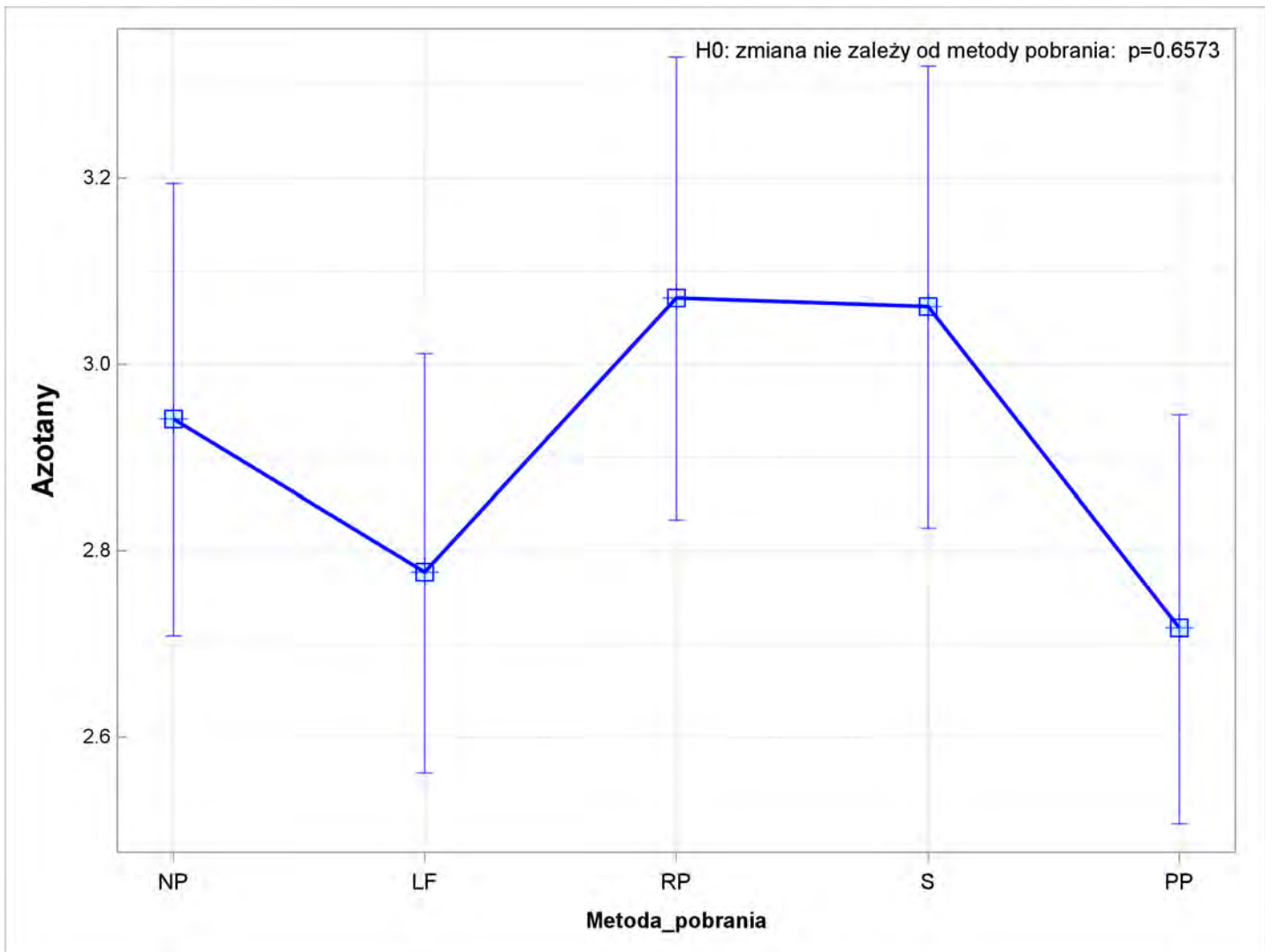
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

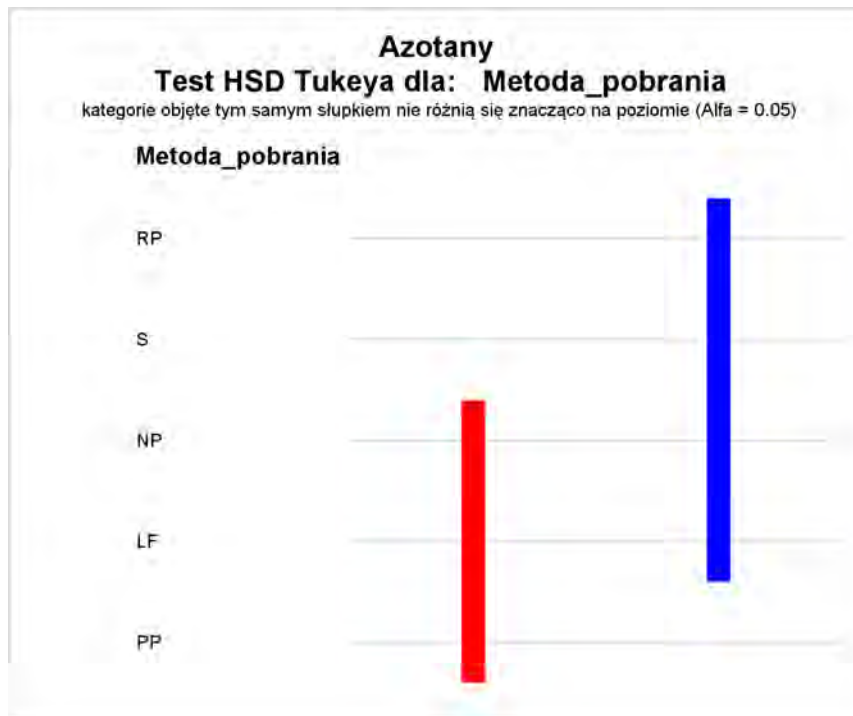
Simple statistics -----Azotany-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	2.94119	0.12297	2.70851	3.19385	28.96621	10.95937	2.87158	5.33107	16.58768	181.53331
LF	2.77727	0.11386	2.56166	3.01103	28.40386	11.44833	2.99315	5.58177	17.31490	181.13663
RP	3.07122	0.12594	2.83274	3.32978	28.40956	15.00708	3.70978	7.73591	22.27826	171.26670
S	3.06192	0.12558	2.82412	3.31975	28.41526	14.96500	3.69455	7.72369	22.20631	171.04292
PP	2.71757	0.11125	2.50690	2.94596	28.36149	12.60000	3.31352	6.10551	19.09449	182.19614

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

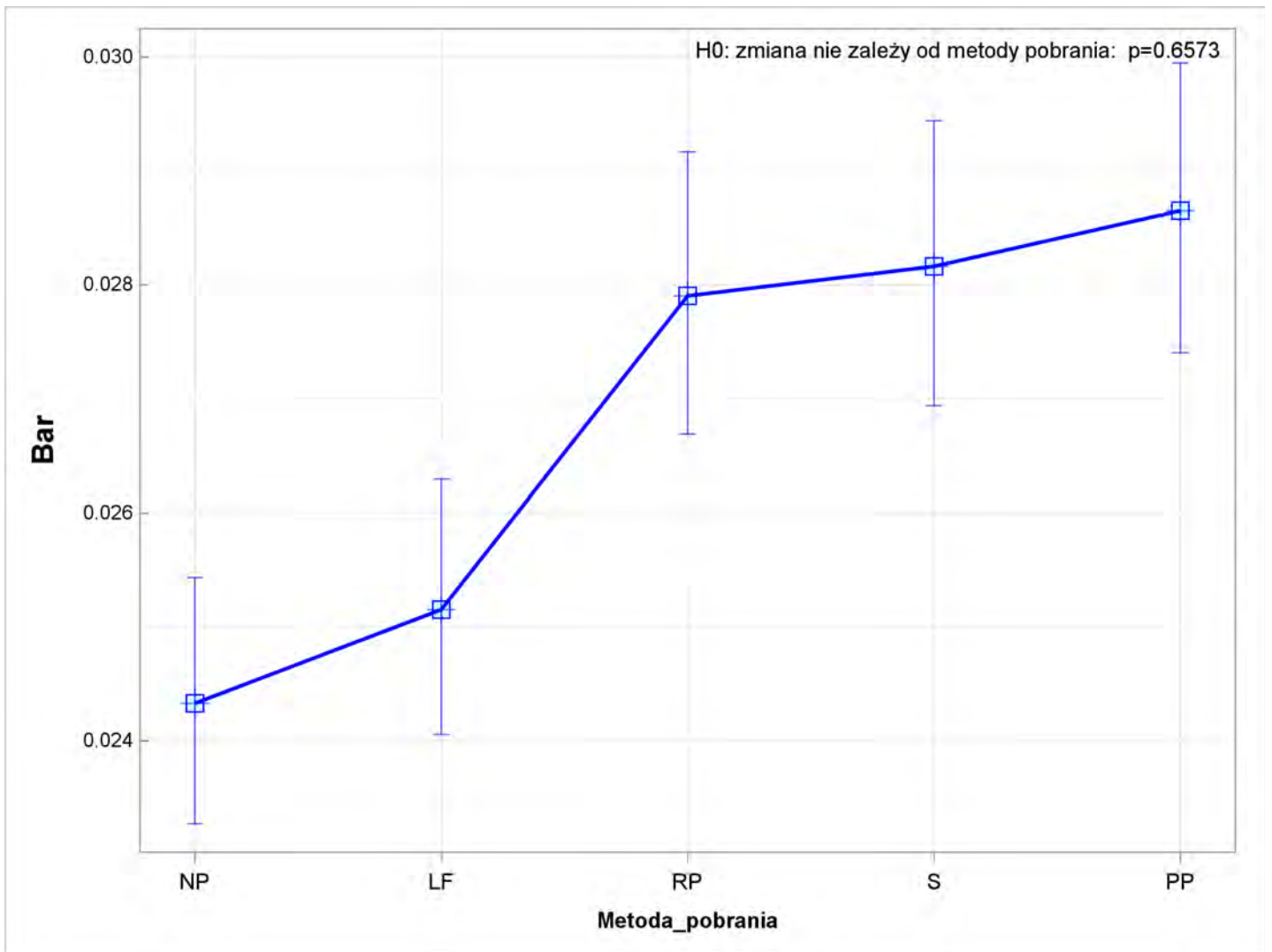
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

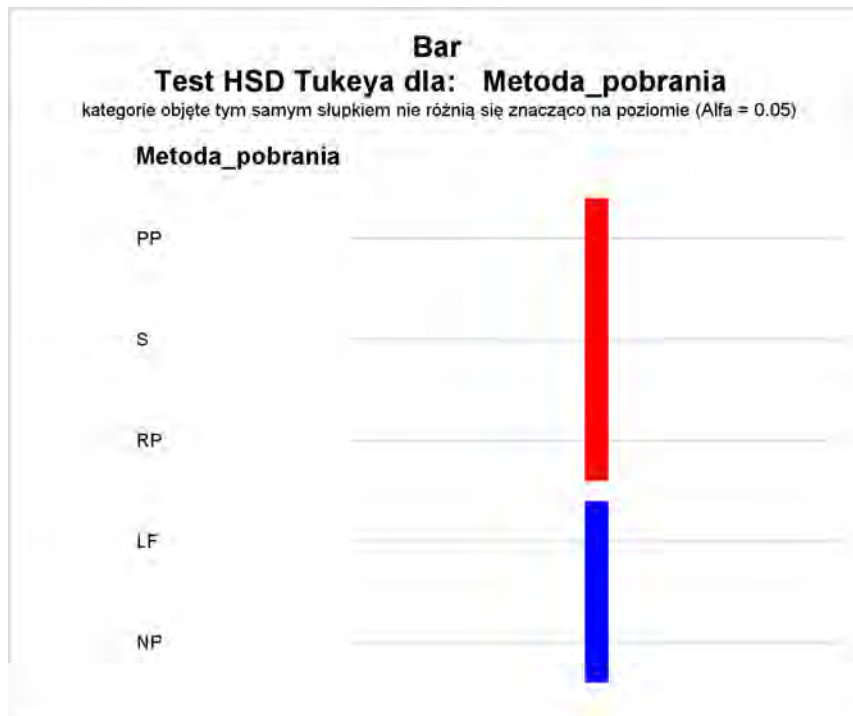
Simple statistics -----Bar-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	0.02433	0.00055	0.02327	0.02543	15.61894	0.03254	0.00311	0.02645	0.03863	66.13019
LF	0.02515	0.00057	0.02406	0.02629	15.62002	0.03404	0.00317	0.02783	0.04026	64.54697
RP	0.02790	0.00063	0.02669	0.02917	15.59684	0.03917	0.00437	0.03060	0.04774	77.32982
S	0.02816	0.00063	0.02694	0.02944	15.59935	0.03944	0.00440	0.03082	0.04806	77.24204
PP	0.02865	0.00065	0.02740	0.02995	15.60420	0.04069	0.00448	0.03192	0.04946	76.20170

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

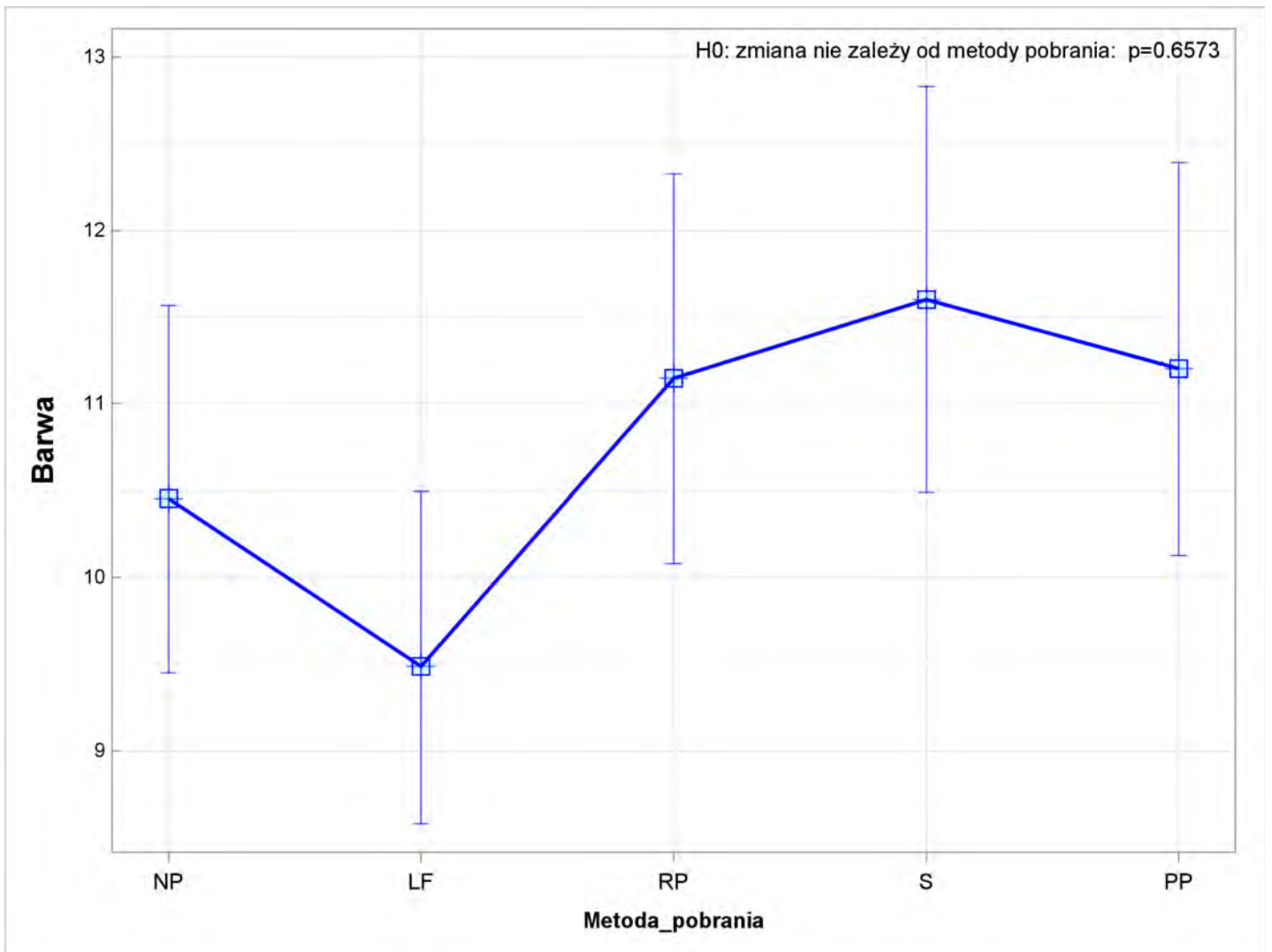
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

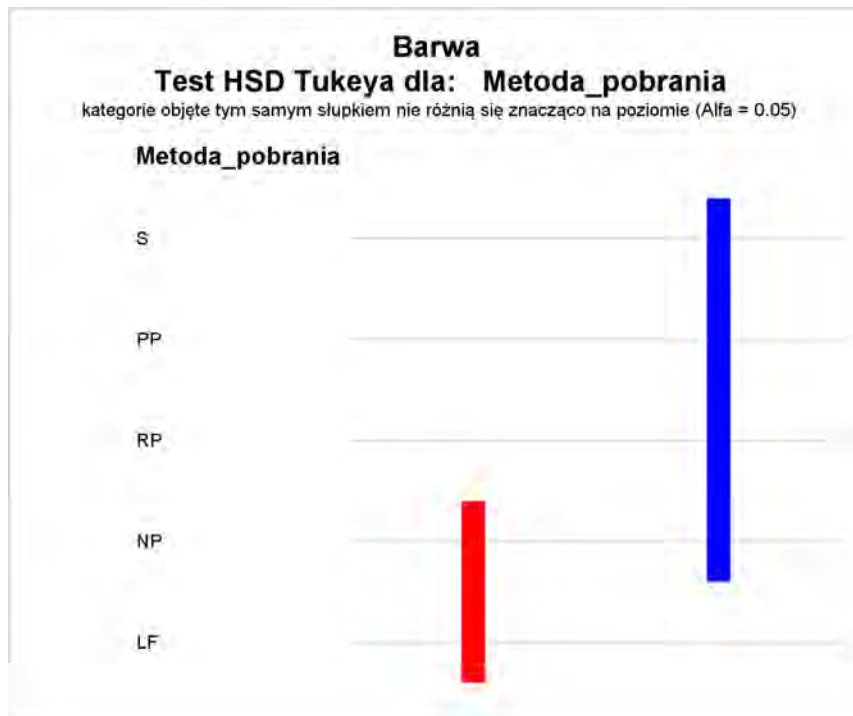
Simple statistics -----Barwa-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	10.45465	0.53573	9.45019	11.56587	35.50251	36.31250	10.54068	15.65277	56.97223	201.10967
LF	9.48870	0.48511	8.57904	10.49480	35.42066	29.58333	8.25841	13.39685	45.76981	193.40597
RP	11.14696	0.56852	10.08078	12.32591	35.33536	33.06250	8.32768	16.74024	49.38476	174.50551
S	11.60072	0.59325	10.48830	12.83113	35.43037	34.18750	8.03783	18.43335	49.94165	162.88917
PP	11.20248	0.57335	10.12743	12.39164	35.45873	37.37500	9.22926	19.28566	55.46434	171.08273

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

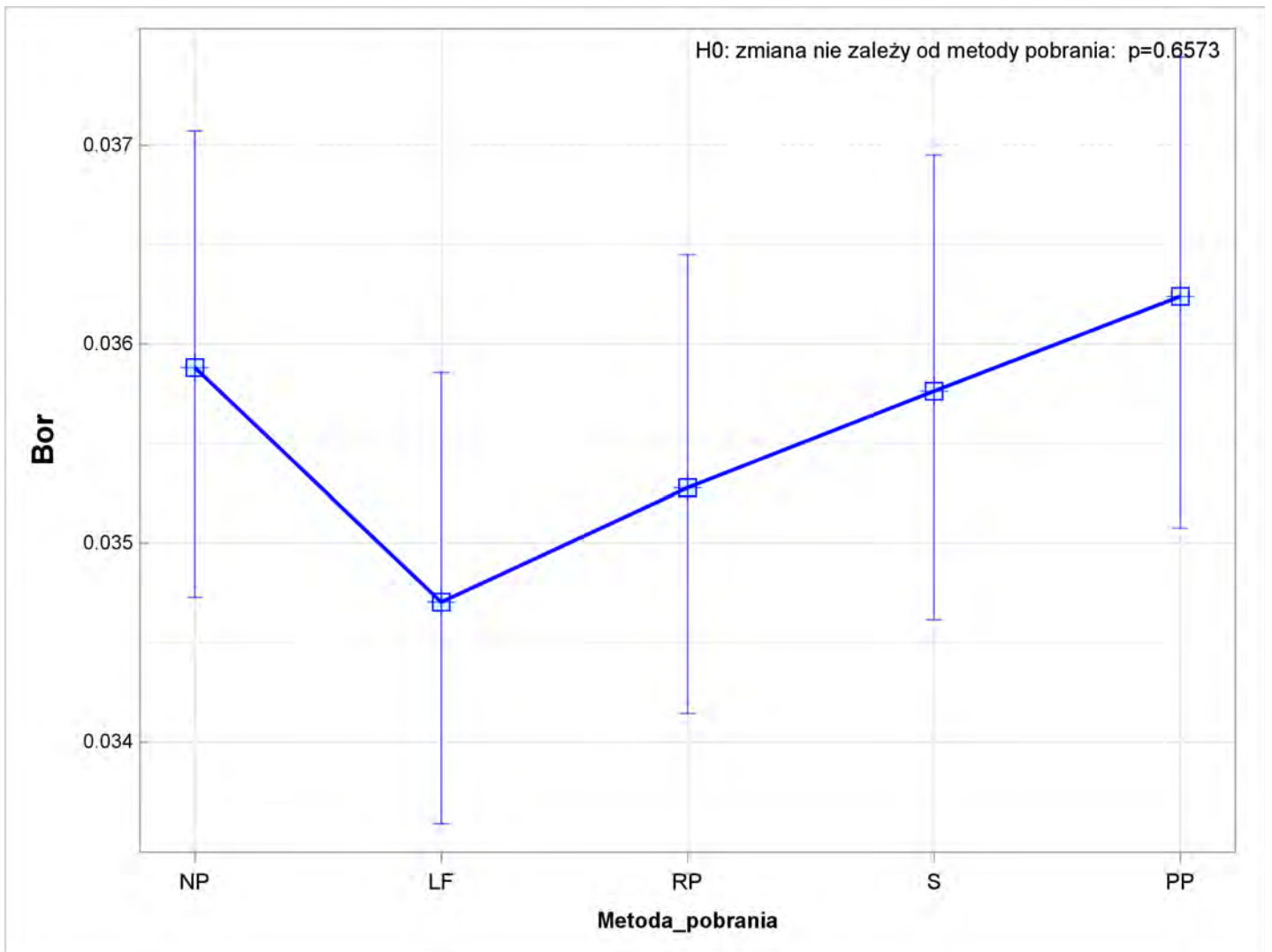
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

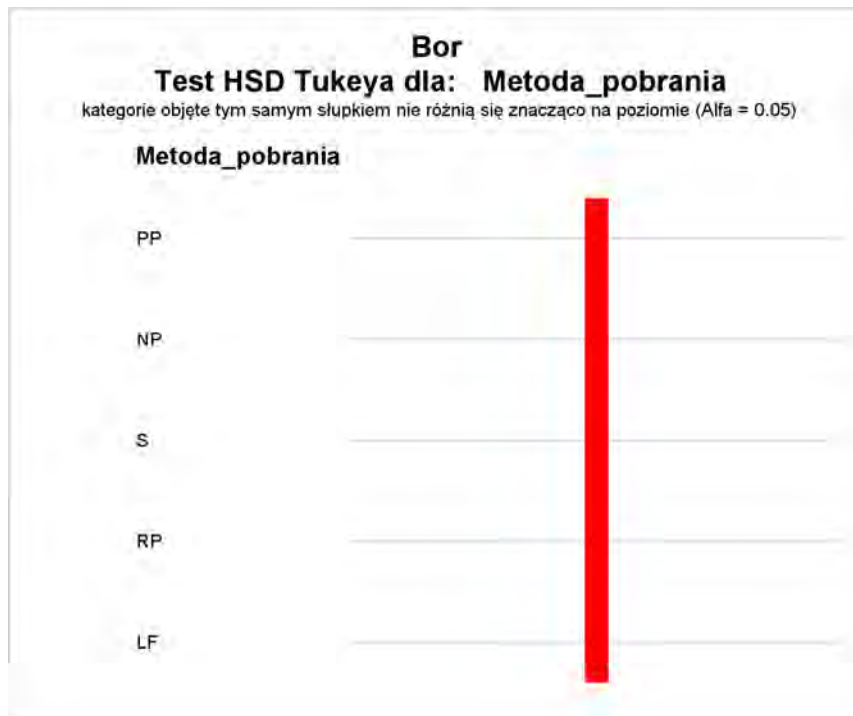
Simple statistics -----Bor-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	0.03588	0.00059	0.03473	0.03707	11.48708	0.04854	0.00600	0.03677	0.06031	85.70568
LF	0.03470	0.00058	0.03359	0.03586	11.48113	0.04833	0.00665	0.03530	0.06137	95.34674
RP	0.03528	0.00058	0.03414	0.03645	11.48593	0.04896	0.00630	0.03661	0.06131	89.18122
S	0.03576	0.00059	0.03461	0.03695	11.48477	0.04917	0.00634	0.03674	0.06160	89.35603
PP	0.03624	0.00060	0.03507	0.03744	11.48390	0.05167	0.00679	0.03836	0.06498	91.05255

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

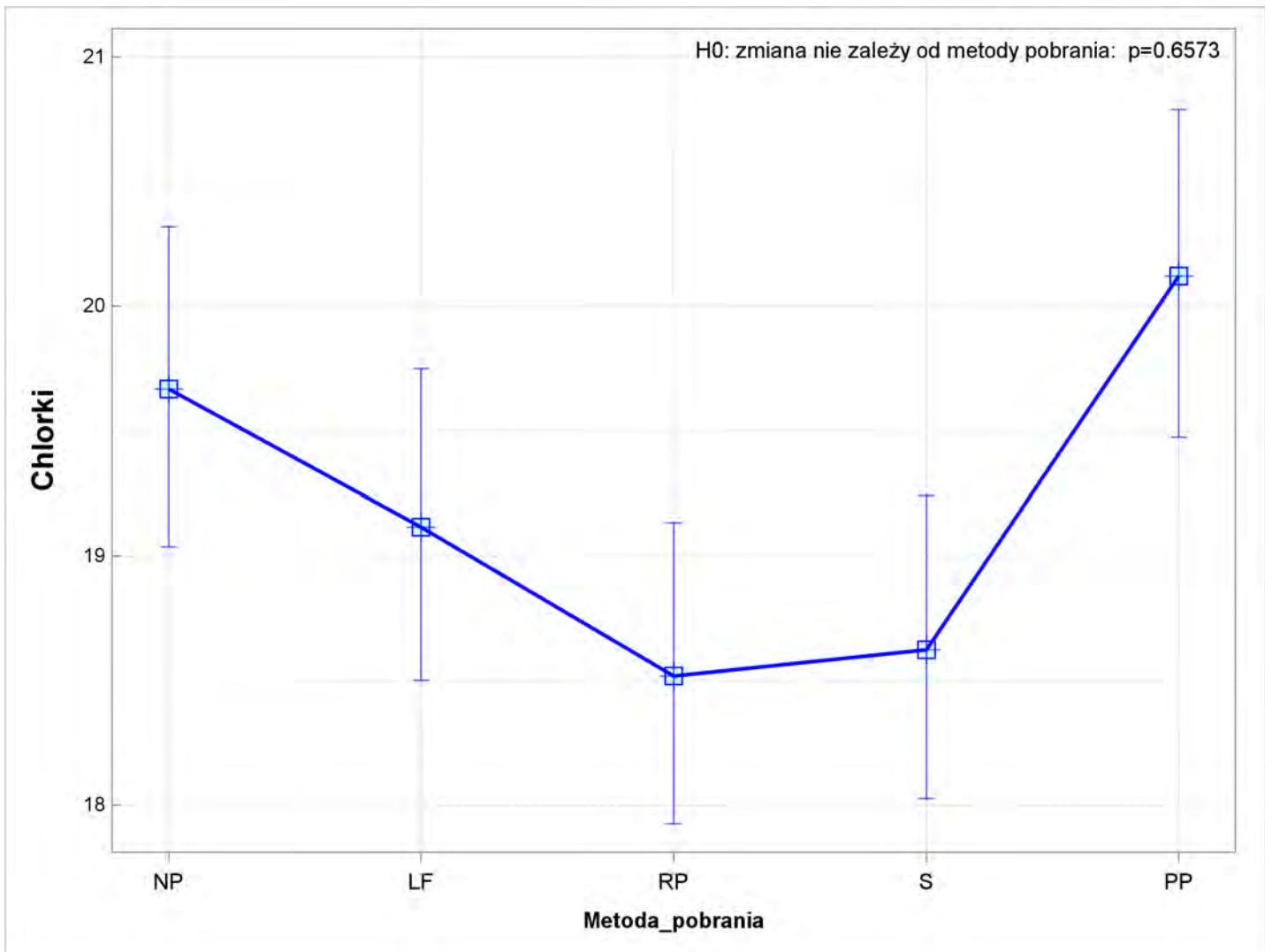
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

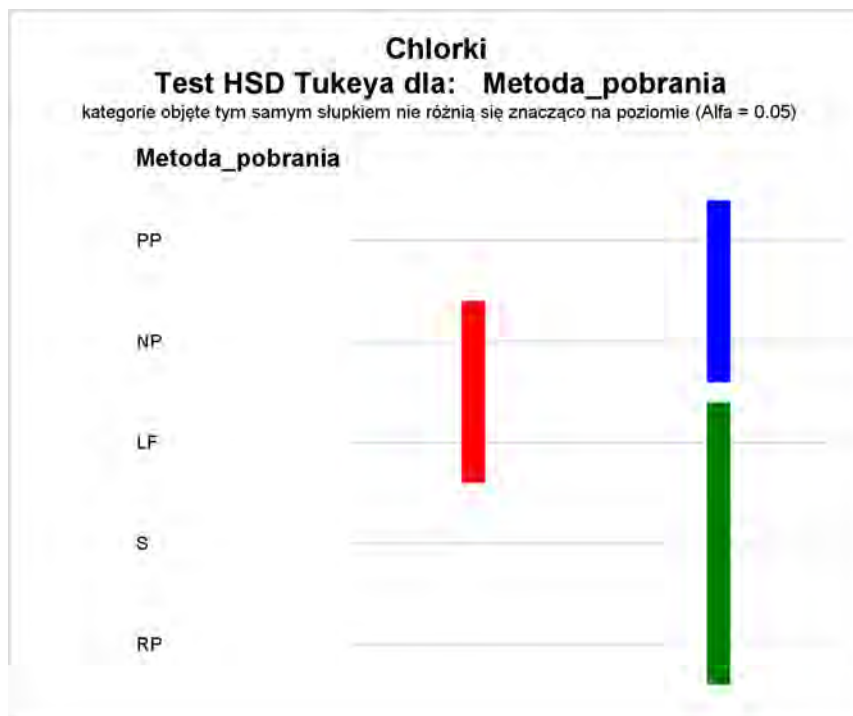
Simple statistics -----Chlorki-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	19.66673	0.32567	19.03513	20.31929	11.47277	27.82729	3.66085	20.65203	35.00255	91.14468
LF	19.11459	0.31641	18.50093	19.74860	11.46863	26.32833	3.40542	19.65370	33.00296	89.61246
RP	18.51853	0.30652	17.92406	19.13272	11.46778	25.10667	3.30376	18.63129	31.58205	91.16762
S	18.62341	0.30831	18.02548	19.24117	11.46946	25.19333	3.31538	18.69518	31.69149	91.17354
PP	20.12144	0.33364	19.47439	20.78999	11.48798	27.60938	3.57860	20.59532	34.62343	89.80019

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

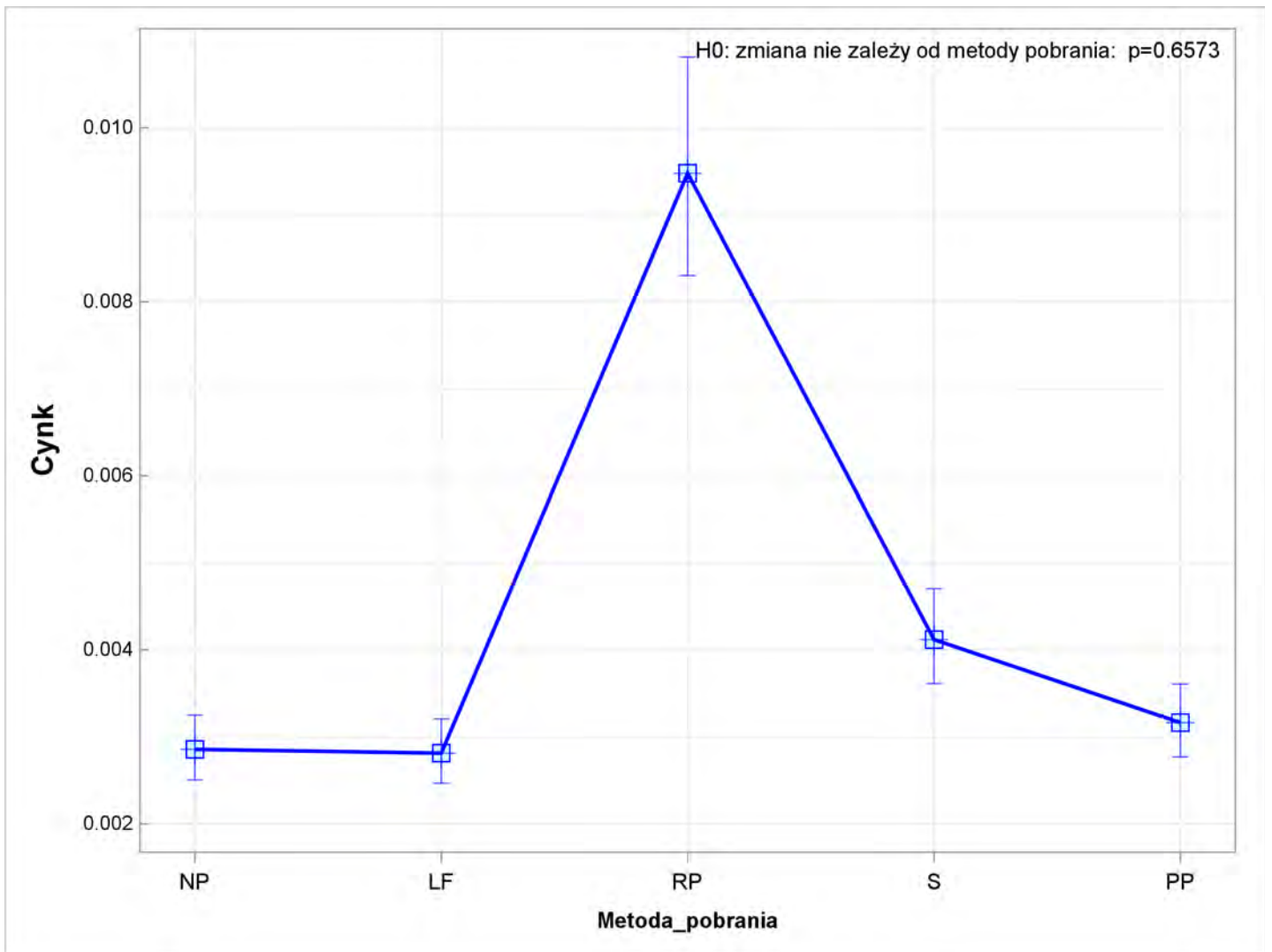
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

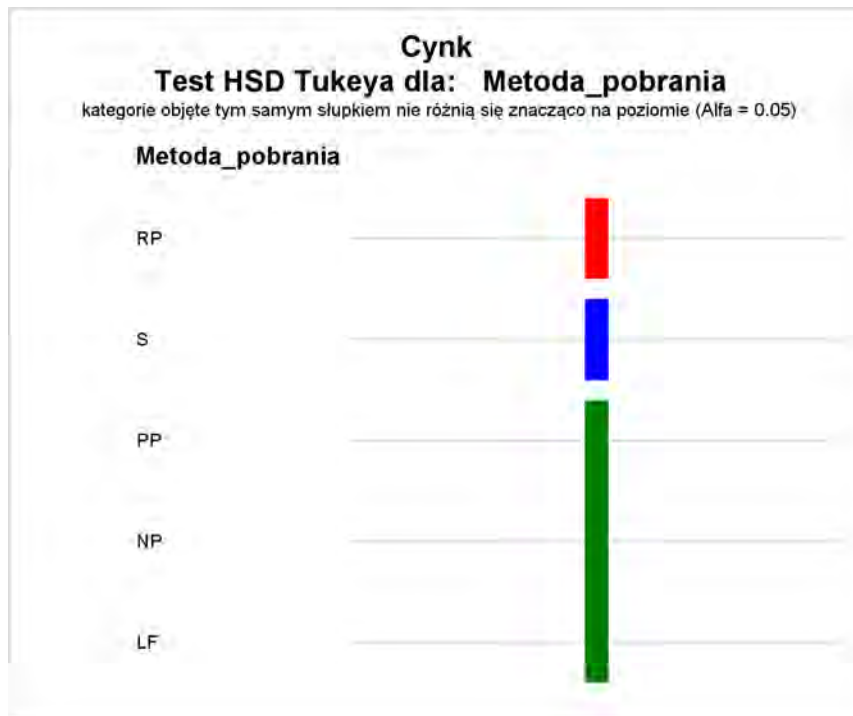
Simple statistics -----Cynk-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	0.00285	0.00019	0.00251	0.00325	45.79350	0.00772	0.00292	0.00199	0.01345	262.28021
LF	0.00281	0.00019	0.00247	0.00321	46.24993	0.00900	0.00333	0.00248	0.01552	256.01511
RP	0.00948	0.00064	0.00830	0.01082	46.45793	0.01008	0.00120	0.00773	0.01244	82.58482
S	0.00412	0.00028	0.00361	0.00471	46.44500	0.00775	0.00161	0.00460	0.01090	143.49922
PP	0.00316	0.00021	0.00277	0.00361	46.36935	0.00754	0.00232	0.00299	0.01210	213.43288

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

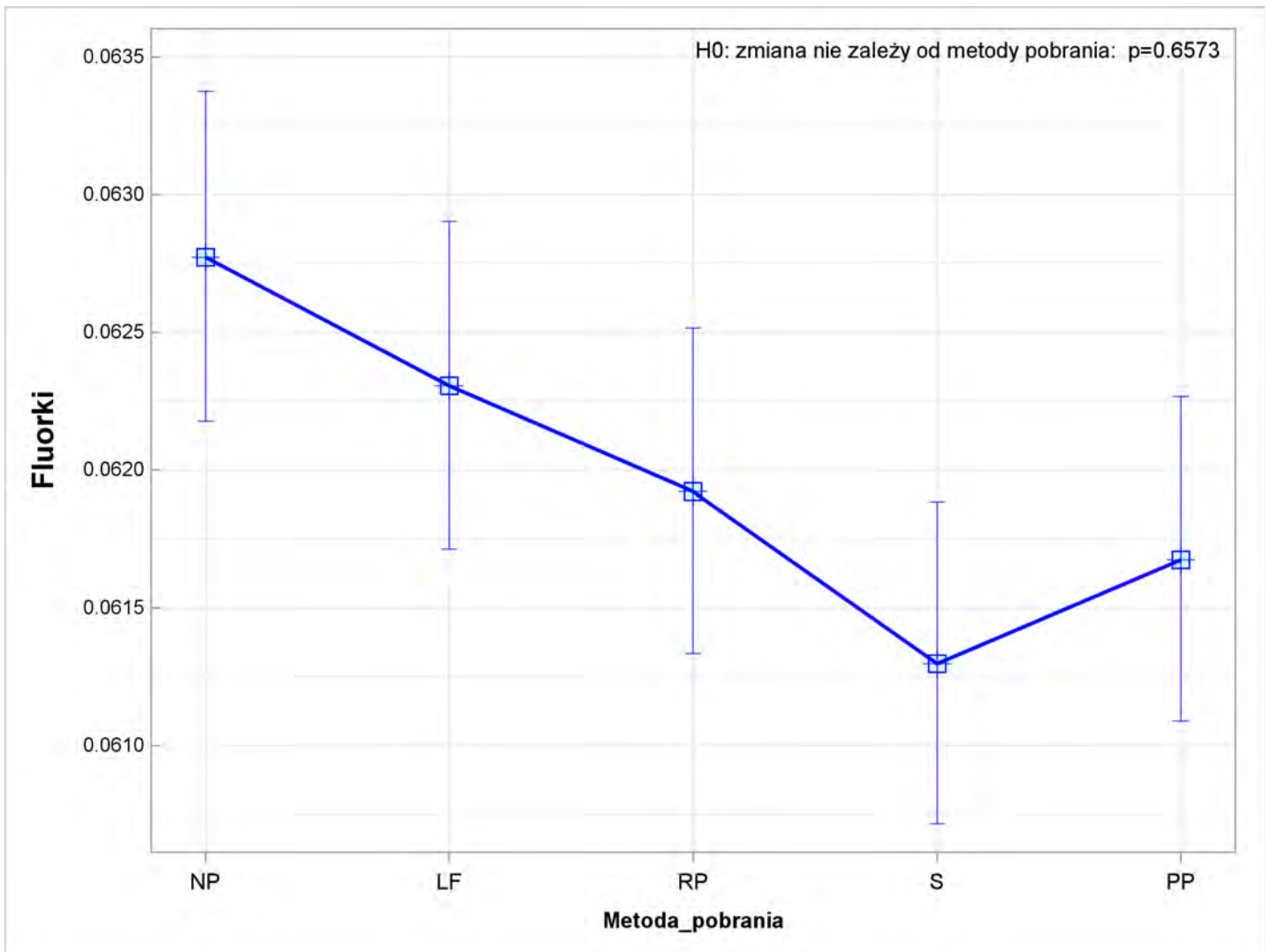
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

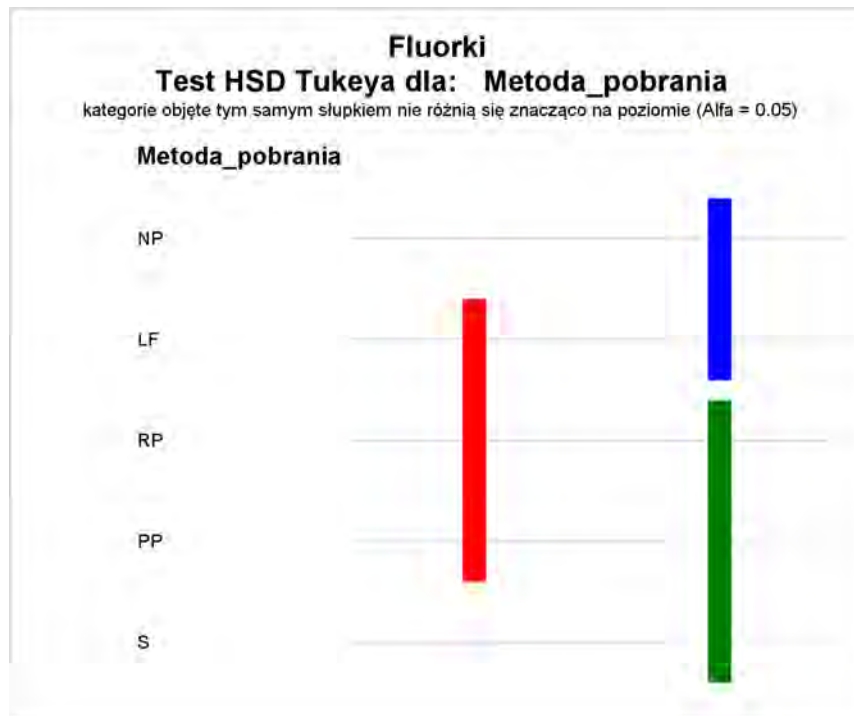
Simple statistics -----Fluorki-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	0.06277	0.00030	0.06218	0.06337	3.35142	0.07479	0.00839	0.05835	0.09124	77.71776
LF	0.06231	0.00030	0.06171	0.06290	3.35134	0.07333	0.00791	0.05783	0.08883	74.70709
RP	0.06192	0.00030	0.06133	0.06252	3.35123	0.07208	0.00744	0.05751	0.08666	71.48403
S	0.06130	0.00030	0.06072	0.06188	3.35133	0.07042	0.00696	0.05678	0.08405	68.44951
PP	0.06168	0.00030	0.06109	0.06227	3.35117	0.07146	0.00728	0.05719	0.08573	70.59273

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

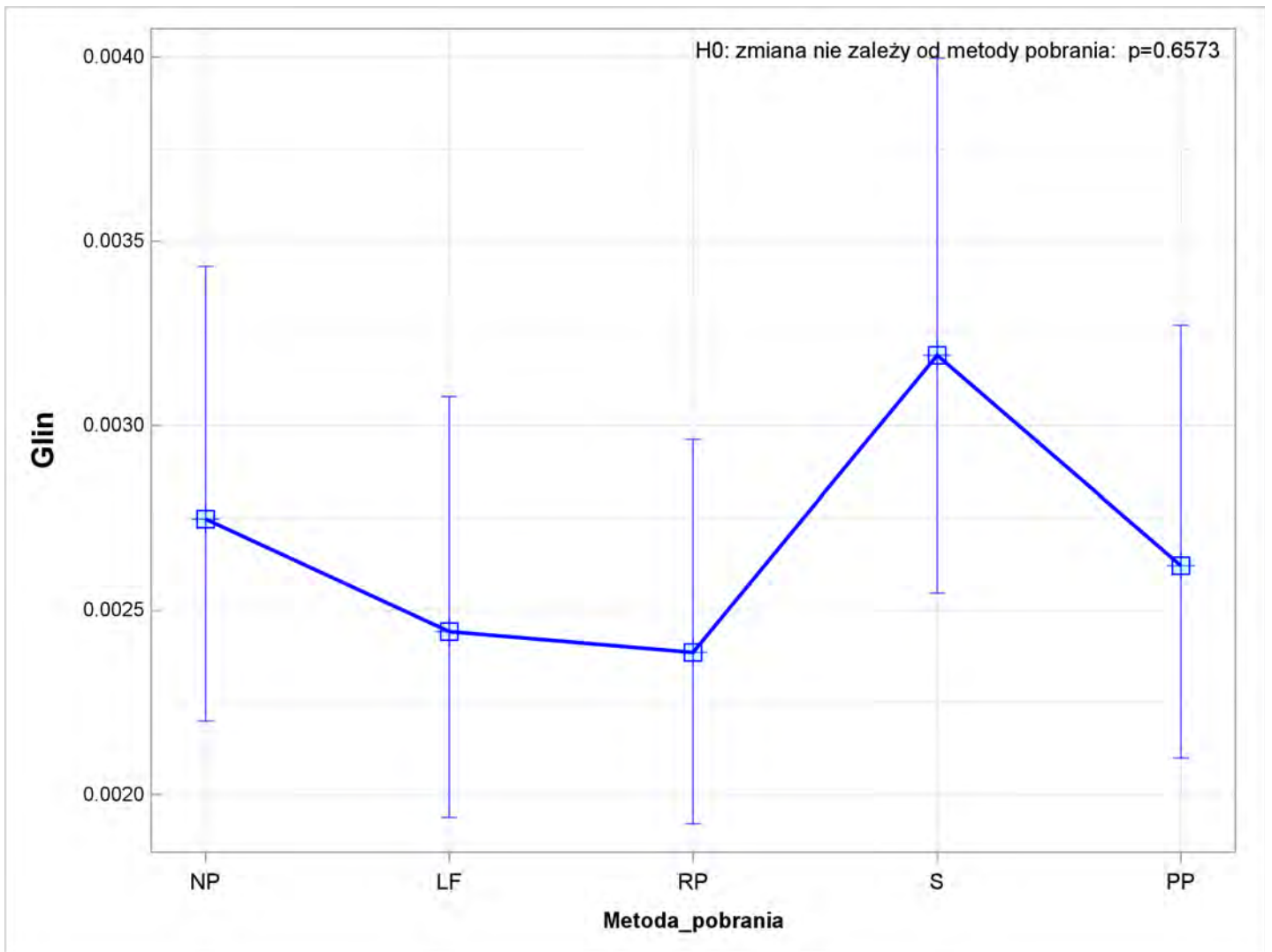
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

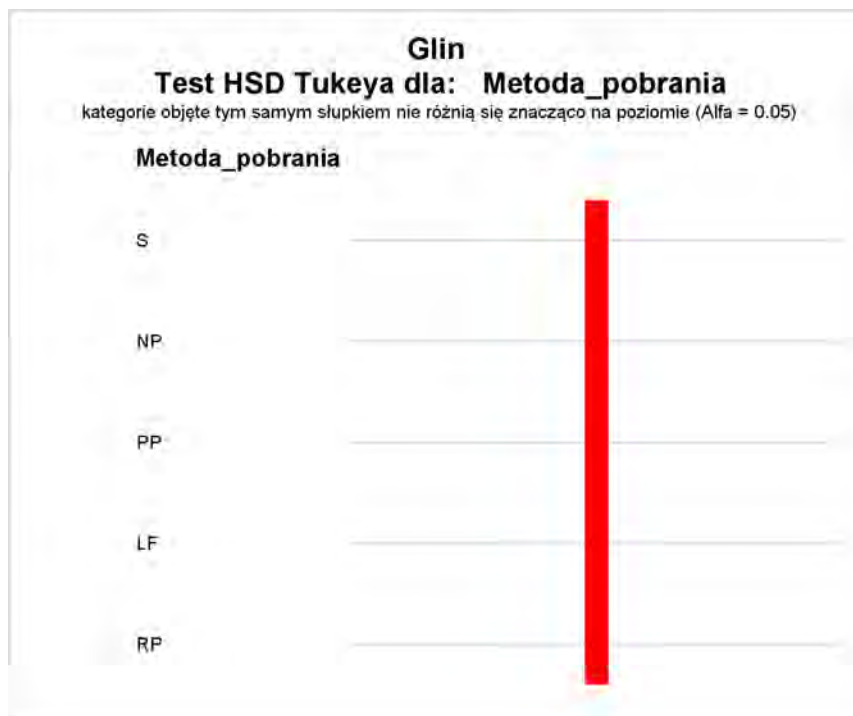
Simple statistics -----Glin-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	0.00275	0.00031	0.00220	0.00343	78.17385	0.03672	0.02248	-0.00733	0.08077	424.06560
LF	0.00244	0.00029	0.00194	0.00308	81.33974	0.04709	0.02784	-0.00748	0.10167	409.62822
RP	0.00239	0.00026	0.00192	0.00296	76.18414	0.03982	0.02471	-0.00861	0.08826	429.93709
S	0.00319	0.00036	0.00255	0.00400	79.23669	0.04043	0.02477	-0.00812	0.08897	424.44388
PP	0.00262	0.00030	0.00210	0.00327	78.01174	0.03413	0.02060	-0.00625	0.07452	418.20080

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

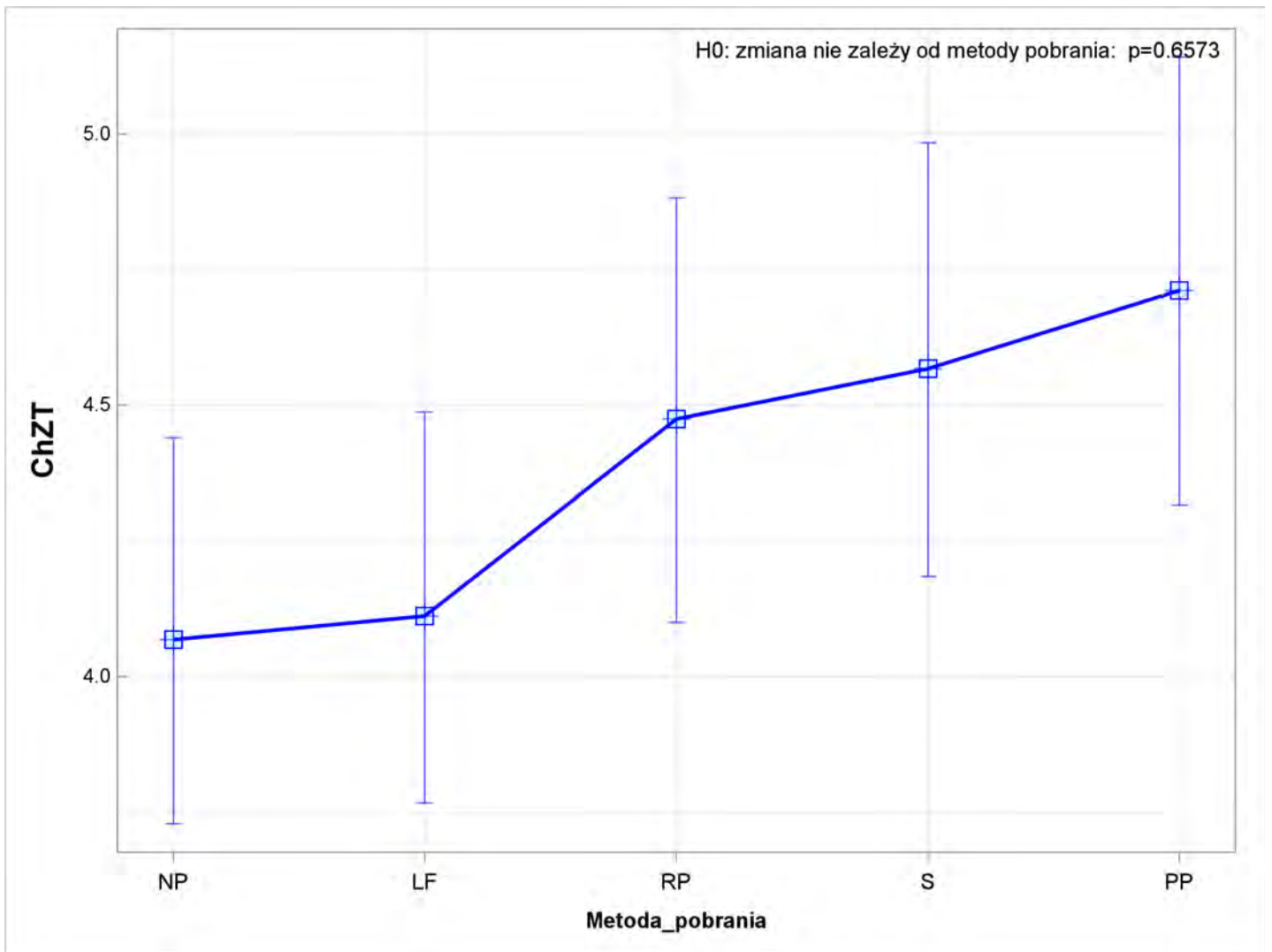
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

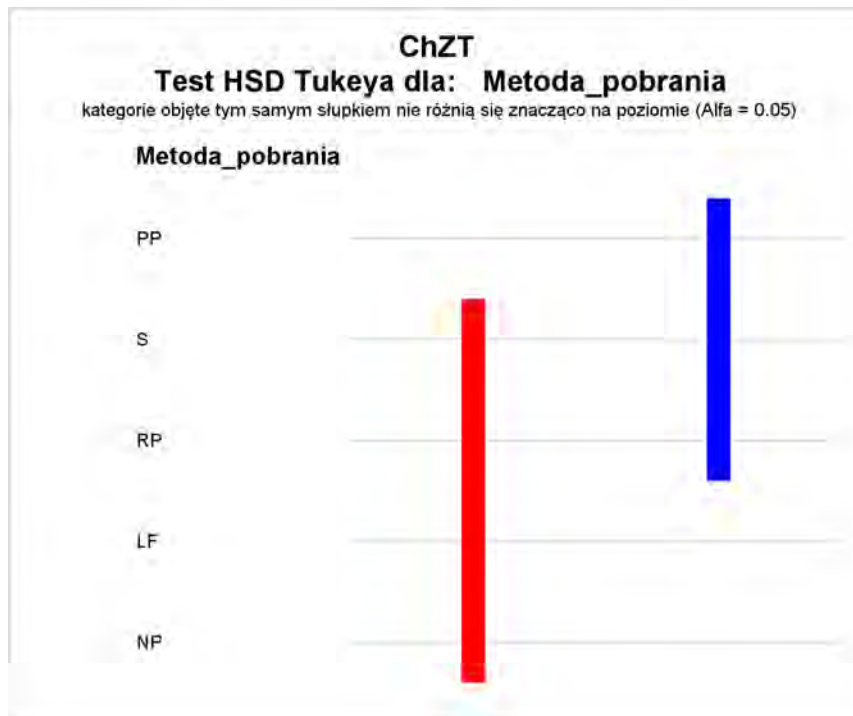
Simple statistics -----ChZT-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	4.06892	0.18023	3.72871	4.44017	30.68861	14.67917	3.81430	7.20314	22.15519	180.02550
LF	4.11181	0.18250	3.76736	4.48776	30.74950	14.99375	4.16997	6.82061	23.16689	192.68289
RP	4.47463	0.19821	4.10048	4.88291	30.68962	15.44375	4.02590	7.55299	23.33451	180.60540
S	4.56719	0.20261	4.18477	4.98457	30.73505	14.68333	3.65558	7.51839	21.84827	172.48542
PP	4.71124	0.20927	4.31626	5.14236	30.77515	15.39167	3.92815	7.69250	23.09083	176.81644

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

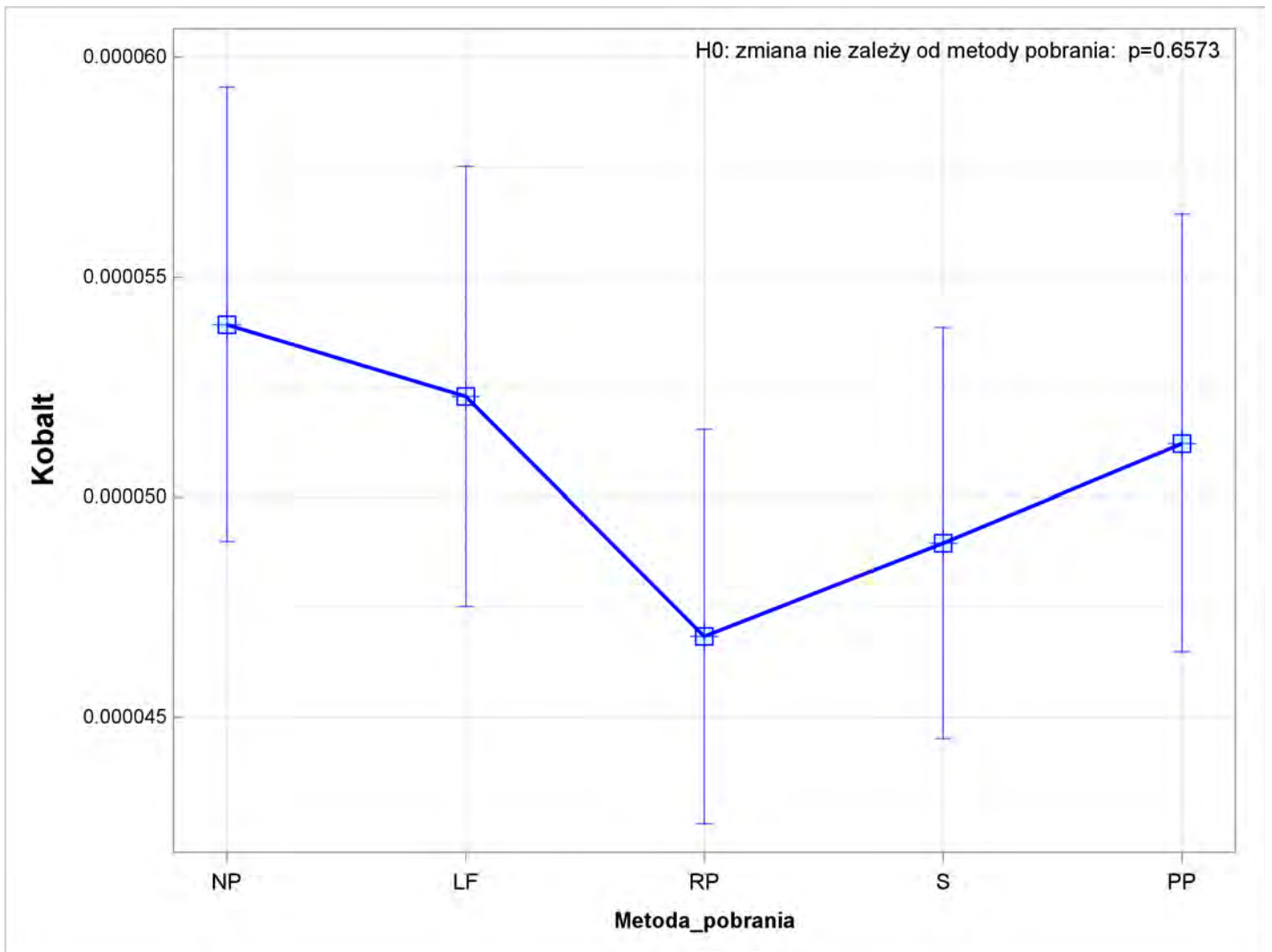
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

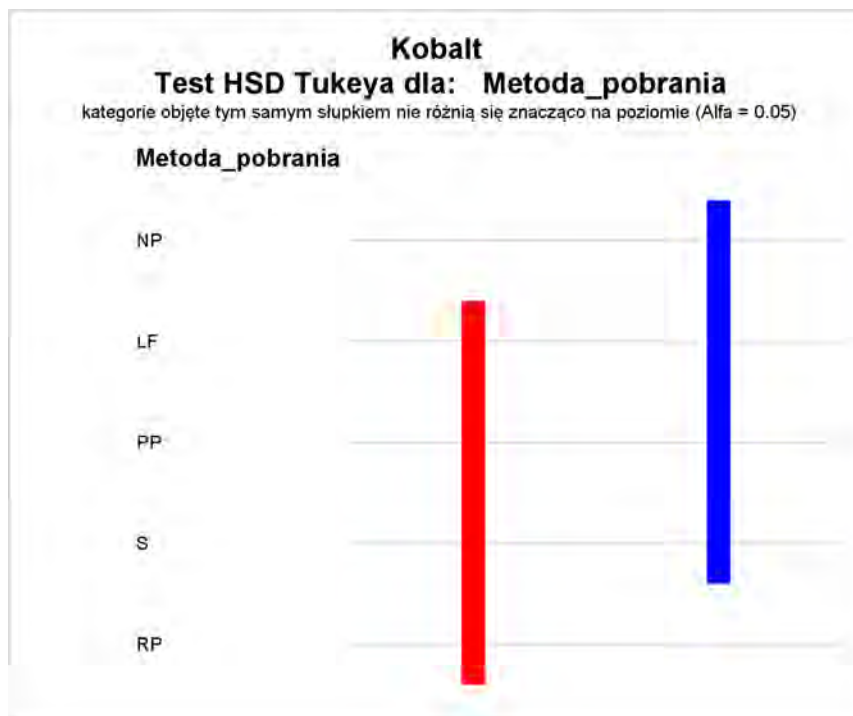
Simple statistics -----Kobalt-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	0.00005	0.00000	0.00005	0.00006	33.62282	0.00008	0.00001	0.00005	0.00011	111.19341
LF	0.00005	0.00000	0.00005	0.00006	33.54266	0.00008	0.00001	0.00005	0.00011	126.75559
RP	0.00005	0.00000	0.00004	0.00005	33.58949	0.00010	0.00004	0.00003	0.00017	245.55998
S	0.00005	0.00000	0.00004	0.00005	33.49645	0.00011	0.00004	0.00004	0.00018	235.60027
PP	0.00005	0.00000	0.00005	0.00006	34.09748	0.00010	0.00002	0.00005	0.00015	175.76824

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

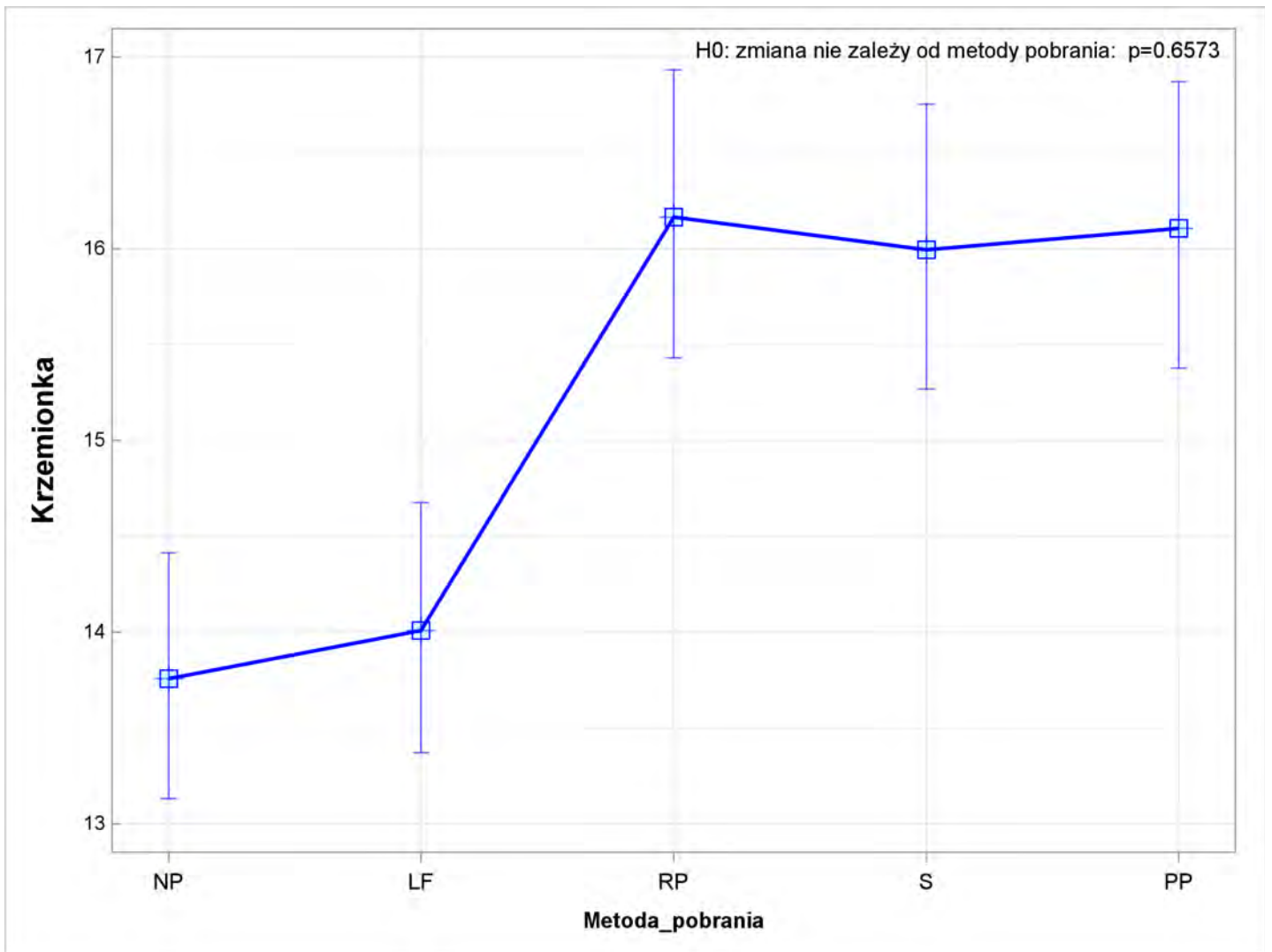
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

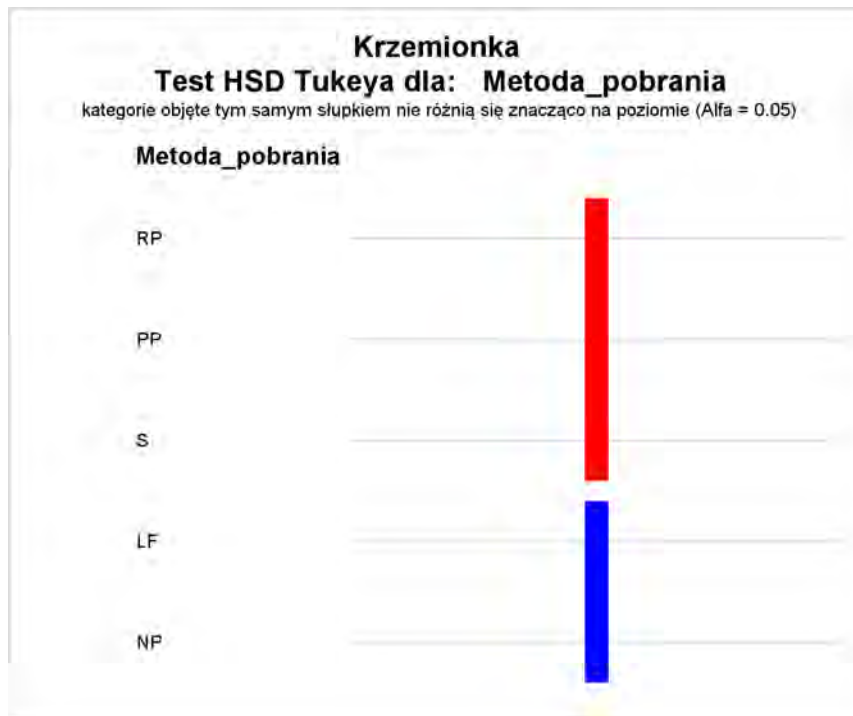
Simple statistics -----Krzemionka-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	13.75838	0.32482	13.13276	14.41380	16.35659	15.56875	1.11444	13.38445	17.75305	49.59322
LF	14.01013	0.33071	13.37317	14.67743	16.35388	15.81875	1.10638	13.65025	17.98725	48.45655
RP	16.16437	0.38099	15.43053	16.93310	16.32962	17.56042	0.97284	15.65364	19.46719	38.38212
S	15.99283	0.37693	15.26681	16.75338	16.32908	17.45417	1.00095	15.49231	19.41602	39.73132
PP	16.10639	0.37956	15.37530	16.87224	16.32700	17.64167	1.03270	15.61757	19.66576	40.55602

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

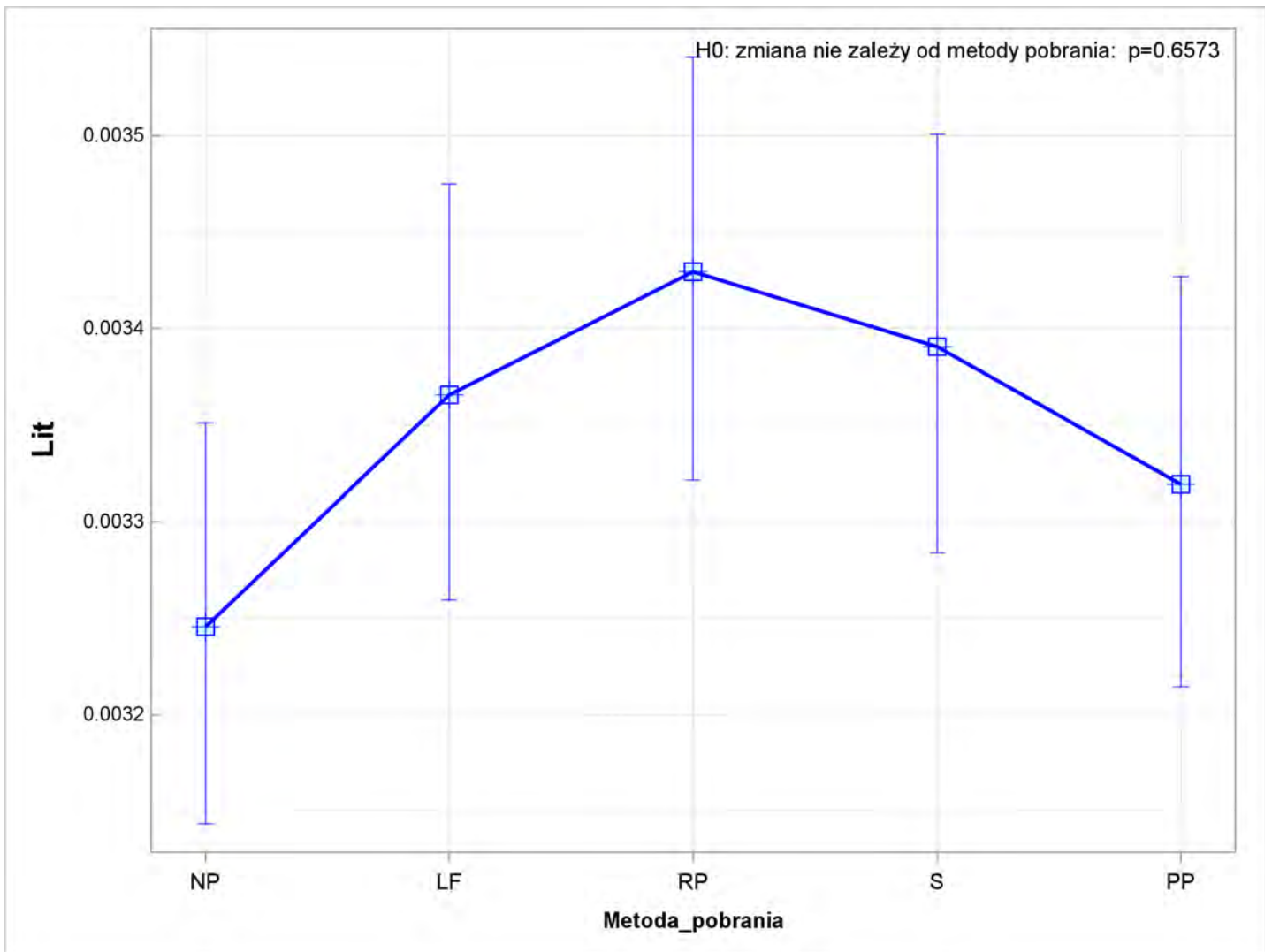
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

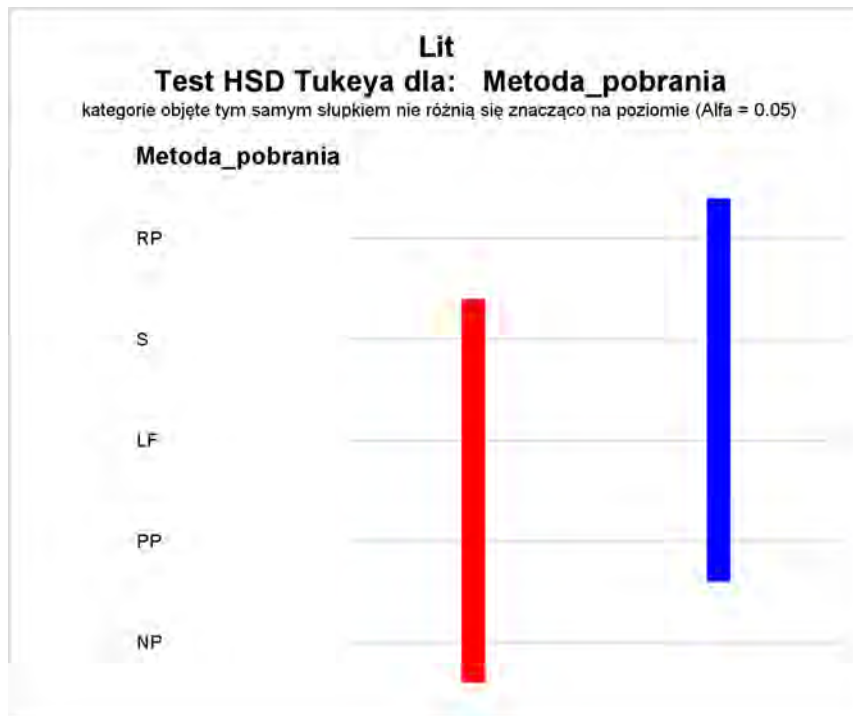
Simple statistics -----Lit-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	0.00325	0.00005	0.00314	0.00335	11.25751	0.00424	0.00045	0.00336	0.00511	72.85284
LF	0.00337	0.00005	0.00326	0.00347	11.24514	0.00431	0.00045	0.00343	0.00520	72.39369
RP	0.00343	0.00006	0.00332	0.00354	11.24558	0.00433	0.00043	0.00349	0.00516	68.52524
S	0.00339	0.00006	0.00328	0.00350	11.24682	0.00428	0.00043	0.00344	0.00511	69.04322
PP	0.00332	0.00005	0.00321	0.00343	11.24989	0.00427	0.00045	0.00339	0.00514	72.43349

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

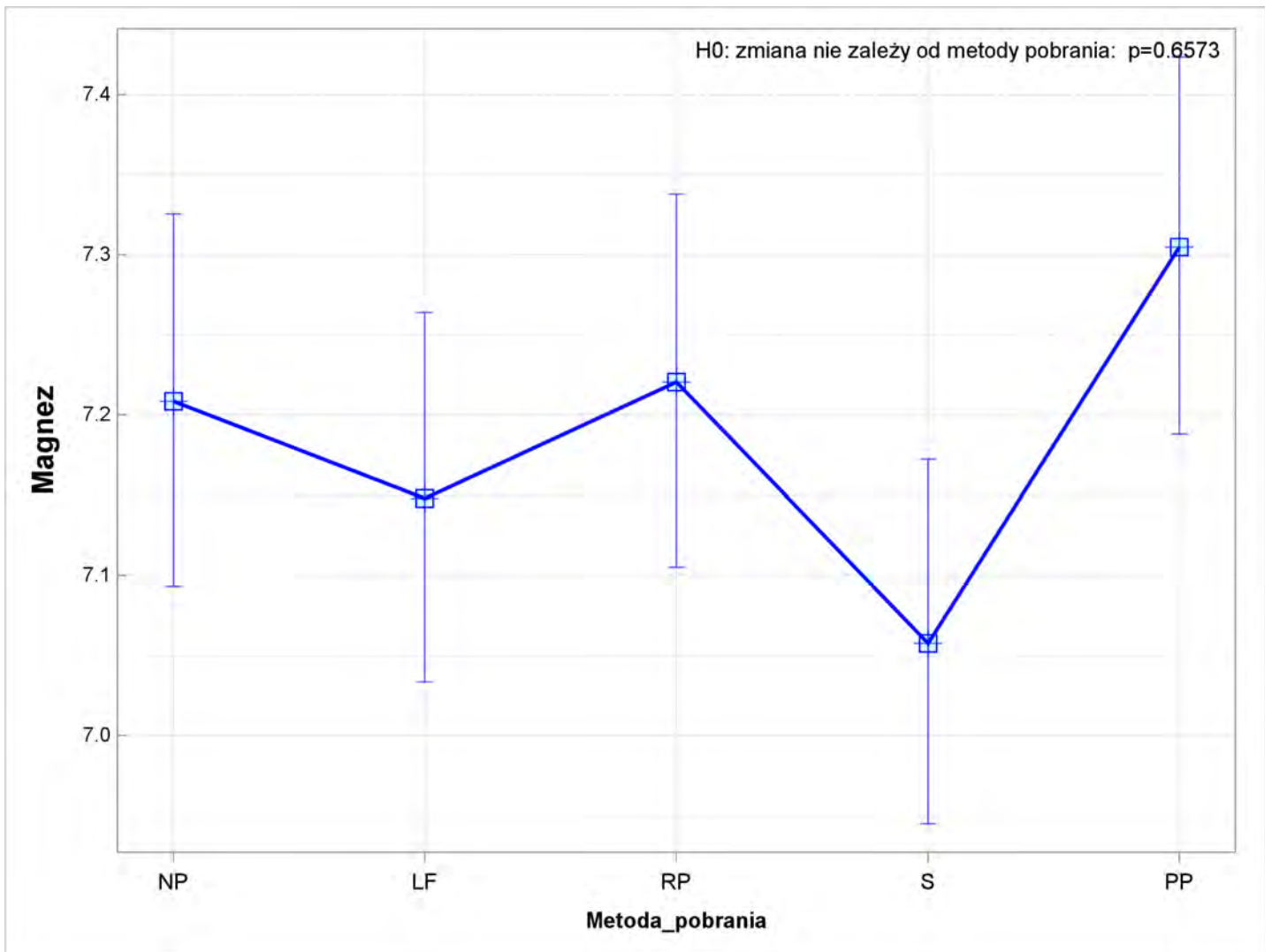
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

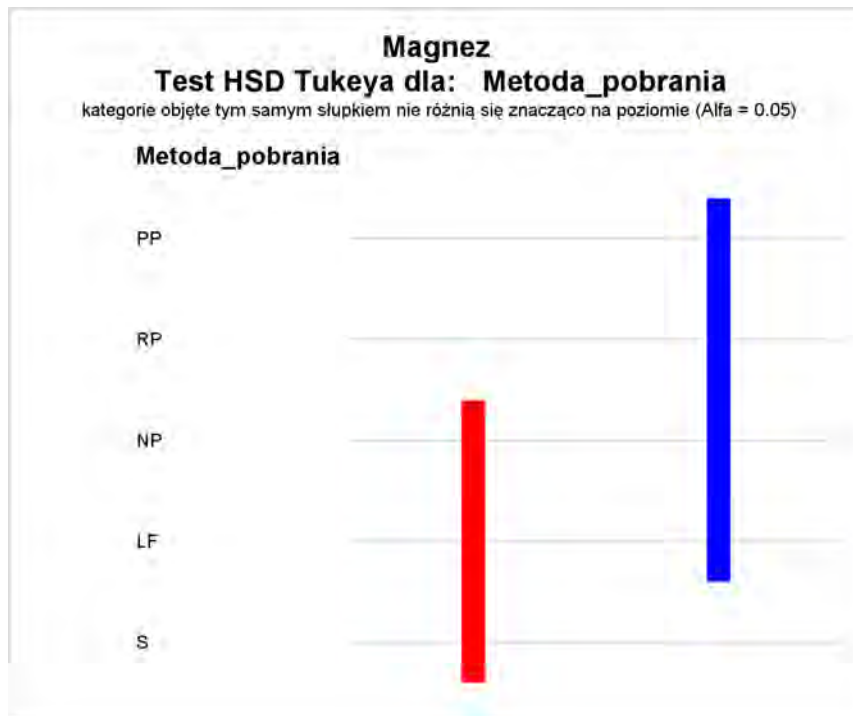
Simple statistics -----Magnez-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	7.20849	0.05897	7.09317	7.32568	5.66790	8.31250	0.60517	7.12637	9.49863	50.43886
LF	7.14794	0.05846	7.03362	7.26412	5.66662	8.42083	0.71916	7.01127	9.83040	59.16898
RP	7.22065	0.05906	7.10517	7.33801	5.66659	8.50625	0.73048	7.07452	9.93798	59.49603
S	7.05778	0.05773	6.94490	7.17249	5.66653	8.31875	0.70657	6.93387	9.70363	58.84624
PP	7.30482	0.05976	7.18796	7.42358	5.66807	8.59167	0.71502	7.19022	9.99311	57.65845

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

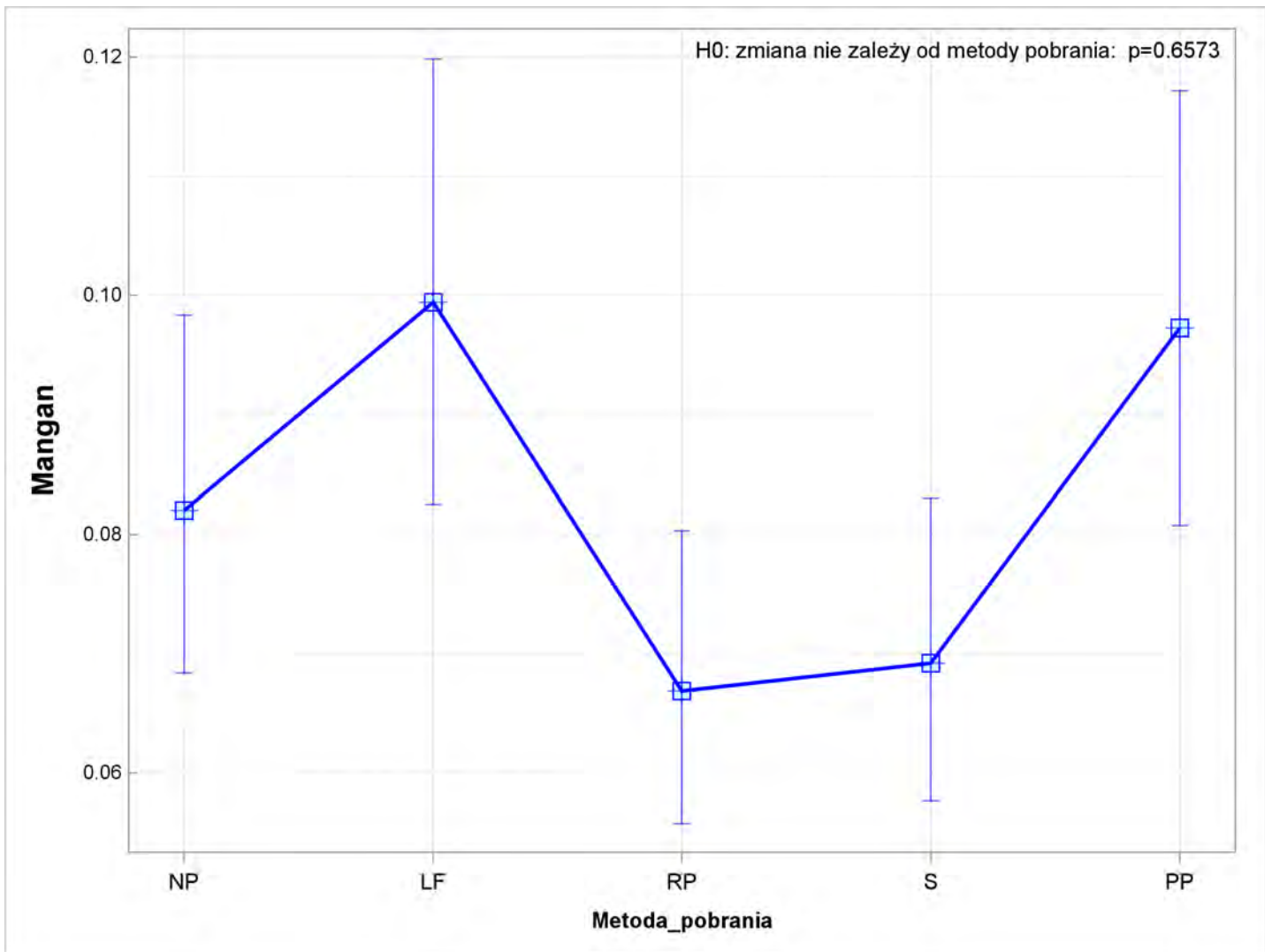
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

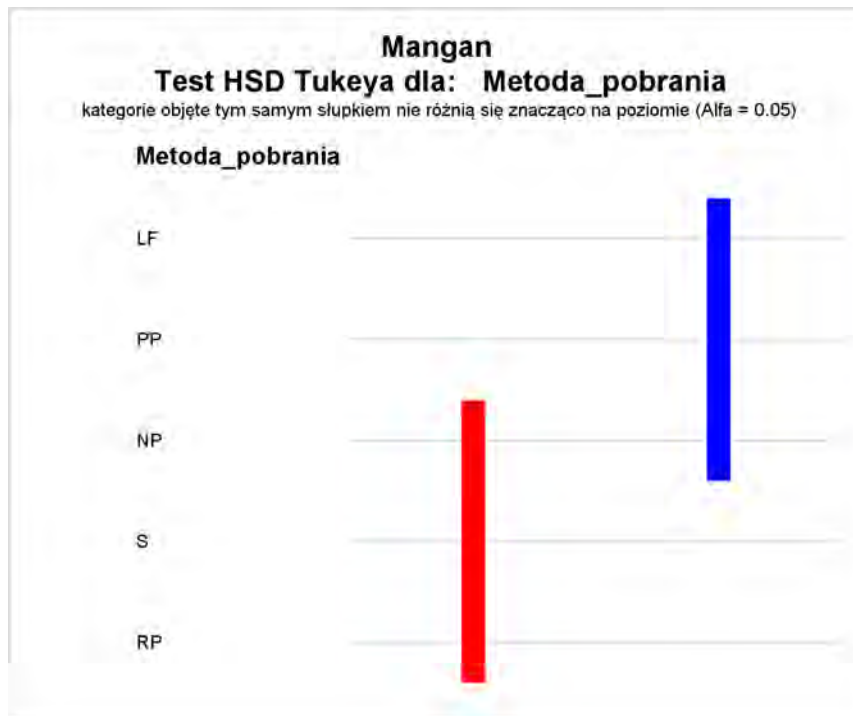
Simple statistics -----Mangan-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	0.08202	0.00756	0.06839	0.09837	63.88969	0.18469	0.03056	0.12479	0.24458	114.63504
LF	0.09942	0.00941	0.08250	0.11982	65.59916	0.20302	0.03342	0.13751	0.26853	114.06179
RP	0.06689	0.00619	0.05574	0.08029	64.13873	0.27165	0.07458	0.12547	0.41782	190.20844
S	0.06921	0.00640	0.05768	0.08304	64.04499	0.28641	0.07857	0.13242	0.44040	190.05167
PP	0.09728	0.00918	0.08078	0.11716	65.35747	0.28217	0.07993	0.12551	0.43883	196.25242

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

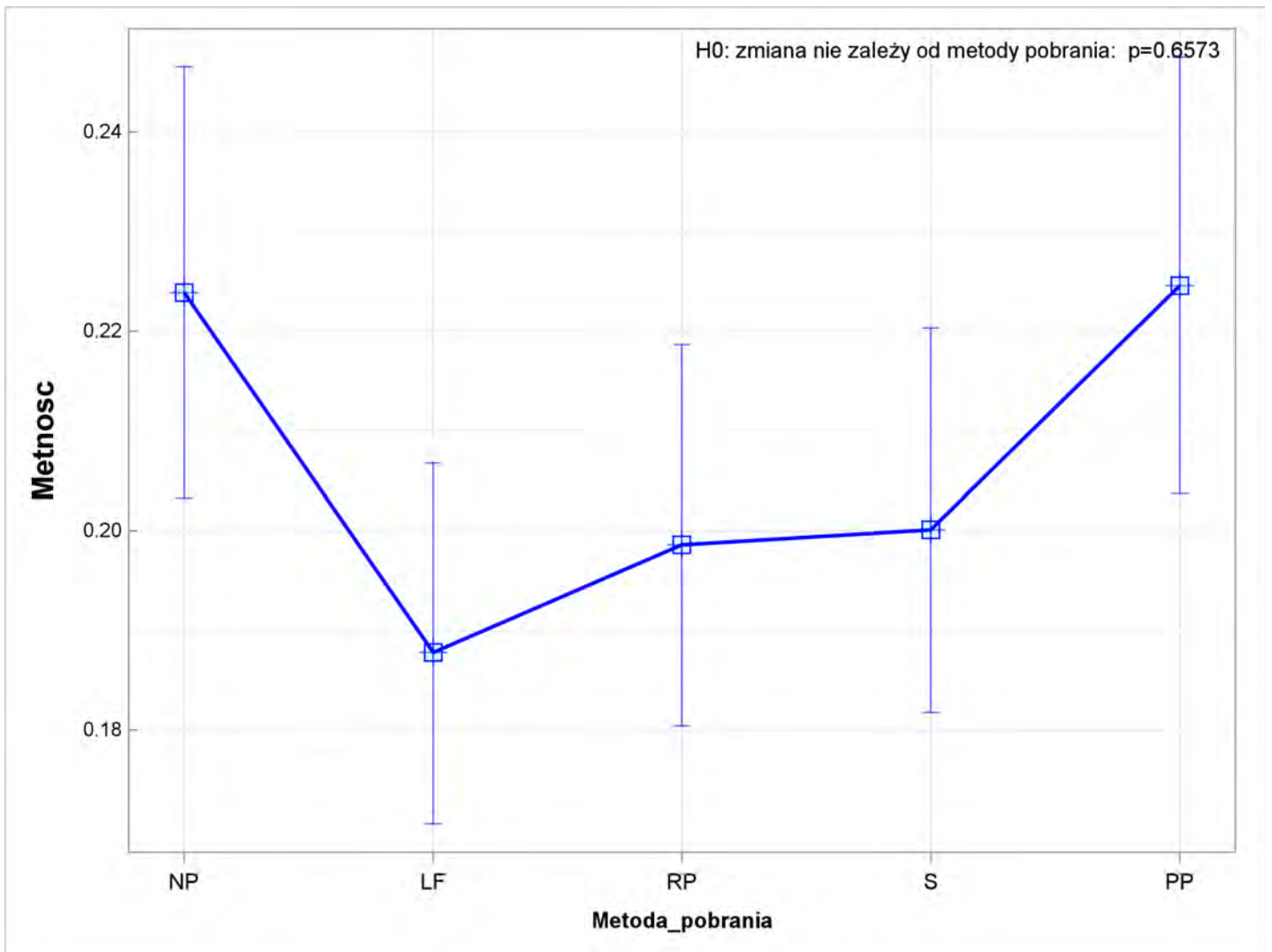
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

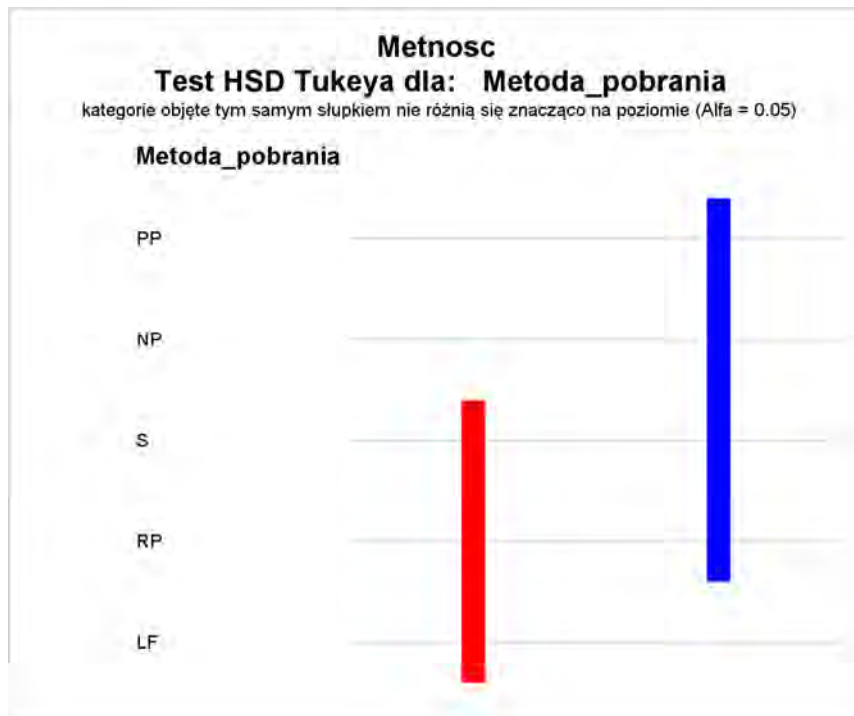
Simple statistics -----Metnosc-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	0.22386	0.01096	0.20327	0.24654	33.91752	0.48958	0.12545	0.24370	0.73547	177.52844
LF	0.18780	0.00917	0.17057	0.20677	33.82229	0.36042	0.09113	0.18180	0.53903	175.17440
RP	0.19862	0.00968	0.18042	0.21865	33.77702	0.31667	0.06148	0.19617	0.43716	134.50498
S	0.20011	0.00977	0.18175	0.22031	33.80986	0.37708	0.09144	0.19785	0.55631	168.01178
PP	0.22455	0.01110	0.20371	0.24752	34.23931	0.43542	0.10844	0.22287	0.64796	172.54920

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

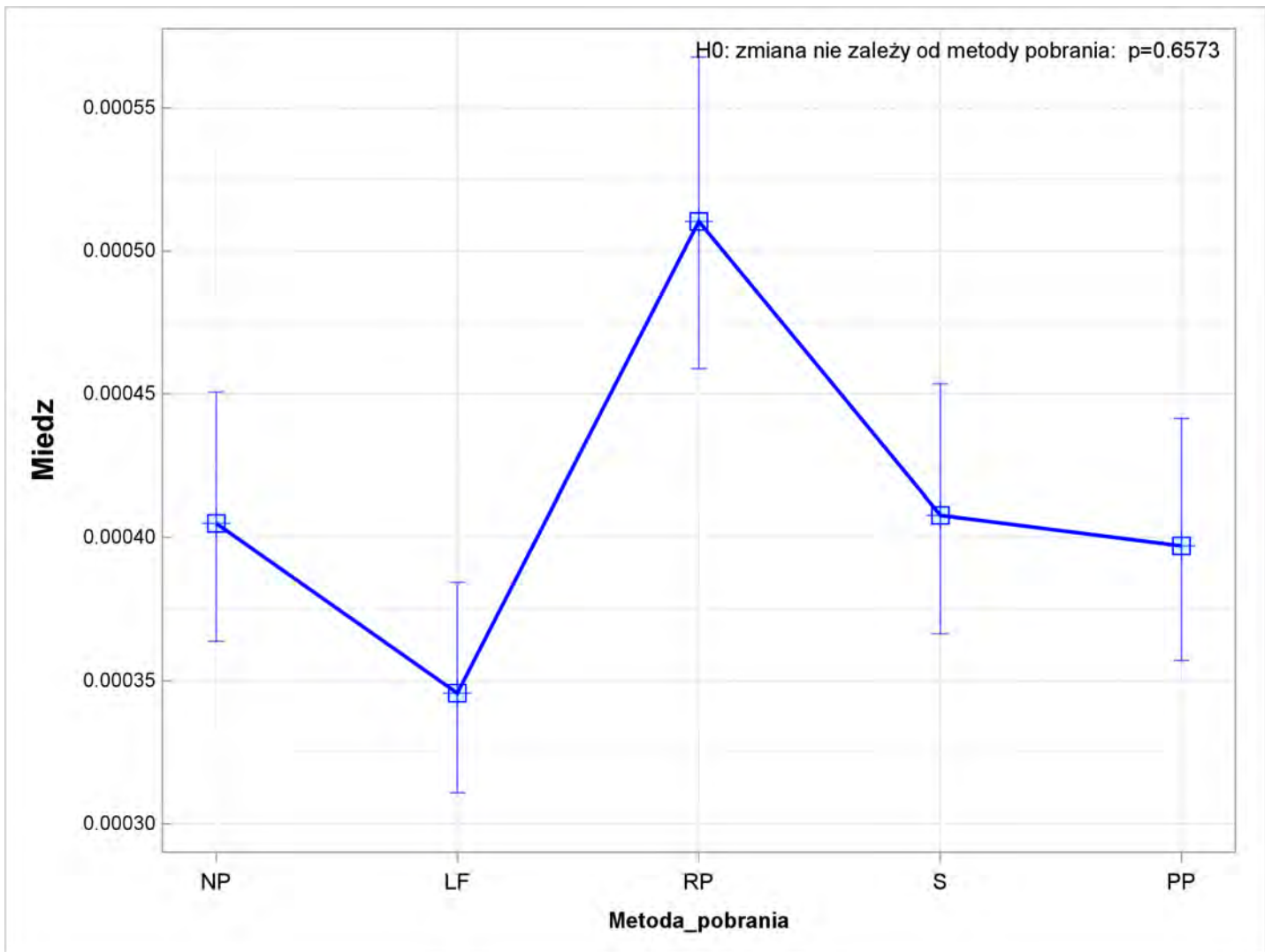
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

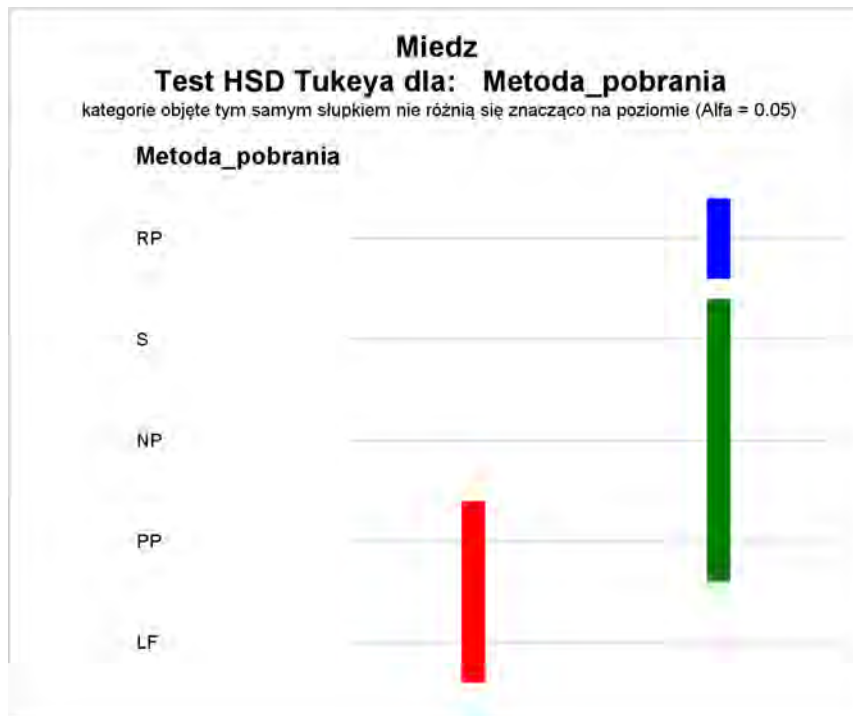
Simple statistics -----Miedz-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	0.00040	0.00002	0.00036	0.00045	37.58434	0.00069	0.00020	0.00029	0.00109	203.14836
LF	0.00035	0.00002	0.00031	0.00038	37.26889	0.00065	0.00018	0.00029	0.00101	195.77292
RP	0.00051	0.00003	0.00046	0.00057	37.42273	0.00113	0.00040	0.00035	0.00192	243.92852
S	0.00041	0.00002	0.00037	0.00045	37.49527	0.00107	0.00040	0.00029	0.00186	257.33718
PP	0.00040	0.00002	0.00036	0.00044	37.30786	0.00094	0.00034	0.00028	0.00159	248.89216

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

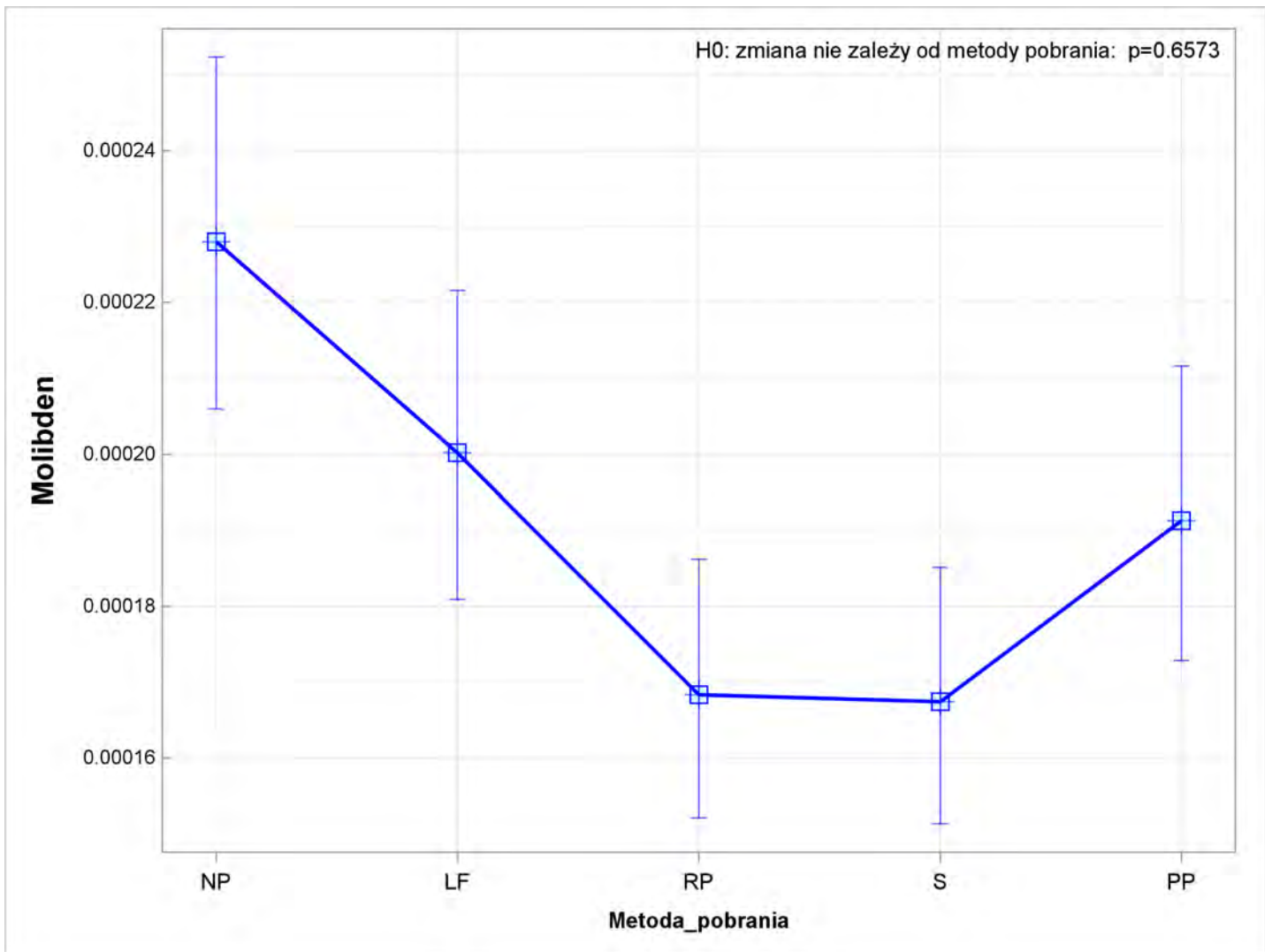
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

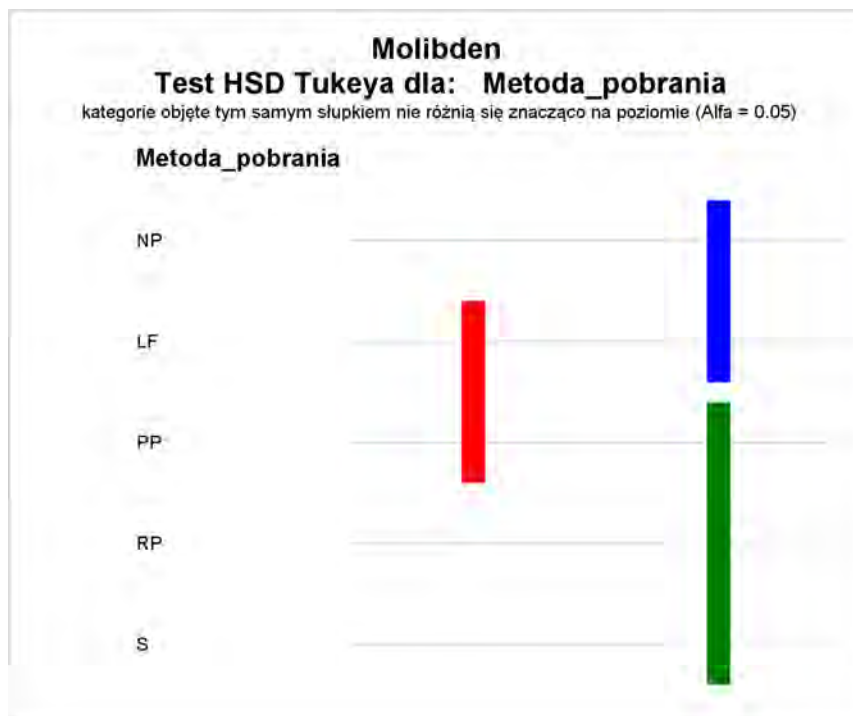
Simple statistics -----Molibden-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	0.00023	0.00001	0.00021	0.00025	35.66335	0.00088	0.00034	0.00022	0.00154	264.59780
LF	0.00020	0.00001	0.00018	0.00022	35.65220	0.00082	0.00031	0.00020	0.00143	265.69952
RP	0.00017	0.00001	0.00015	0.00019	35.50810	0.00068	0.00029	0.00012	0.00125	292.94358
S	0.00017	0.00001	0.00015	0.00019	35.47596	0.00069	0.00030	0.00011	0.00127	298.59939
PP	0.00019	0.00001	0.00017	0.00021	35.54887	0.00075	0.00029	0.00018	0.00132	269.99031

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

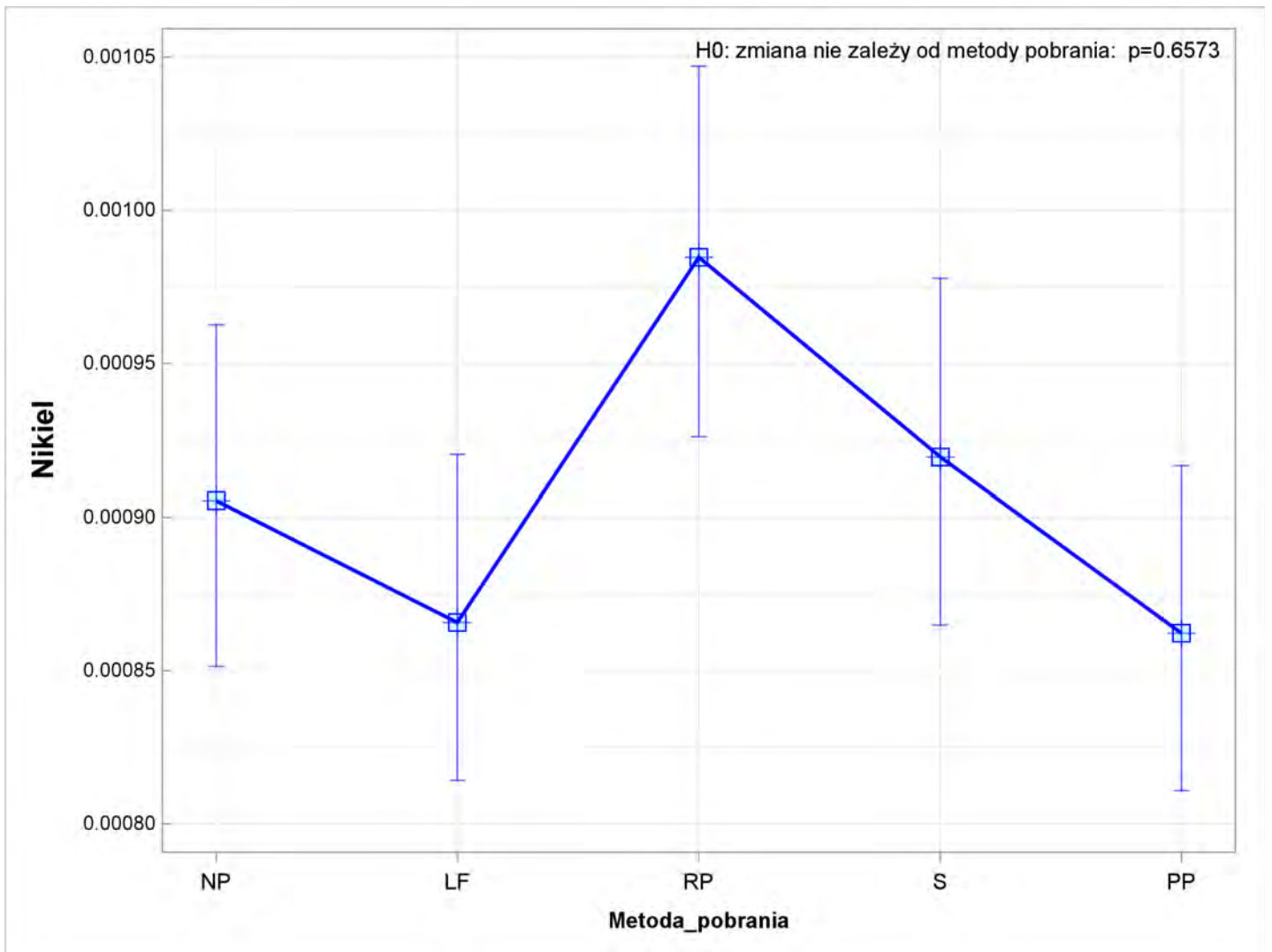
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

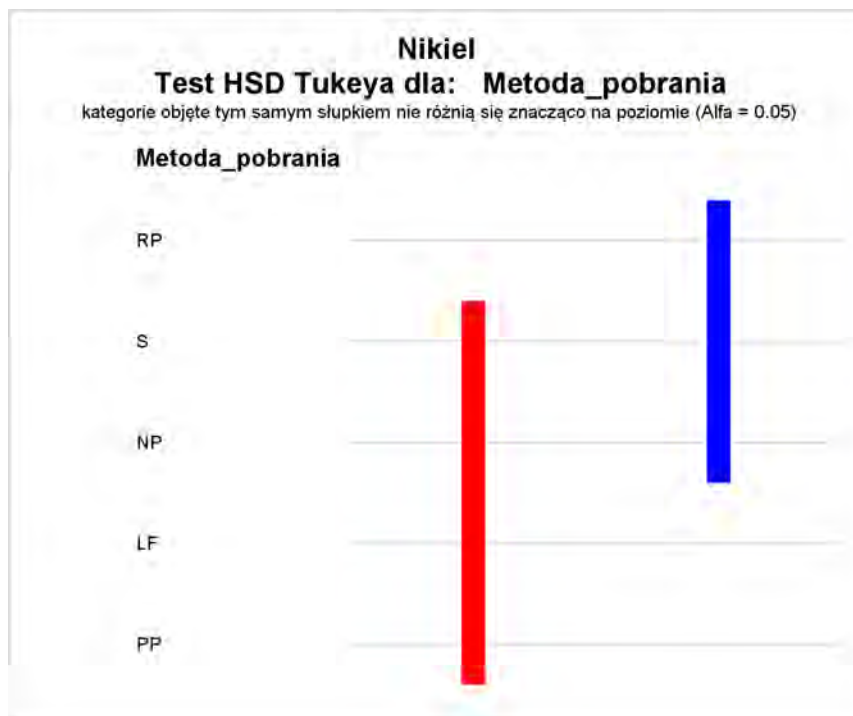
Simple statistics -----Nikiel-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	0.00091	0.00003	0.00085	0.00096	21.58641	0.00152	0.00029	0.00095	0.00208	132.30813
LF	0.00087	0.00003	0.00081	0.00092	21.52199	0.00150	0.00028	0.00094	0.00206	131.33530
RP	0.00098	0.00003	0.00093	0.00105	21.57627	0.00174	0.00033	0.00109	0.00240	132.66806
S	0.00092	0.00003	0.00086	0.00098	21.58059	0.00169	0.00034	0.00103	0.00235	138.90295
PP	0.00086	0.00003	0.00081	0.00092	21.54972	0.00157	0.00032	0.00096	0.00219	138.88889

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

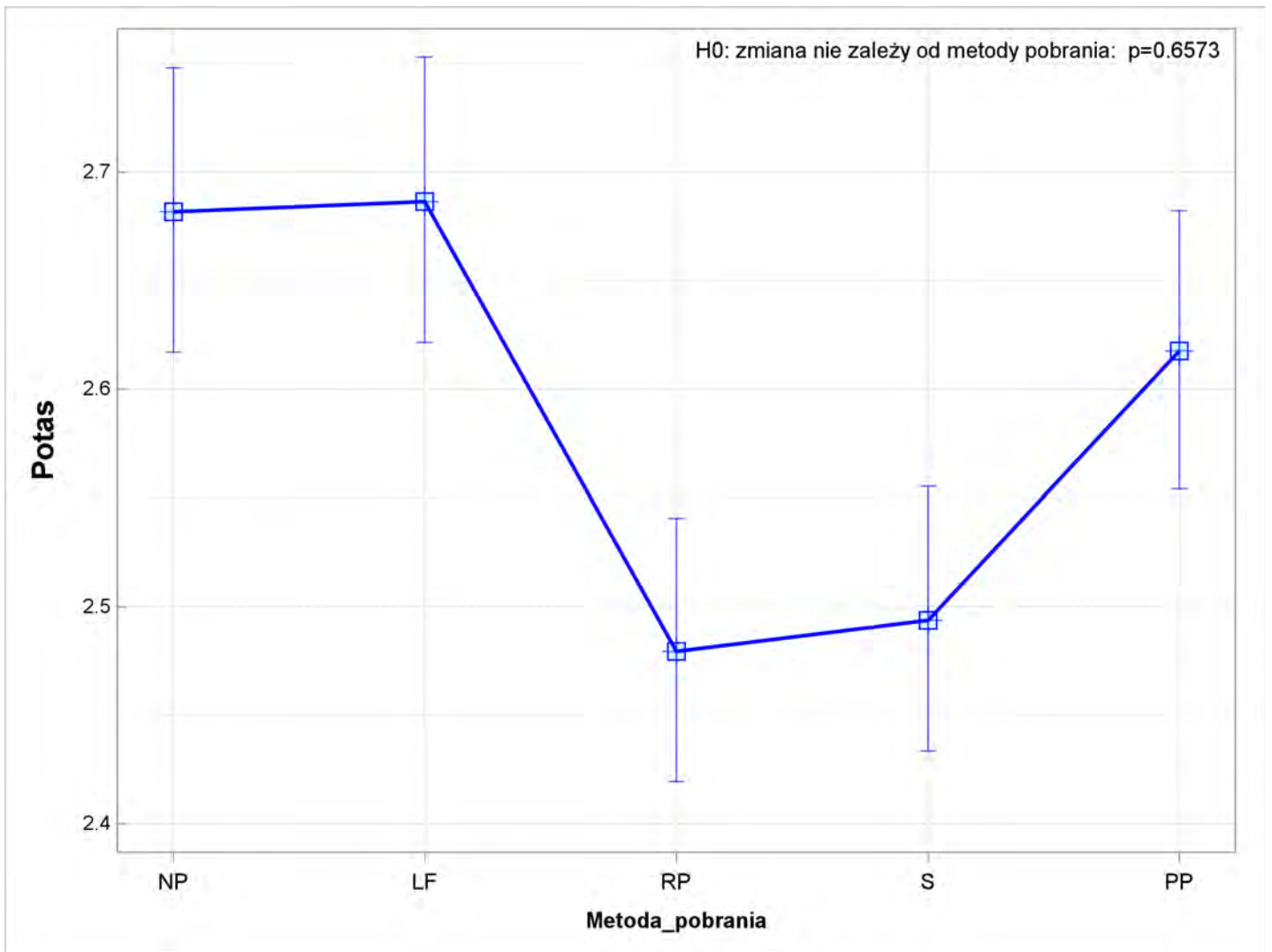
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

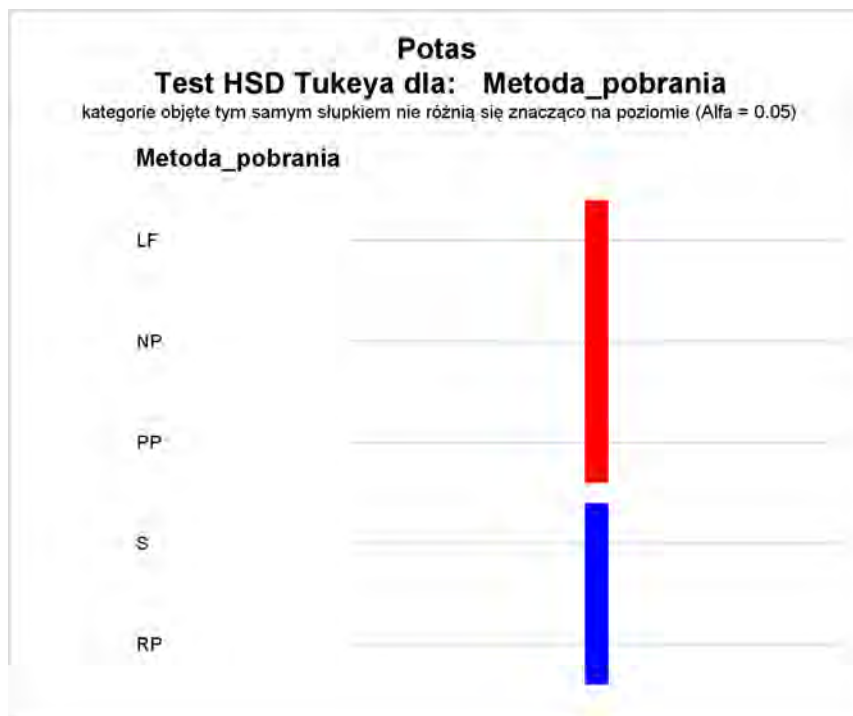
Simple statistics -----Potas-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	2.68185	0.03326	2.61709	2.74823	8.59232	8.41250	2.93466	2.66056	14.16444	241.68742
LF	2.68656	0.03334	2.62163	2.75309	8.59865	8.03958	2.87063	2.41315	13.66602	247.37990
RP	2.47941	0.03075	2.41953	2.54076	8.59116	7.33125	2.50328	2.42482	12.23768	236.56567
S	2.49378	0.03092	2.43357	2.55549	8.59024	7.43750	2.57650	2.38756	12.48744	240.00685
PP	2.61755	0.03246	2.55433	2.68233	8.59234	7.89167	2.69442	2.61060	13.17274	236.54717

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

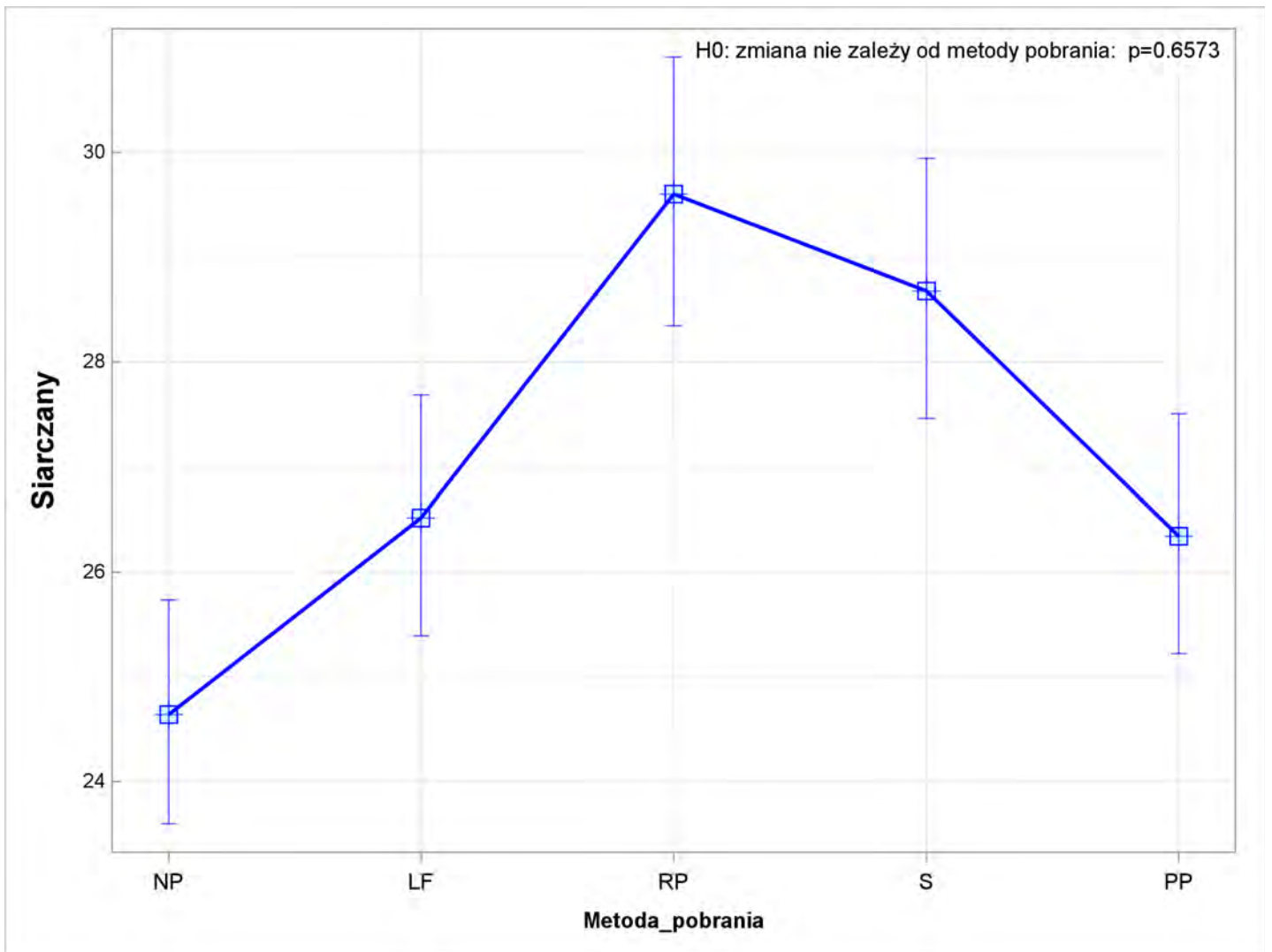
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

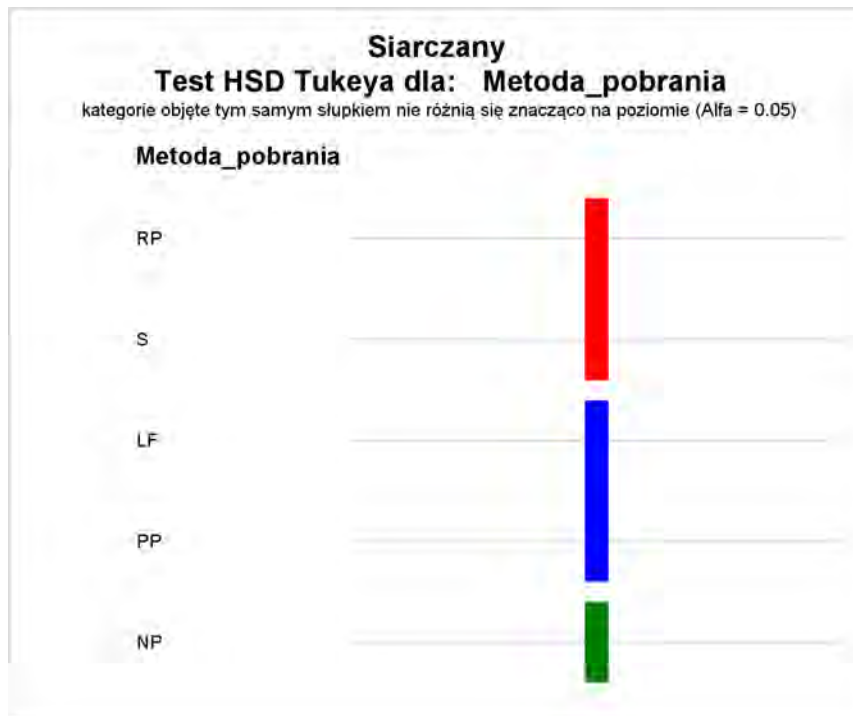
Simple statistics -----Siarczany-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	24.64003	0.54217	23.59415	25.73228	15.24445	38.61458	4.82012	29.16714	48.06203	86.48234
LF	26.51277	0.58250	25.38904	27.68624	15.22168	40.77542	4.97776	31.01900	50.53184	84.57783
RP	29.59962	0.65067	28.34440	30.91044	15.22994	44.86250	5.48552	34.11087	55.61413	84.71402
S	28.67428	0.63066	27.45769	29.94479	15.23776	44.61938	5.57519	33.69200	55.54675	86.56792
PP	26.33960	0.57976	25.22121	27.50758	15.24953	42.24417	5.63620	31.19721	53.29112	92.43583

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

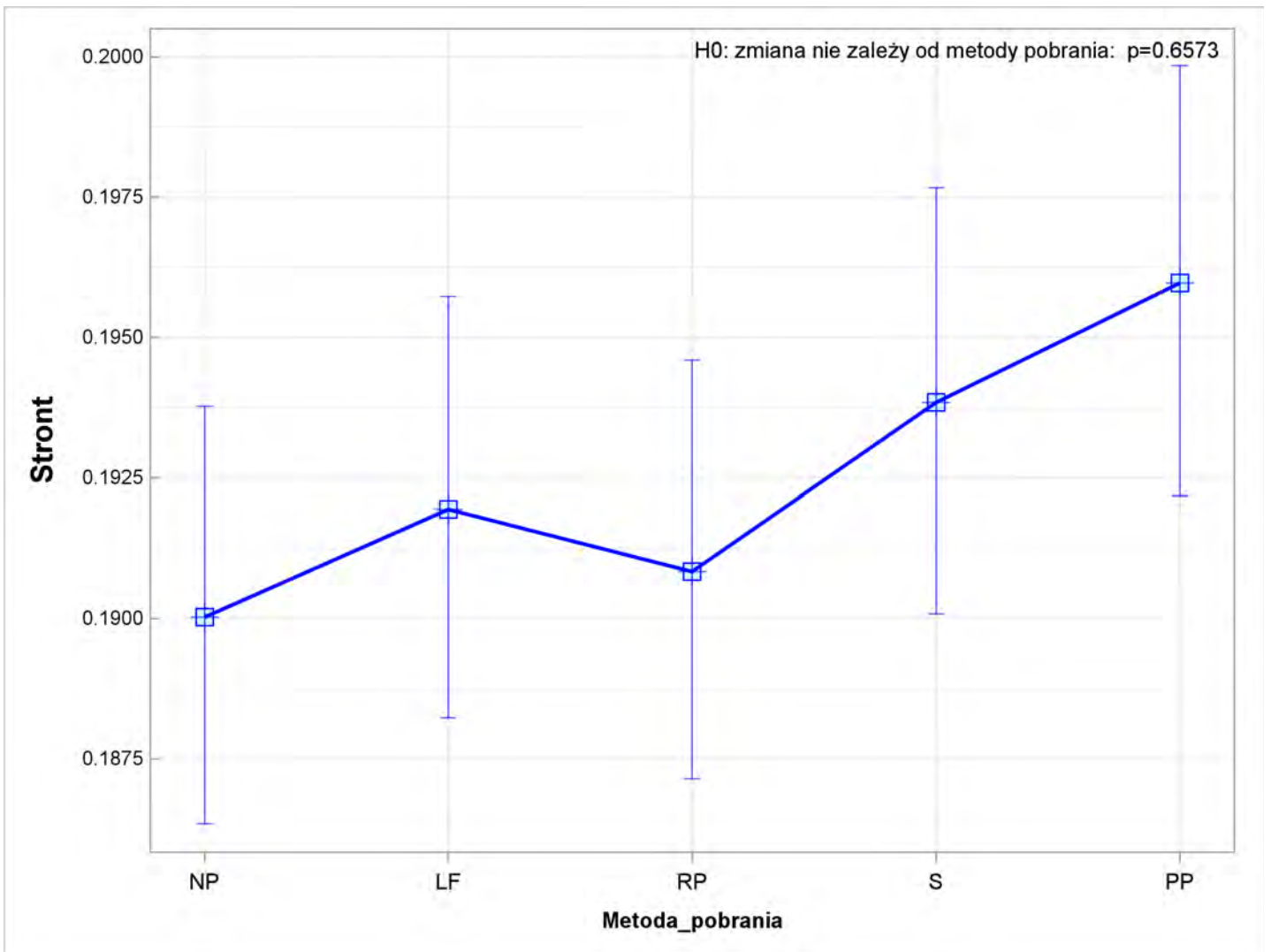
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

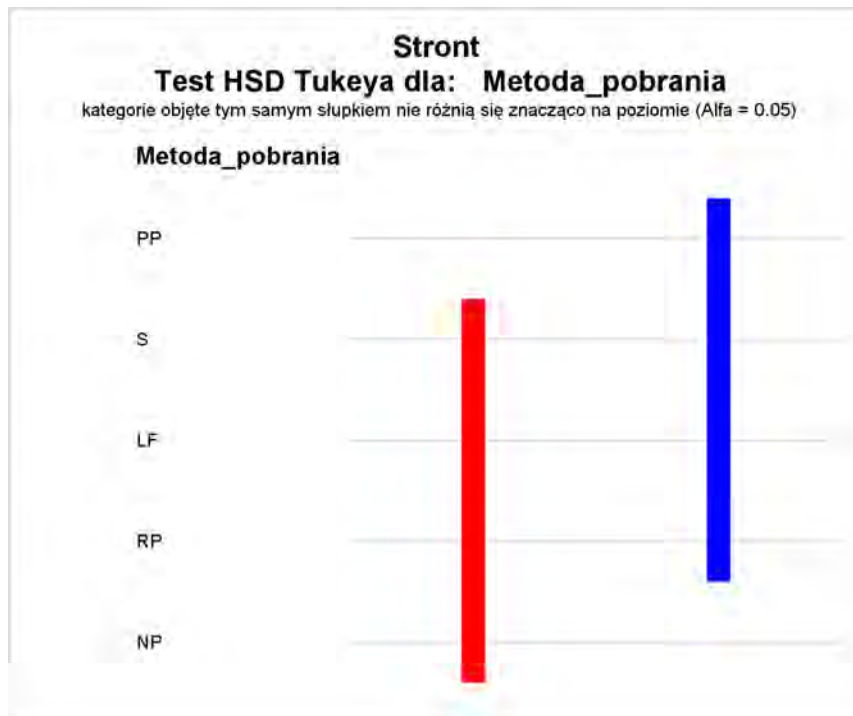
Simple statistics -----Stront-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	0.19002	0.00189	0.18634	0.19377	6.87525	0.20785	0.01358	0.18124	0.23446	45.25243
LF	0.19195	0.00190	0.18823	0.19574	6.87241	0.21300	0.01476	0.18406	0.24194	48.02345
RP	0.19083	0.00189	0.18714	0.19460	6.87226	0.21298	0.01535	0.18289	0.24307	49.94197
S	0.19384	0.00192	0.19009	0.19767	6.87274	0.21742	0.01596	0.18614	0.24869	50.84762
PP	0.19597	0.00194	0.19218	0.19984	6.87326	0.21869	0.01566	0.18800	0.24937	49.59806

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

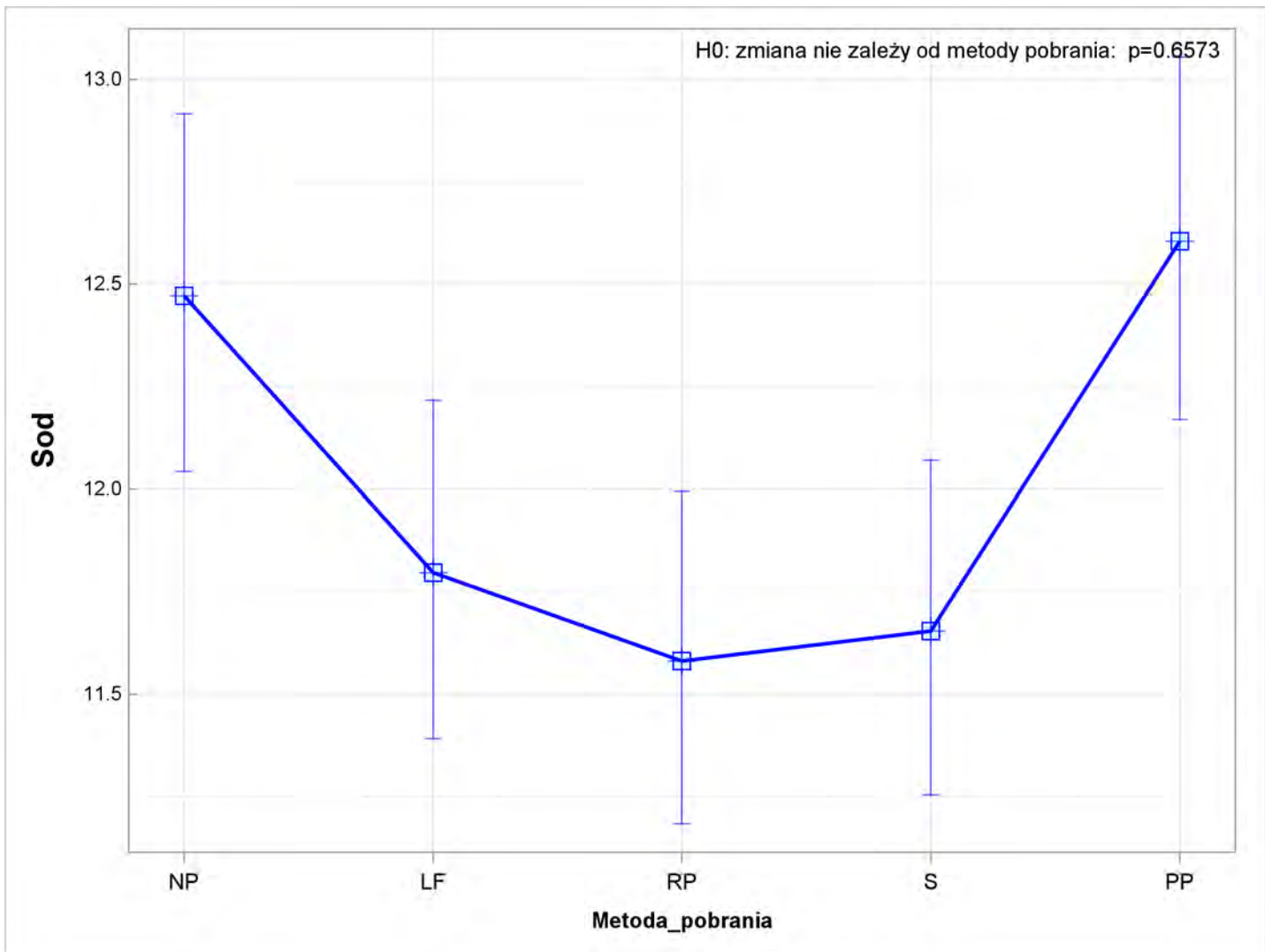
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

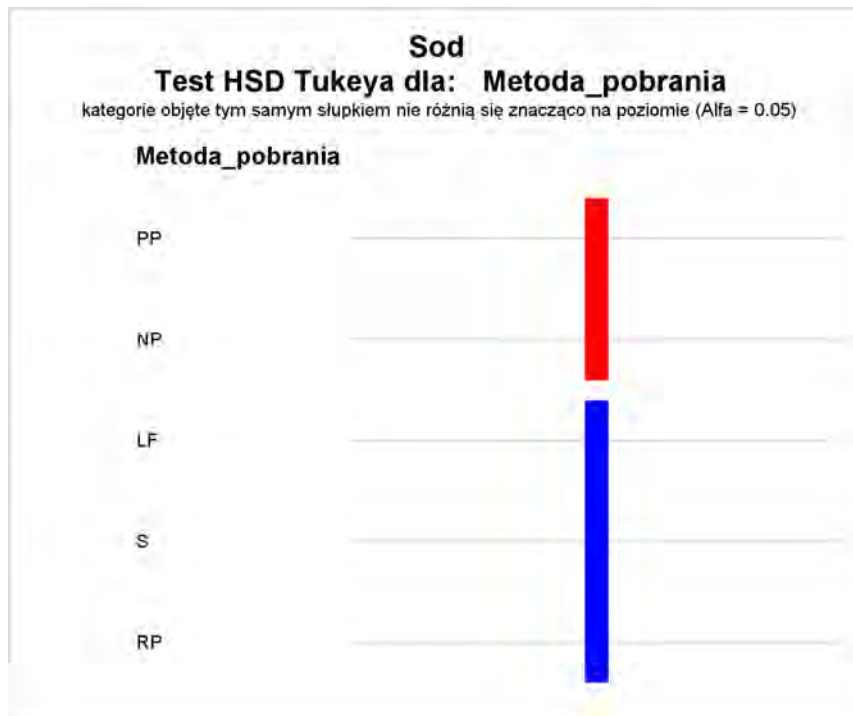
Simple statistics -----Sod-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	12.47189	0.22143	12.04295	12.91611	12.30065	17.99375	2.20807	13.66594	22.32156	85.01808
LF	11.79640	0.20940	11.39076	12.21648	12.29849	16.96458	2.08858	12.87097	21.05820	85.29590
RP	11.58136	0.20563	11.18302	11.99389	12.30147	16.41458	2.01396	12.46721	20.36195	85.00465
S	11.65473	0.20696	11.25383	12.06992	12.30273	16.49792	2.01879	12.54109	20.45475	84.77796
PP	12.60477	0.22445	12.17001	13.05507	12.33687	17.67292	2.13163	13.49492	21.85091	83.56495

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

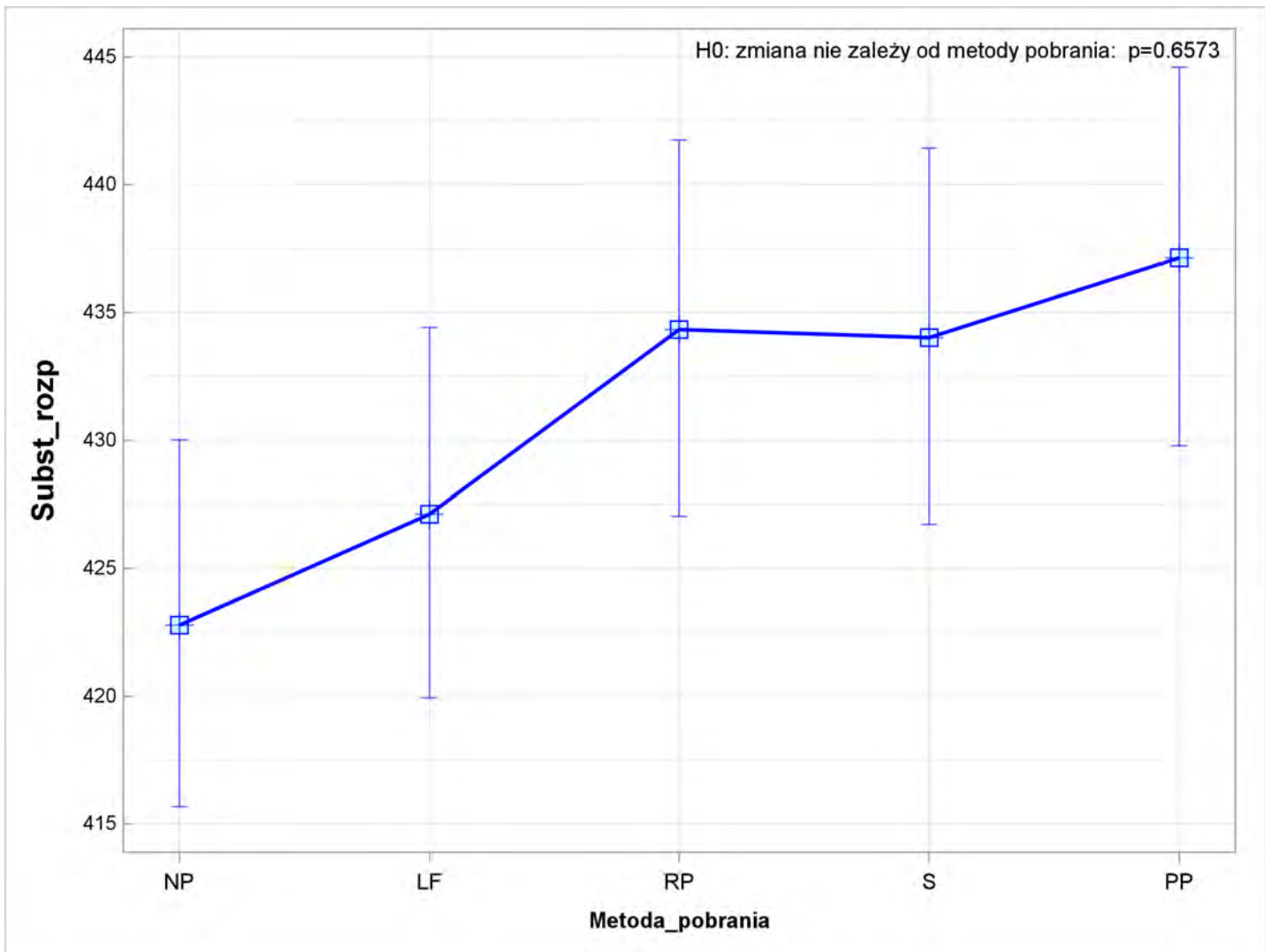
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

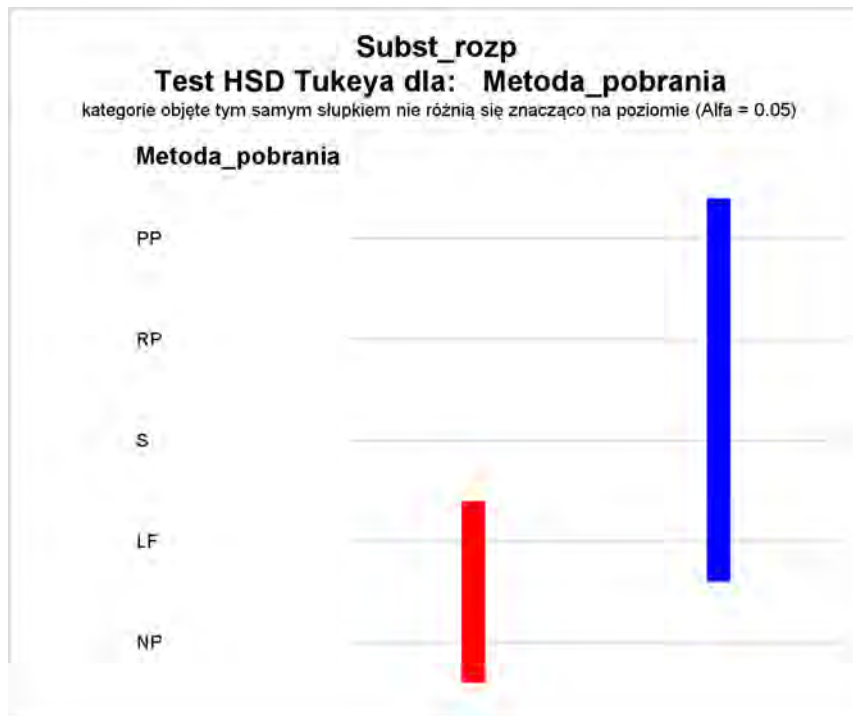
Simple statistics -----Subst_rozp-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	422.77869	3.63789	415.66809	430.01093	5.96152	435.43750	16.22159	403.64318	467.23182	25.81001
LF	427.11103	3.67377	419.93028	434.41457	5.95925	444.47917	18.71127	407.80507	481.15326	29.16571
RP	434.33042	3.73593	427.02817	441.75754	5.95936	454.87500	21.03873	413.63909	496.11091	32.04410
S	434.01131	3.73326	426.71428	441.43312	5.95947	454.87500	21.12389	413.47218	496.27782	32.17380
PP	437.12923	3.76010	429.77975	444.60440	5.95950	457.50000	20.91375	416.50906	498.49094	31.67097

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

The PLM Procedure

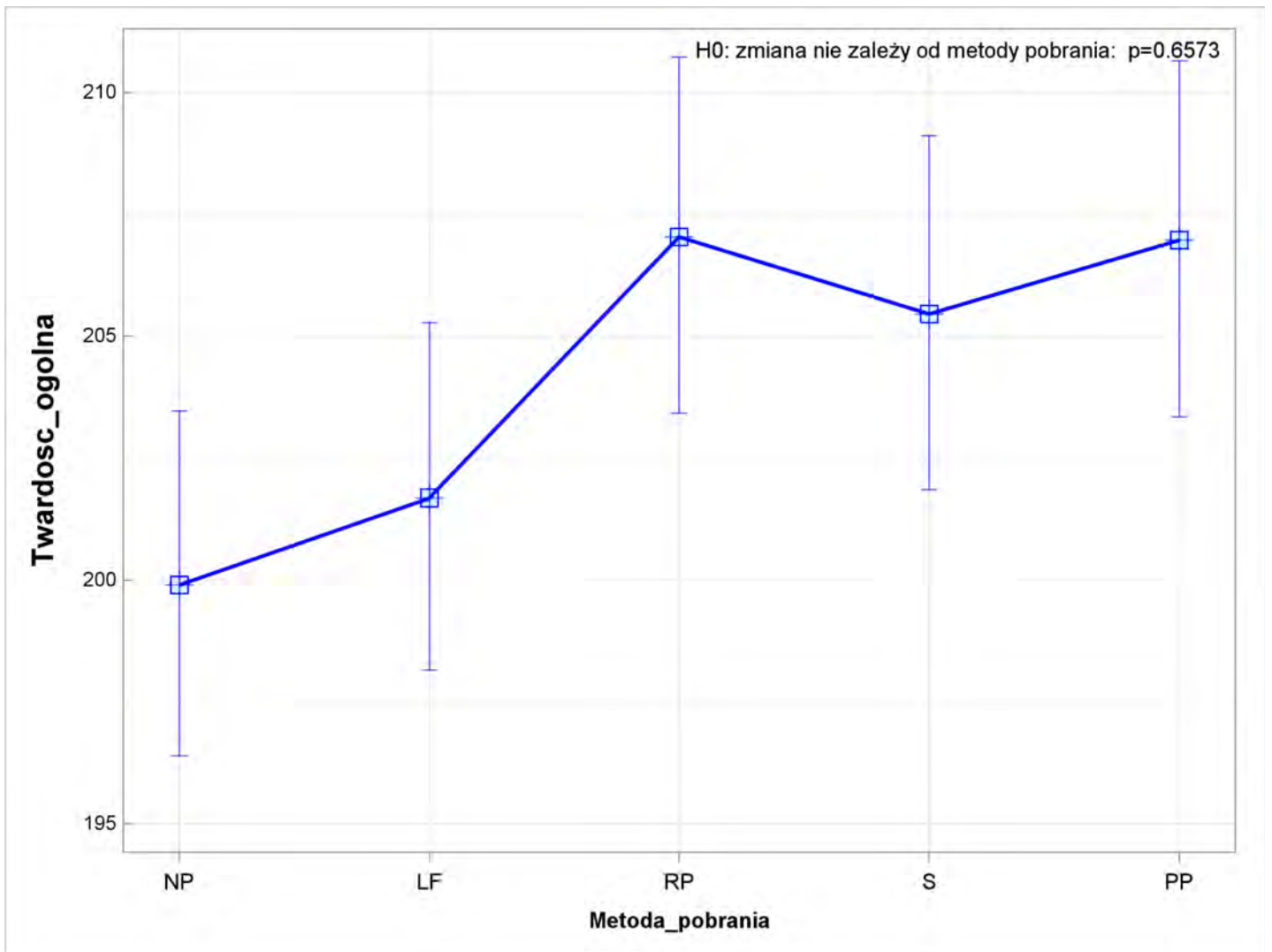


----- Metoda_pobrania -----

Simple statistics
-----Twardosc_ogolna-----

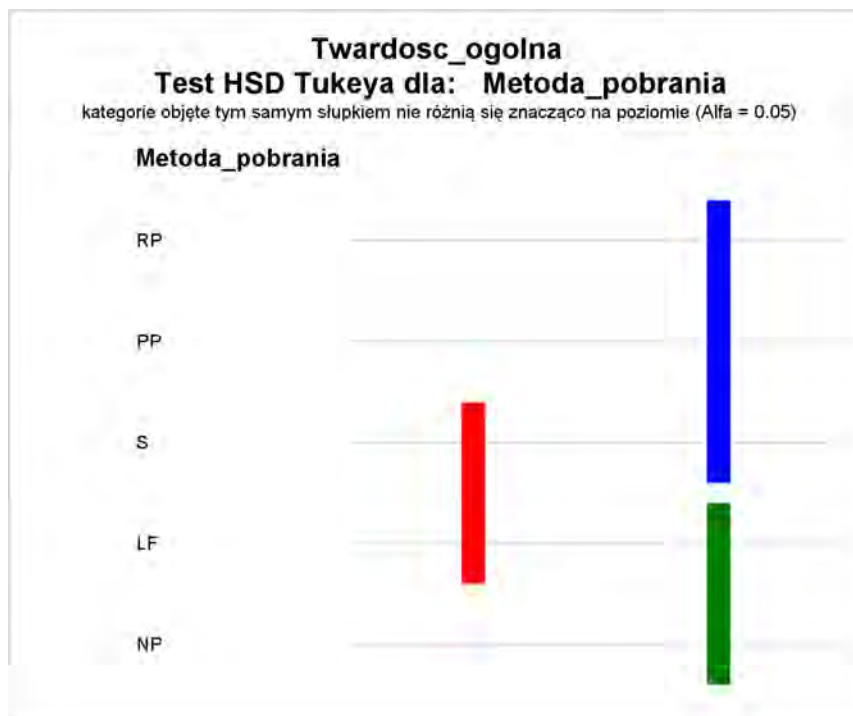
Metoda_pobrania	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	199.90349	1.79202	196.40205	203.46734	6.21073	216.54167	11.16848	194.65145	238.43188	35.73330
LF	201.68675	1.80727	198.15550	205.28093	6.20822	221.79167	12.80784	196.68830	246.89503	40.00841
RP	207.04016	1.85529	203.41509	210.72984	6.20837	229.79167	14.34130	201.68272	257.90061	43.23892
S	205.44880	1.84120	201.85127	209.11045	6.20894	228.97917	14.52329	200.51352	257.44482	43.94300
PP	206.96733	1.85474	203.34334	210.65591	6.20872	228.47917	13.84764	201.33780	255.62054	41.99037

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

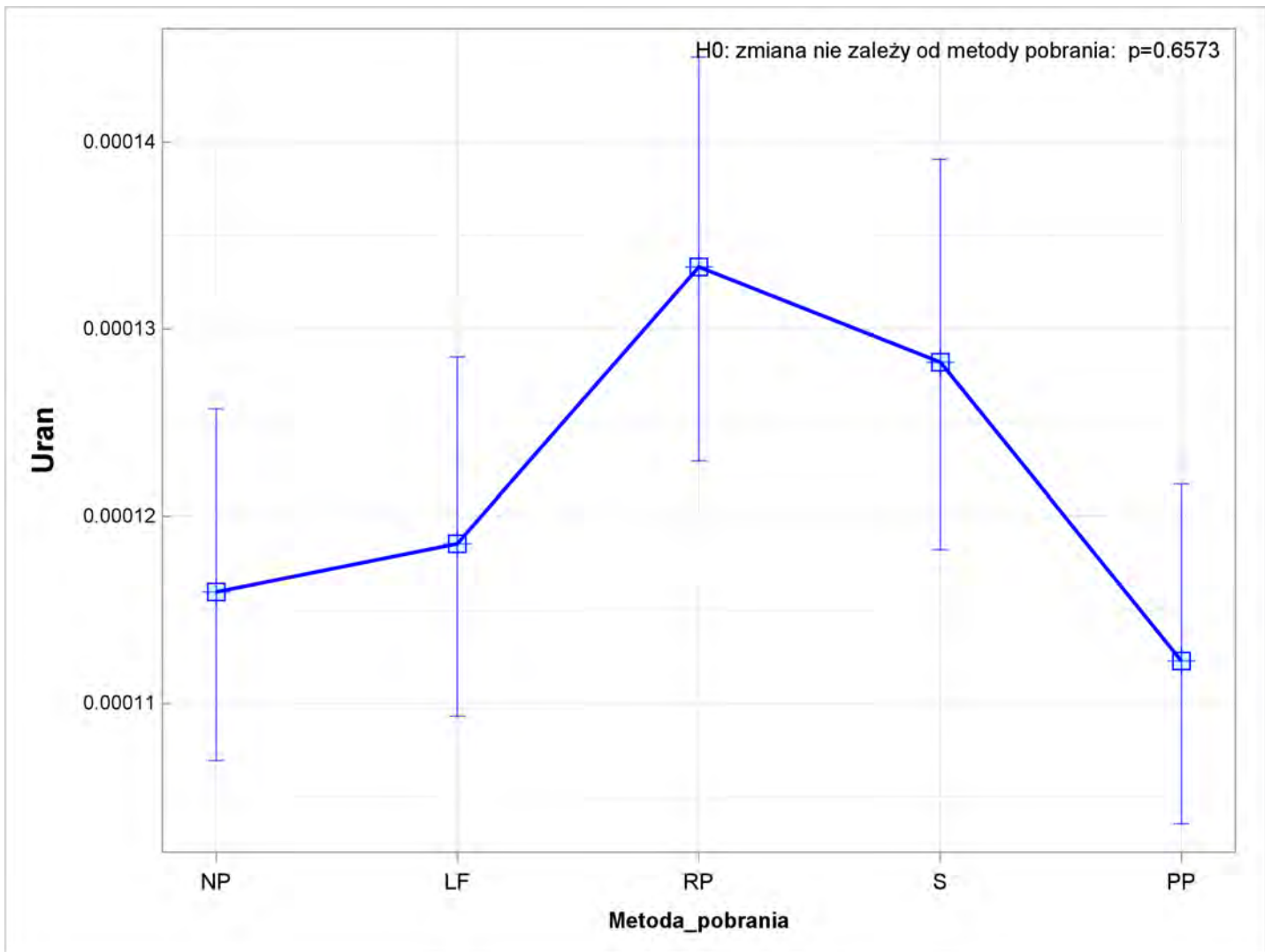
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

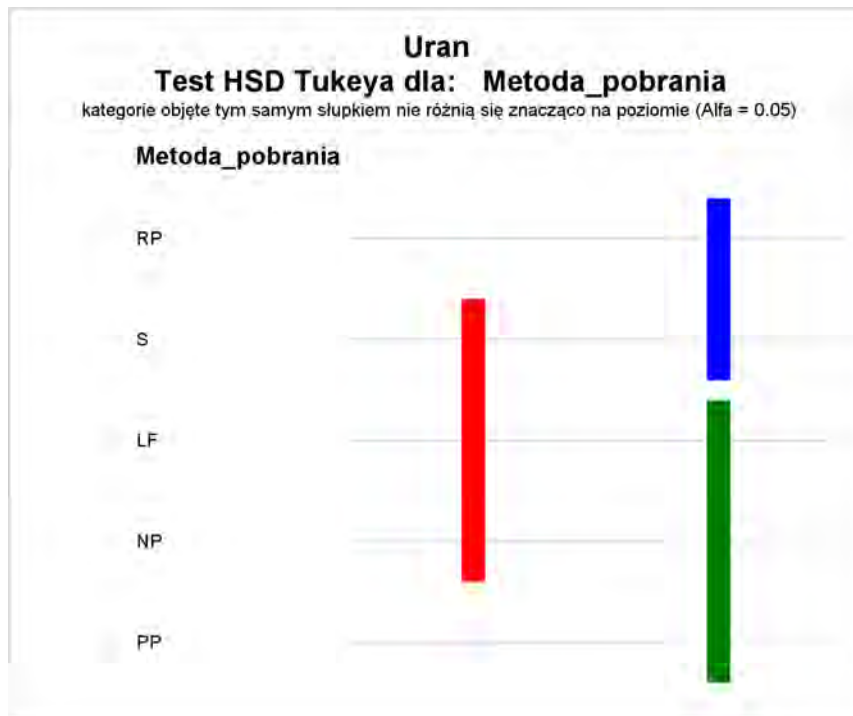
Simple statistics -----Uran-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	0.00012	0.00000	0.00011	0.00013	28.46051	0.00072	0.00031	0.00010	0.00133	302.70915
LF	0.00012	0.00000	0.00011	0.00013	28.43175	0.00081	0.00035	0.00012	0.00150	299.33682
RP	0.00013	0.00001	0.00012	0.00014	28.43974	0.00075	0.00030	0.00015	0.00134	281.15458
S	0.00013	0.00001	0.00012	0.00014	28.54440	0.00075	0.00031	0.00015	0.00136	283.91627
PP	0.00011	0.00000	0.00010	0.00012	28.38664	0.00061	0.00022	0.00017	0.00105	252.38979

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

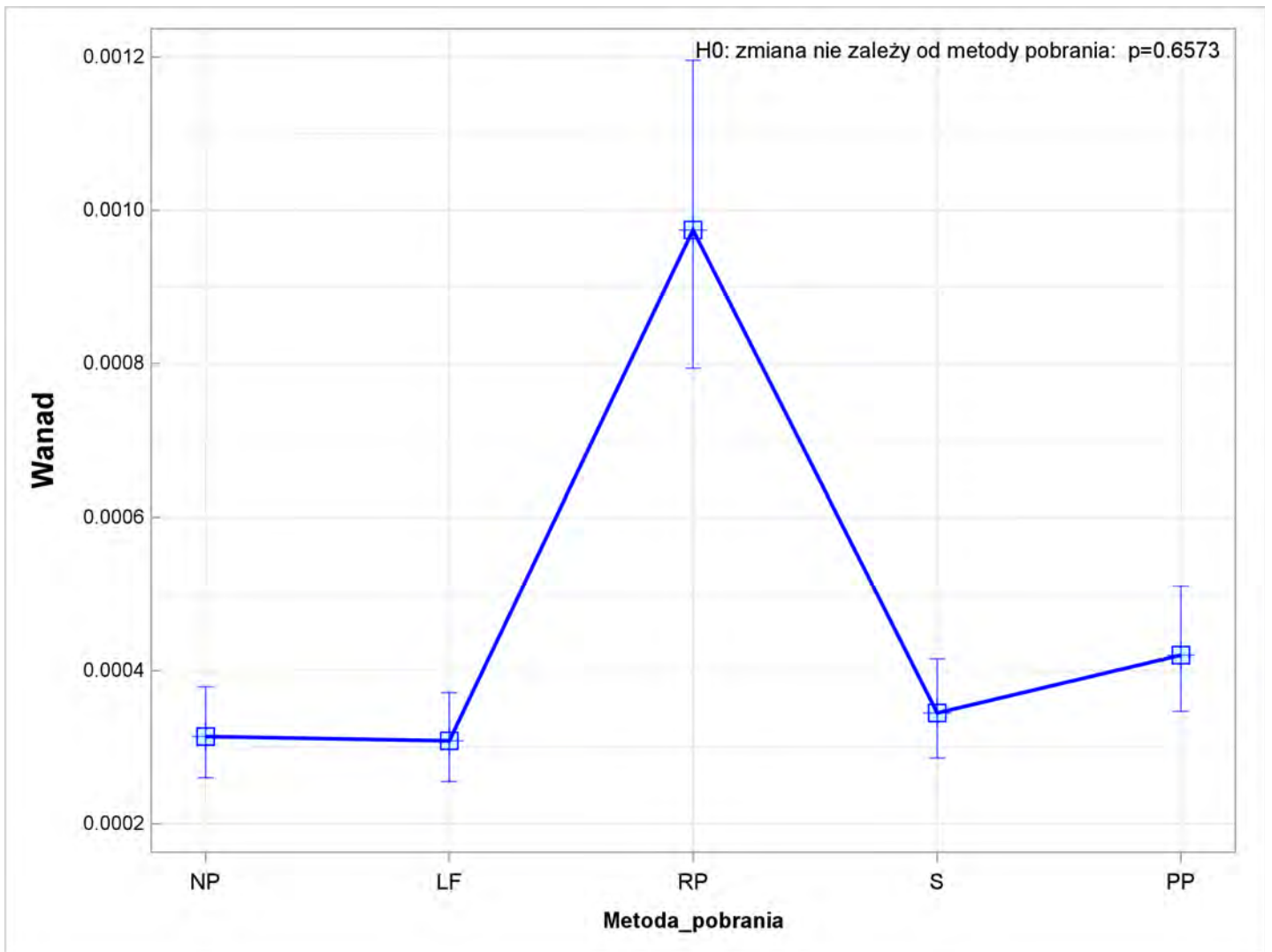
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

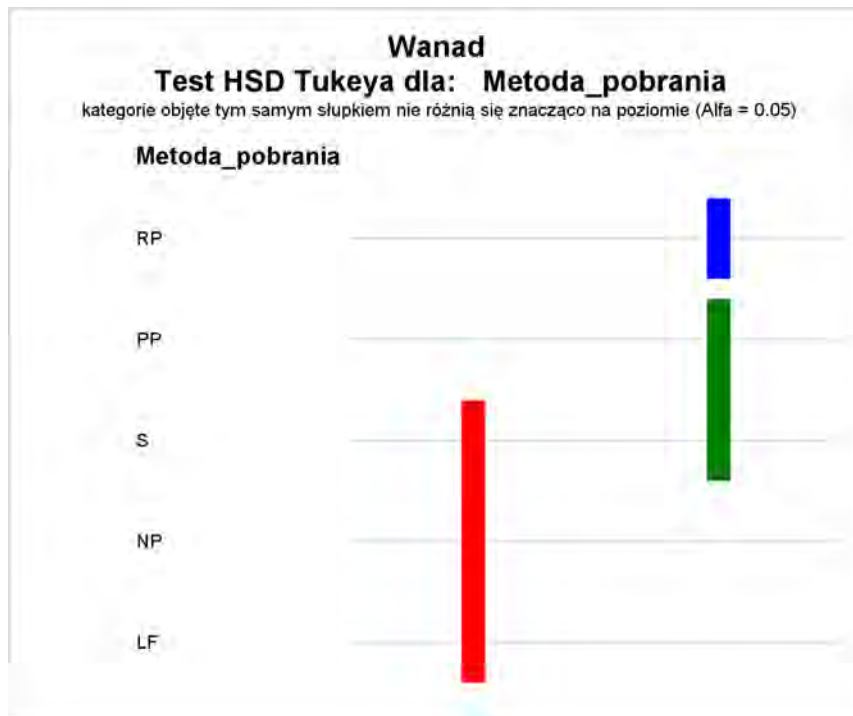
Simple statistics -----Wanad-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	0.00031	0.00003	0.00026	0.00038	66.05598	0.00034	0.00003	0.00028	0.00039	56.33278
LF	0.00031	0.00003	0.00026	0.00037	65.61951	0.00035	0.00003	0.00029	0.00040	54.80084
RP	0.00097	0.00010	0.00079	0.00120	71.94527	0.00115	0.00026	0.00064	0.00166	156.49140
S	0.00034	0.00003	0.00029	0.00041	65.36960	0.00041	0.00004	0.00033	0.00048	64.80030
PP	0.00042	0.00004	0.00035	0.00051	67.80900	0.00042	0.00003	0.00036	0.00047	44.17237

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

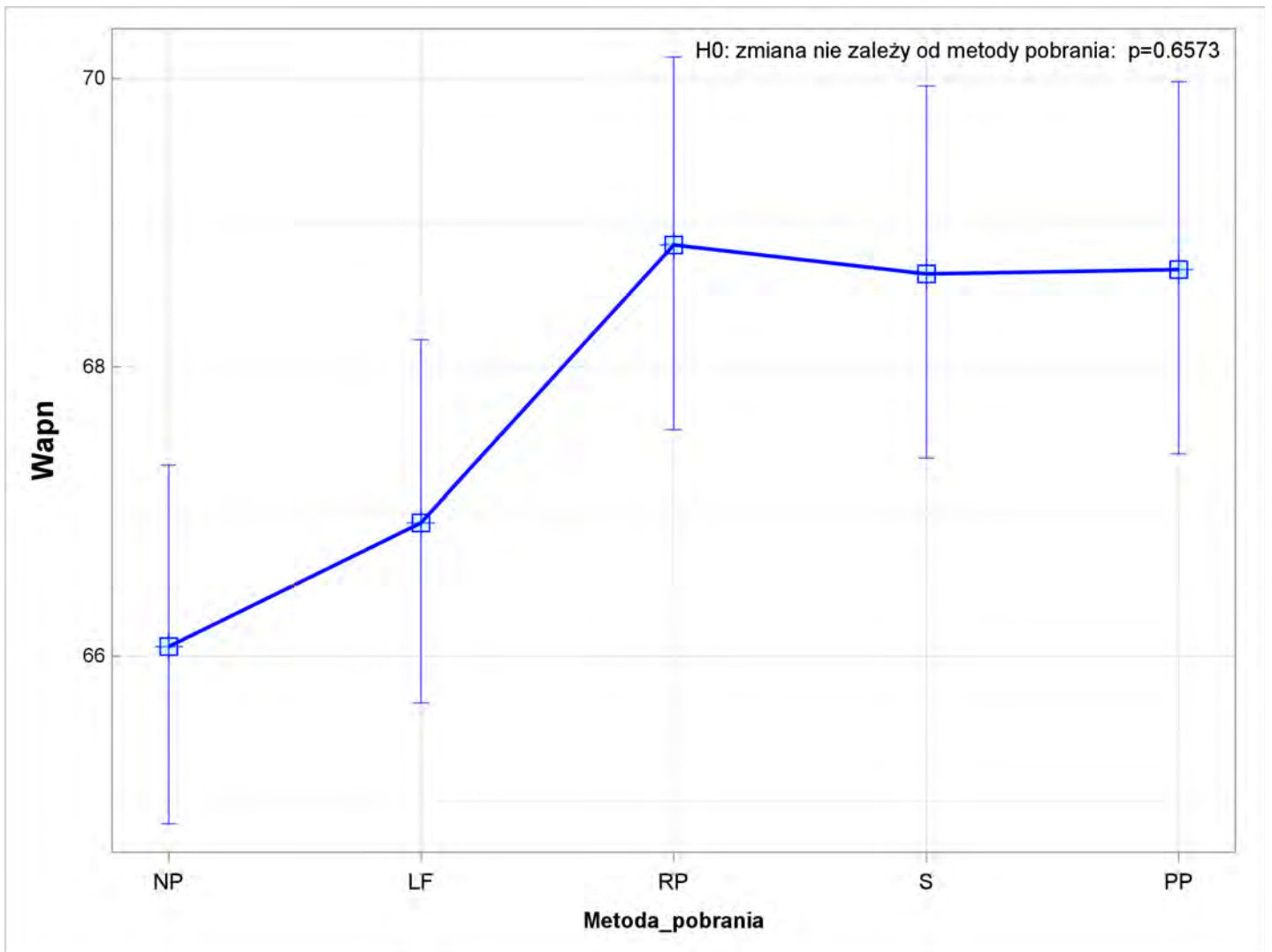
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

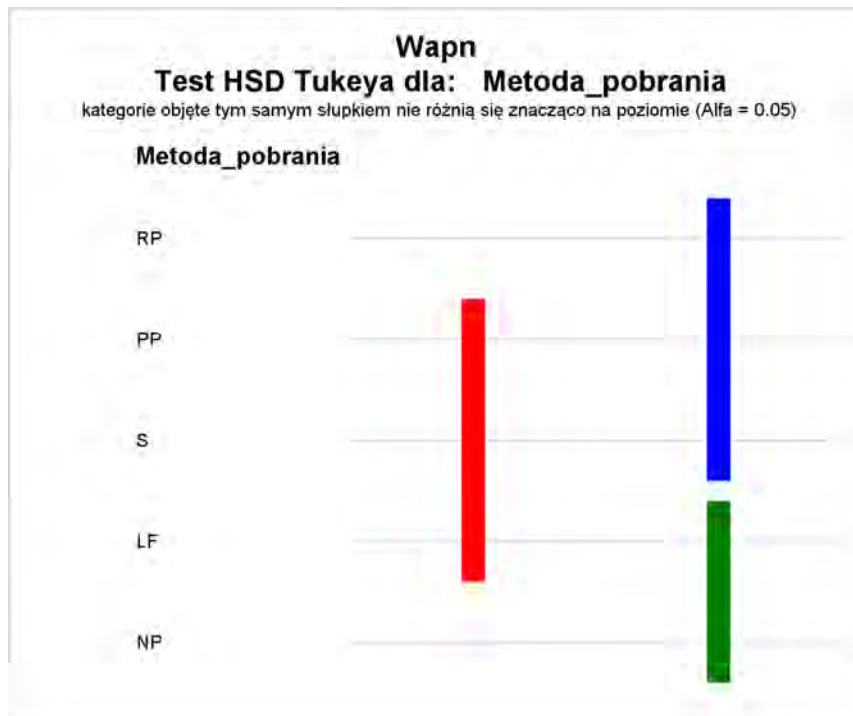
Simple statistics -----Wapn-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	66.06837	0.62890	64.84023	67.31978	6.59492	73.00417	3.99228	65.17929	80.82904	37.88735
LF	66.92341	0.63673	65.67997	68.19040	6.59175	74.94167	4.37713	66.36249	83.52084	40.46566
RP	68.84361	0.65502	67.56446	70.14698	6.59189	77.94583	5.00559	68.13487	87.75680	44.49215
S	68.64551	0.65321	67.36991	69.94527	6.59262	78.02500	5.10672	68.01584	88.03416	45.34491
PP	68.67528	0.65343	67.39923	69.97549	6.59206	77.33542	4.84982	67.82977	86.84106	43.44779

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

The PLM Procedure

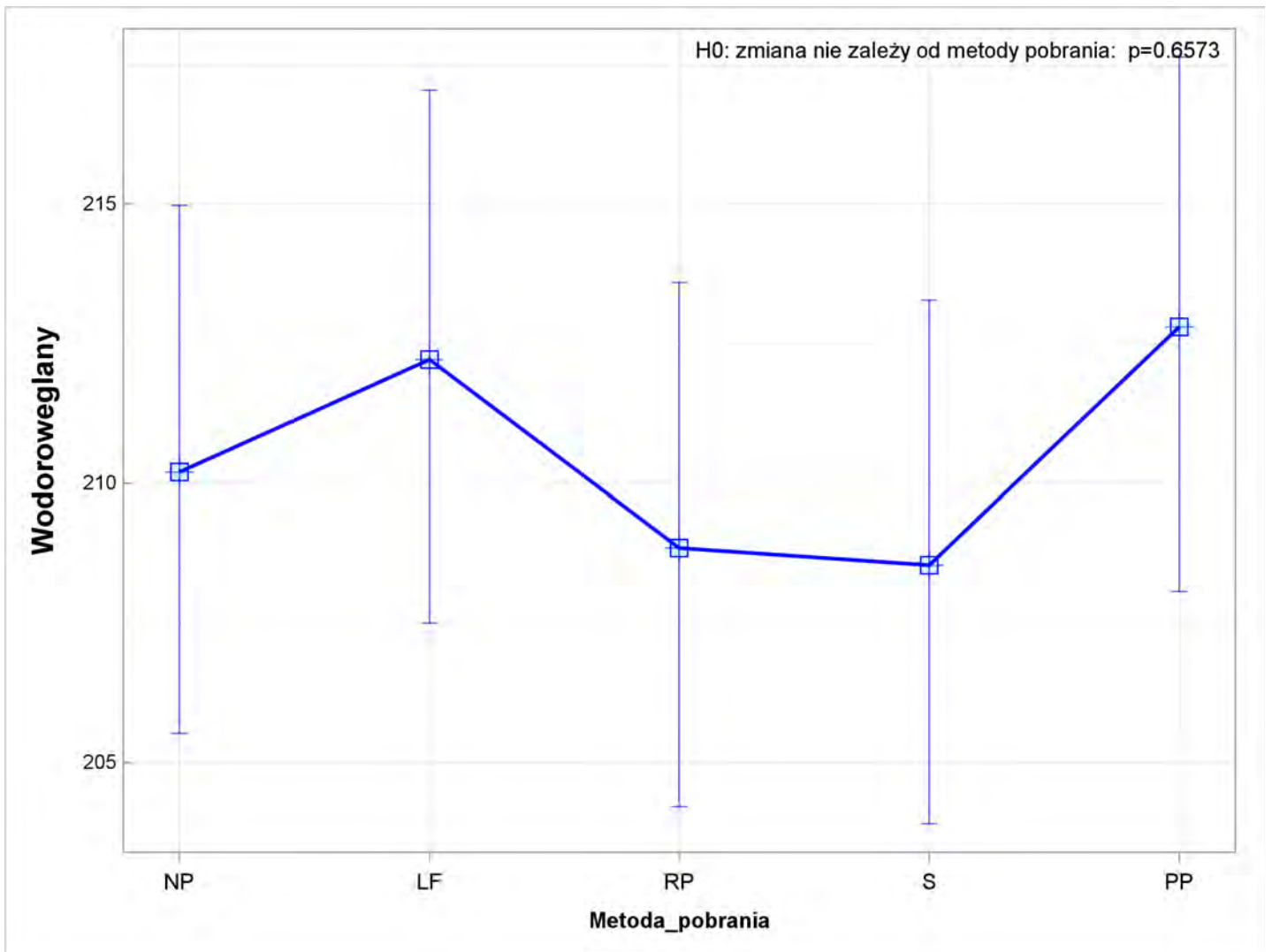


----- Metoda_pobrania -----

Simple statistics
-----Wodoroweglany-----

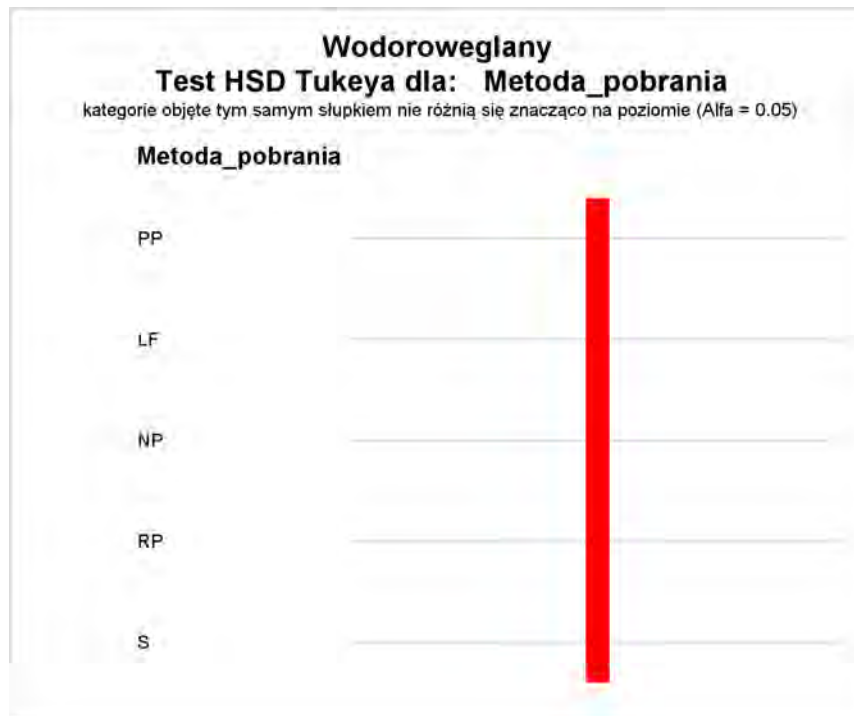
Metoda_pobrania	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	210.20060	2.39934	205.52379	214.98383	7.90822	225.72917	11.79617	202.60868	248.84966	36.20545
LF	212.22134	2.42084	207.50260	217.04739	7.90309	232.29167	13.24182	206.33771	258.24563	39.49431
RP	208.85372	2.38218	204.21032	213.60270	7.90229	232.02083	13.77335	205.02506	259.01660	41.12759
S	208.54192	2.37874	203.90523	213.28406	7.90269	232.02083	13.81089	204.95149	259.09018	41.23968
PP	212.80219	2.42740	208.07064	217.64133	7.90291	235.72917	14.05062	208.18995	263.26839	41.29551

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

The PLM Procedure

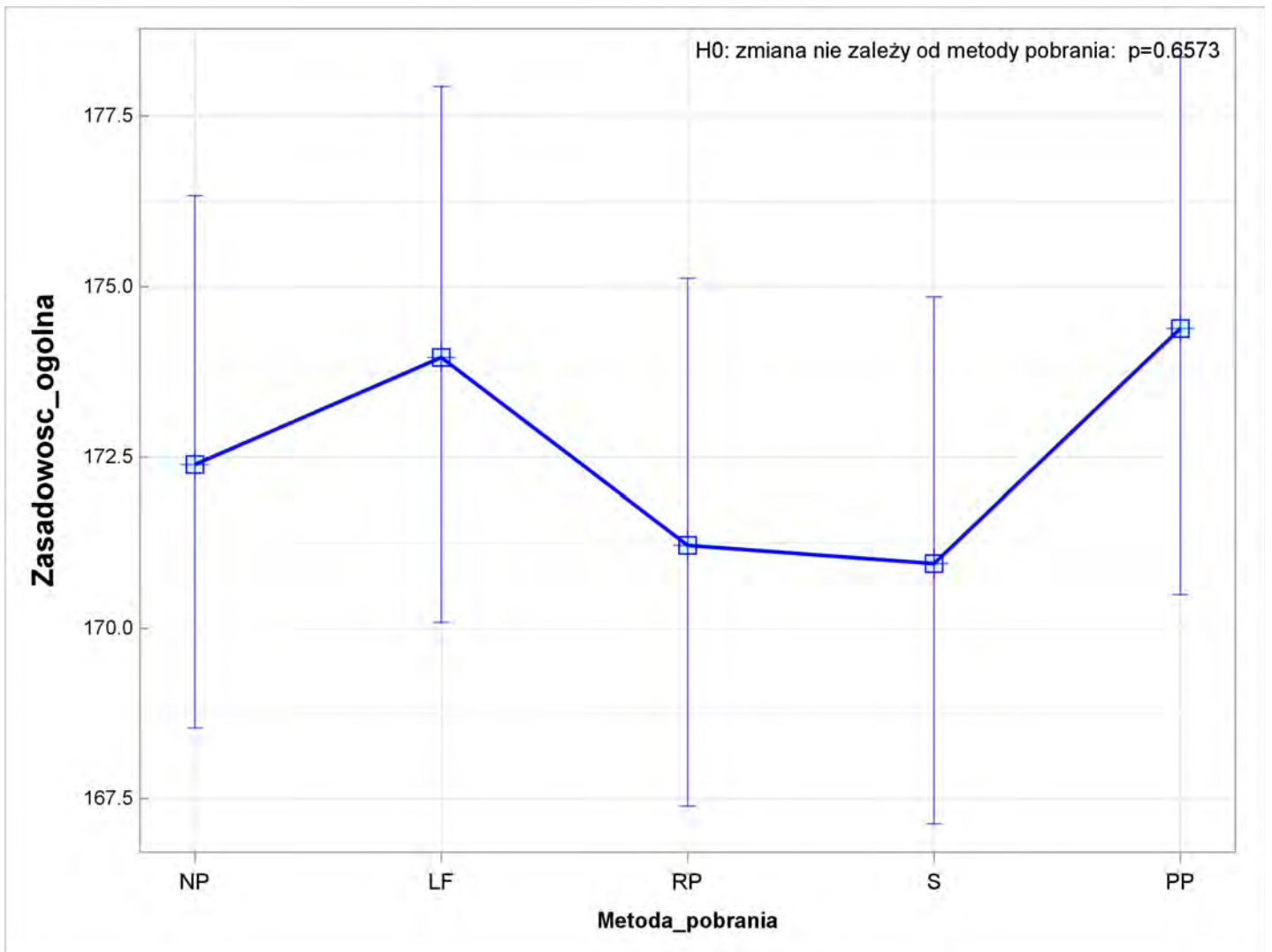


----- Metoda_pobrania -----

Simple statistics
-----Zasadowosc_ogolna-----

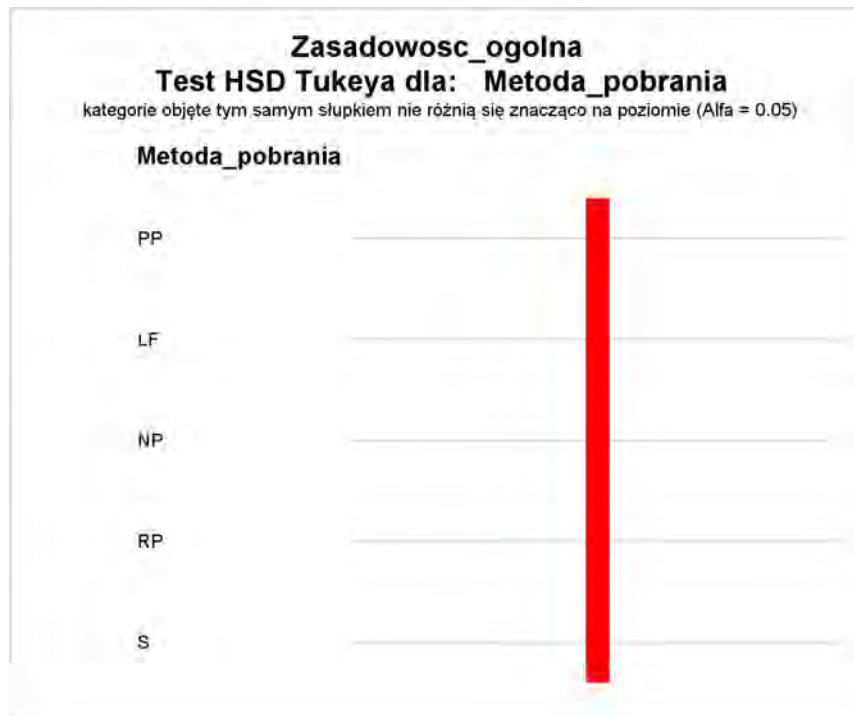
Metoda_pobrania	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	172.38945	1.97619	168.53763	176.32930	7.94216	185.06250	9.65681	166.13516	203.98984	36.15228
LF	173.96468	1.99294	170.08019	177.93788	7.93695	190.41667	10.85334	169.14411	211.68922	39.48928
RP	171.21131	1.96120	167.38869	175.12123	7.93614	190.20833	11.28727	168.08529	212.33138	41.11307
S	170.94667	1.95826	167.12977	174.85074	7.93653	190.22917	11.33000	168.02236	212.43598	41.26422
PP	174.38423	1.99770	170.49047	178.36692	7.93676	193.20833	11.52568	170.61800	215.79866	41.32961

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

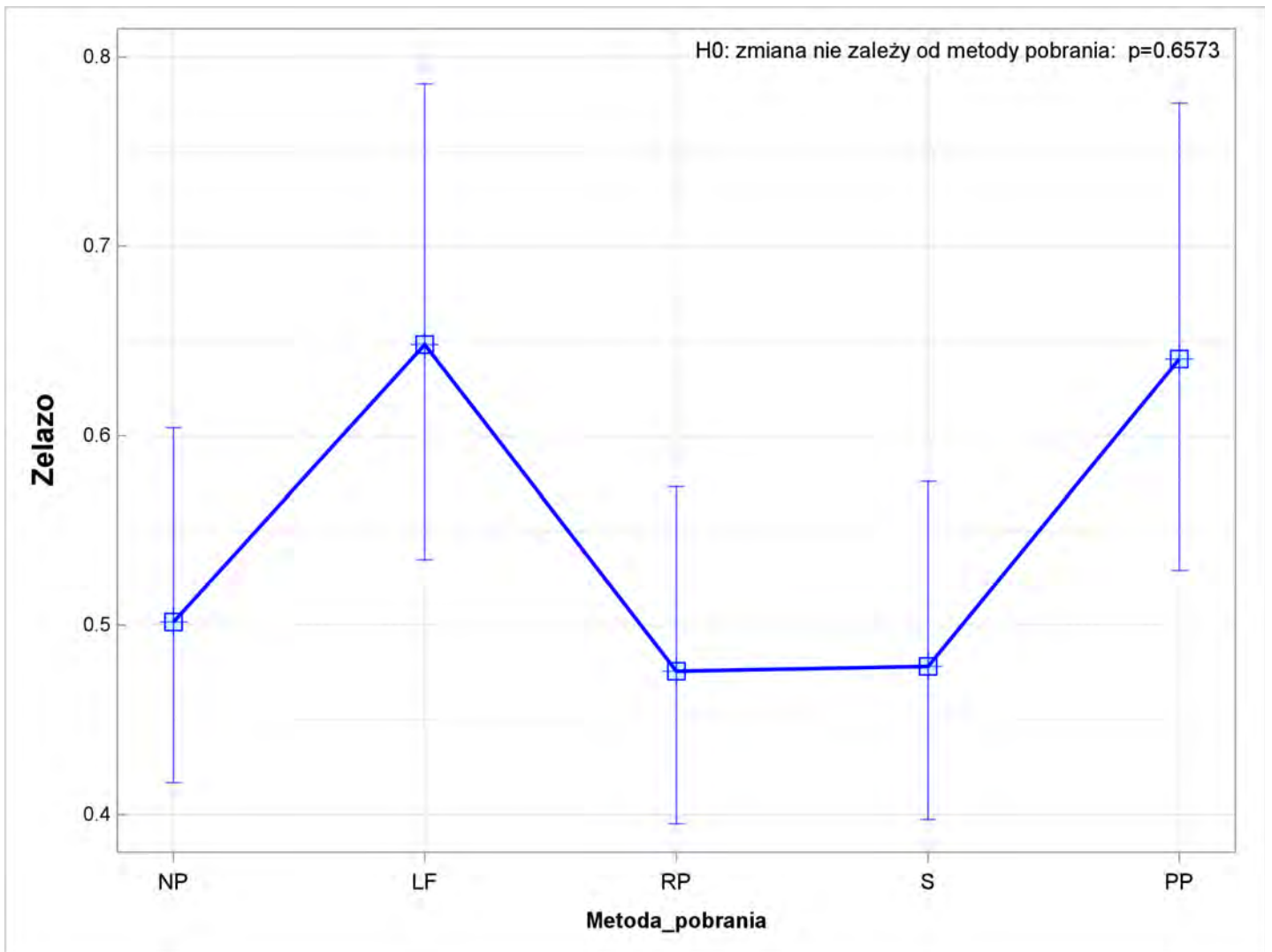
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

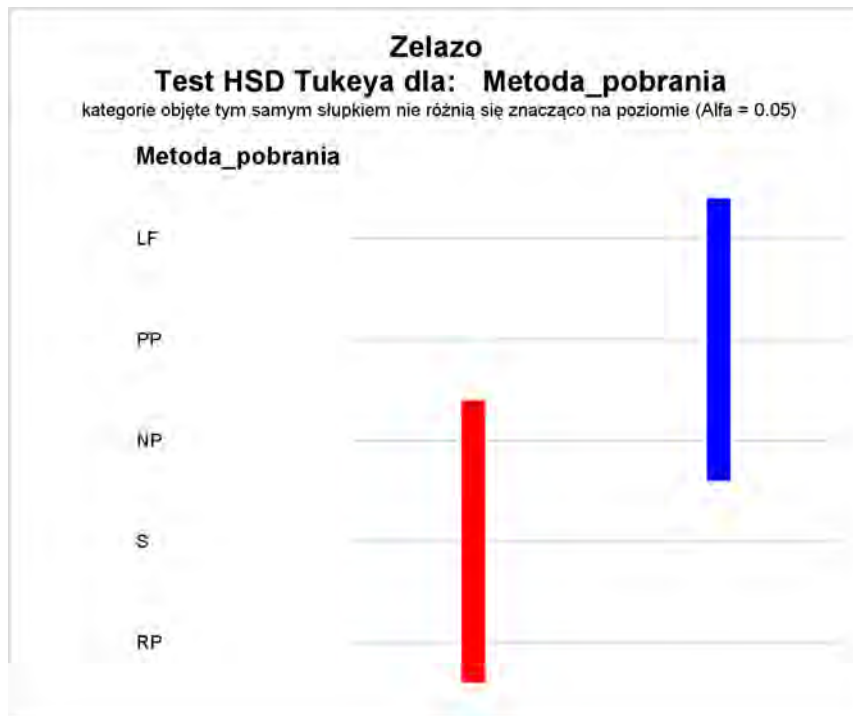
Simple statistics -----Zelazo-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	0.50184	0.04727	0.41680	0.60424	65.26129	2.84156	0.55889	1.74613	3.93699	136.26767
LF	0.64809	0.06333	0.53455	0.78576	67.69585	3.29833	0.69738	1.93147	4.66520	146.48591
RP	0.47583	0.04487	0.39511	0.57303	65.33191	3.23812	0.58292	2.09561	4.38064	124.71935
S	0.47846	0.04502	0.39747	0.57596	65.18579	3.65625	0.70707	2.27039	5.04211	133.98274
PP	0.64055	0.06221	0.52894	0.77569	67.28365	3.41458	0.62809	2.18353	4.64564	127.43966

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

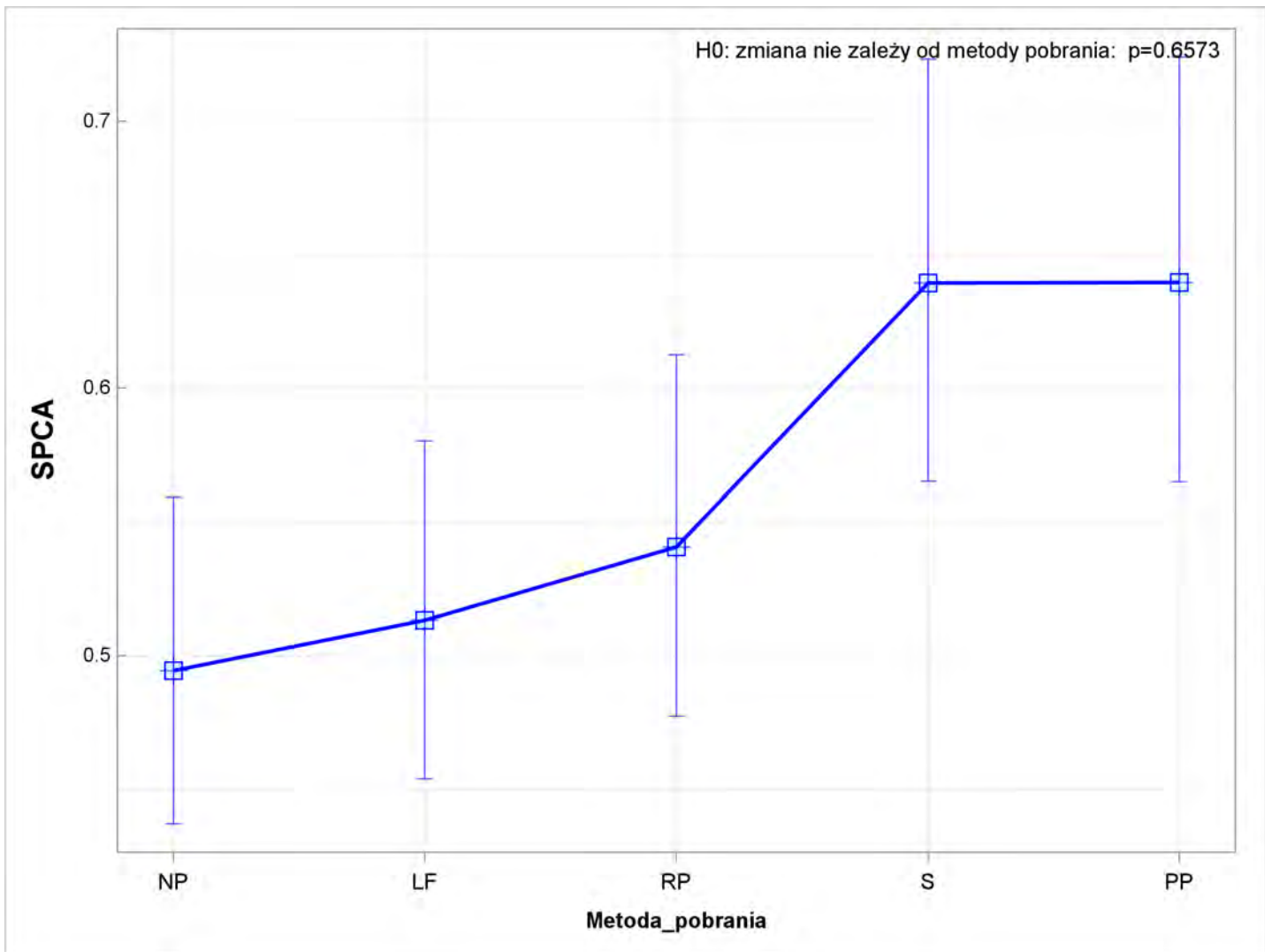
The PLM Procedure



----- Metoda_pobrania -----

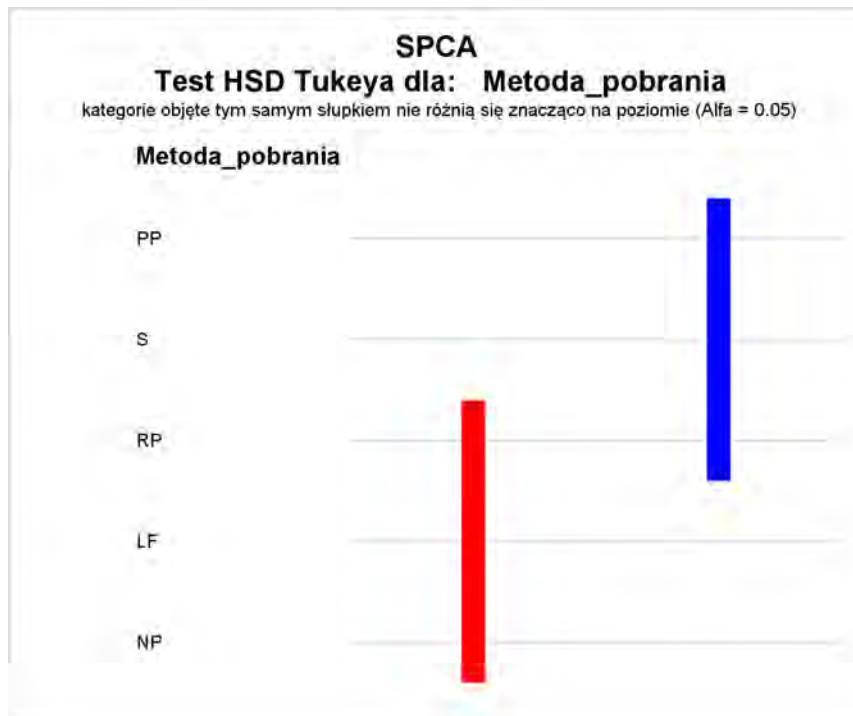
Simple statistics -----SPCA-----										
	Model GLM z czynnikiem dyskretnym [link=log dist=gamma] po usunięciu wpływu Nr_MONBADA					Dane obserwowane				
Metoda_pobrania	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV	Średnia	Błąd Std.	95% Dolny Prz.	95% Górny Prz.	Wsp. Zmienności CV
NP	0.49448	0.03095	0.43708	0.55942	43.36879	1.22292	0.41909	0.40150	2.04433	237.42722
LF	0.51327	0.03196	0.45398	0.58030	43.14154	1.47396	0.44024	0.61110	2.33682	206.92874
RP	0.54082	0.03417	0.47749	0.61254	43.77068	1.44271	0.41761	0.62420	2.26122	200.54369
S	0.63932	0.03999	0.56516	0.72321	43.33296	1.61563	0.41366	0.80485	2.42640	177.38802
PP	0.63952	0.04024	0.56492	0.72397	43.59496	1.68750	0.44626	0.81283	2.56217	183.21652

----- Metoda_pobrania -----



----- Metoda_pobrania -----

The PLM Procedure



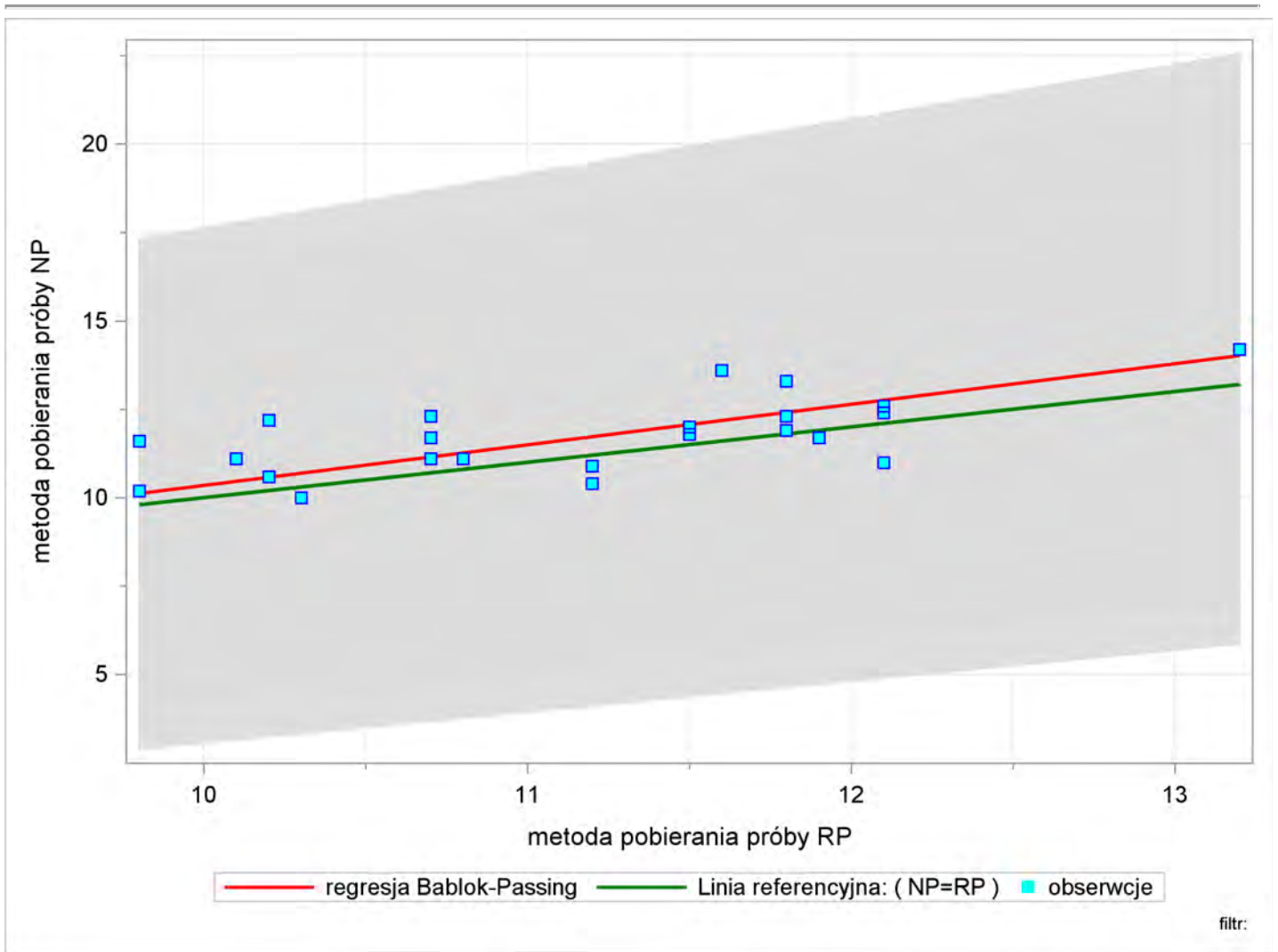
Zał. 6

Graficzne zestawienie wyników modeli regresji odpornej Babloka-Passinga (wydruk z programu SAS/Stat v 15.2)

Bablok-Passing regression - RP (min= 9.8 , max= 14.2)
===== Temperatura_TEREN =====

The MEANS Procedure

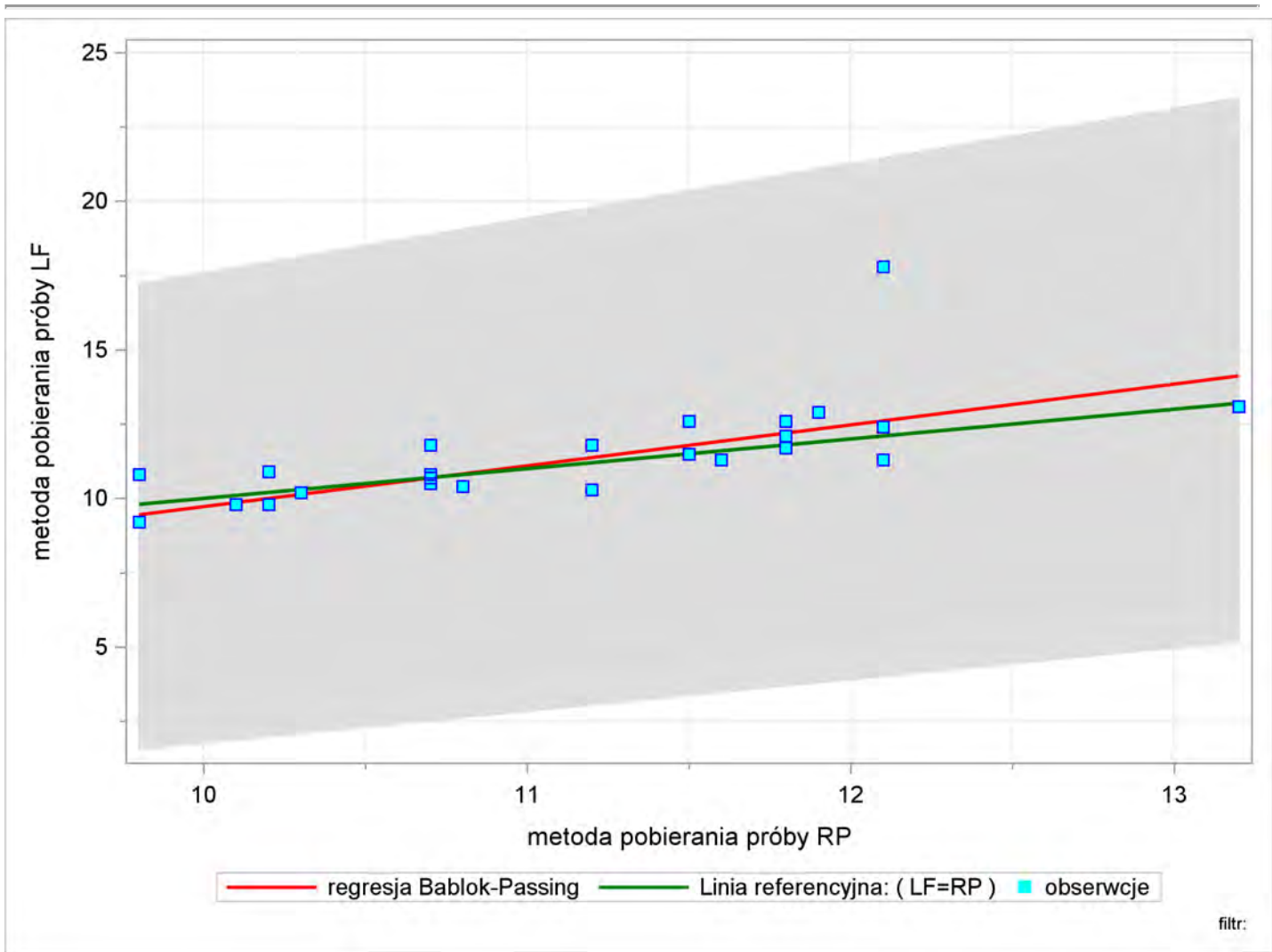
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-1.1235	-0.6619	-5.7167	2.2313
Slope	200	1.1467	1.1111	0.8750	1.5417



Bablok-Passing regression - RP (min= 9.8 , max= 17.8)
===== Temperatura_TEREN =====

The MEANS Procedure

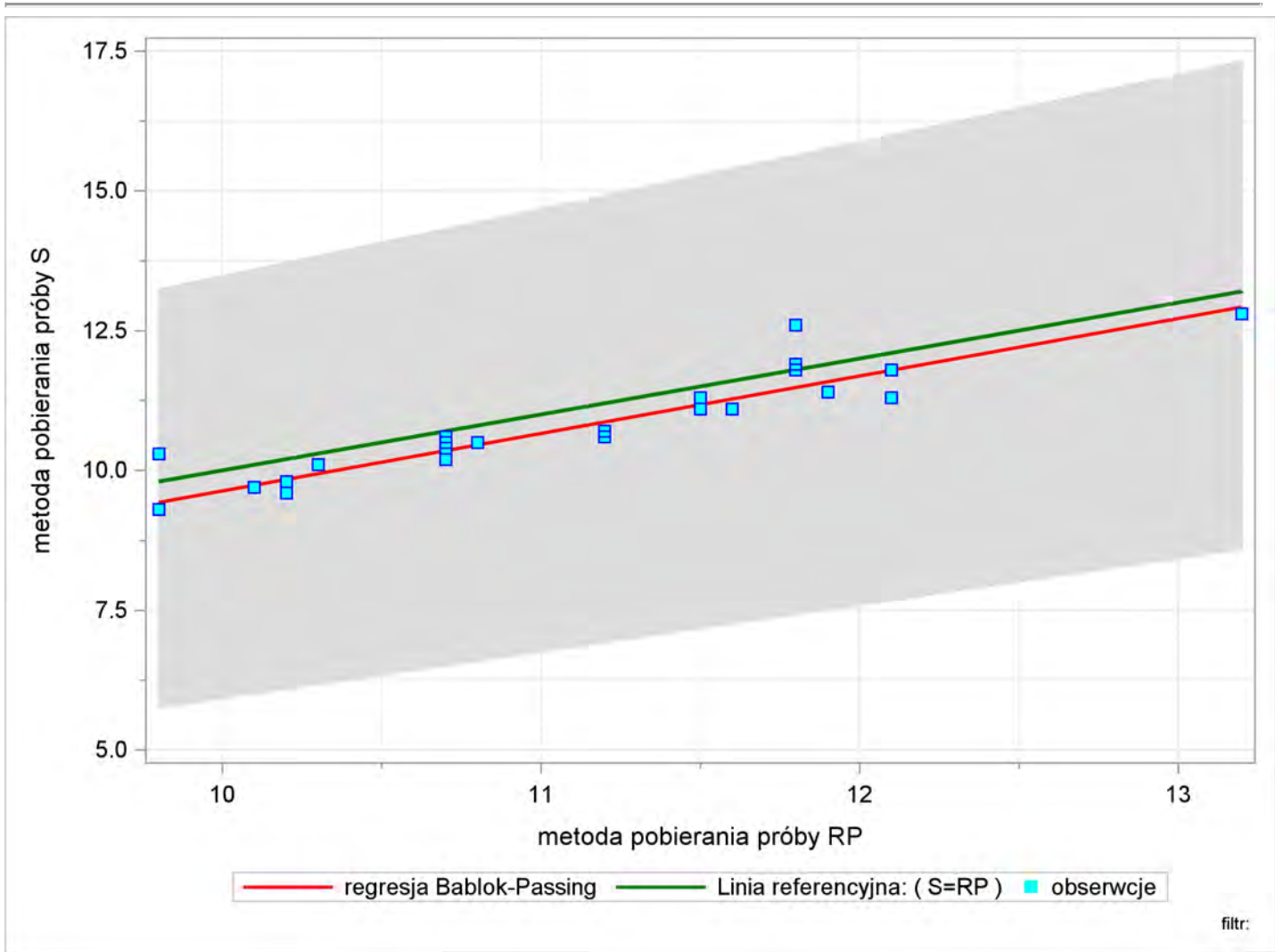
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-4.0236	-3.5526	-8.9321	-0.8110
Slope	200	1.3744	1.3253	1.0670	1.8428



Bablok-Passing regression - RP (min= 9.8 , max= 12.8)
==== Temperatura_TEREN ====

The MEANS Procedure

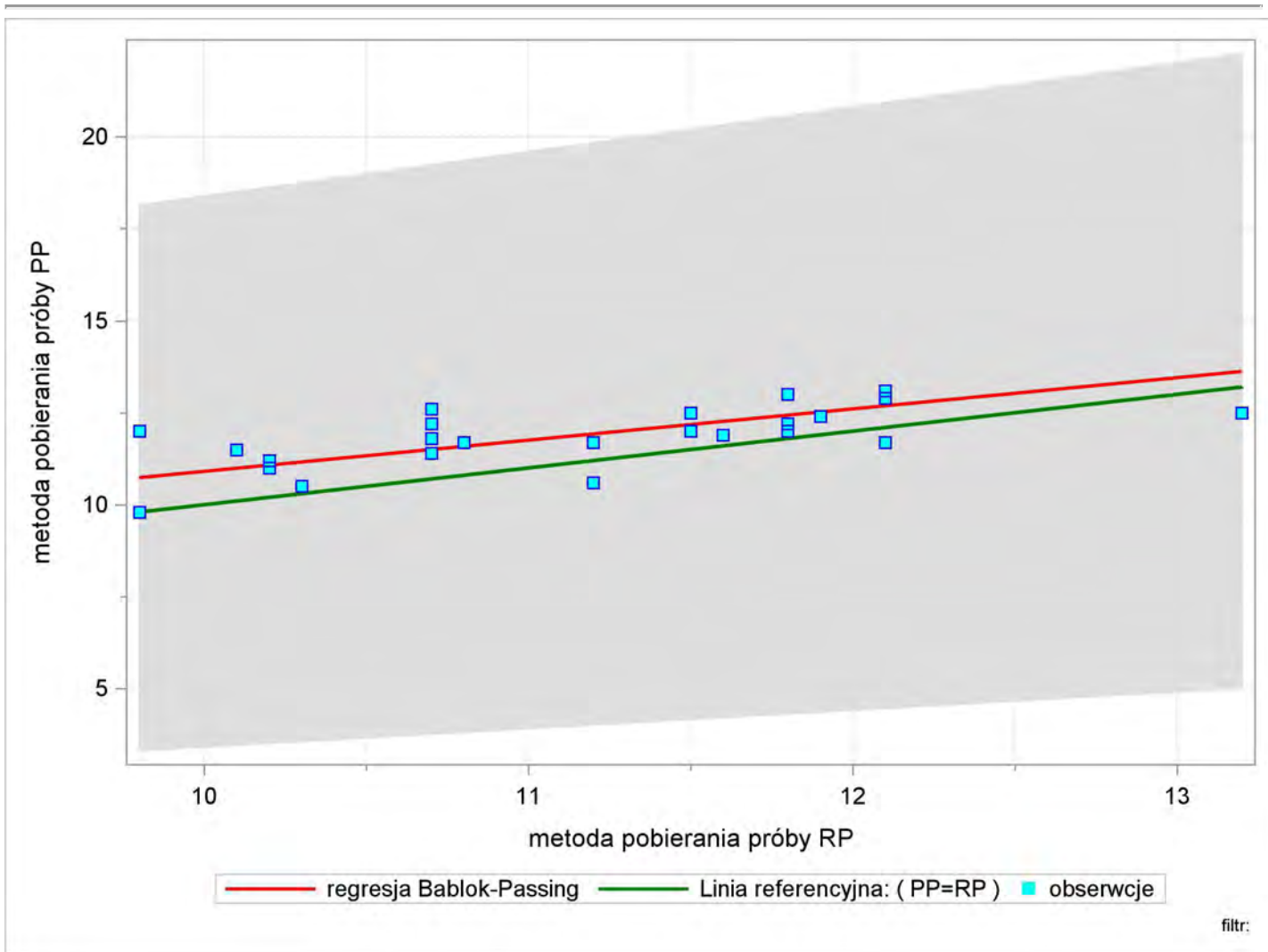
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.6484	-0.4000	-2.4300	1.4917
Slope	200	1.0278	1.0000	0.8333	1.2000



Bablok-Passing regression - RP (min= 9.8 , max= 13.1)
===== Temperatura_TEREN =====

The MEANS Procedure

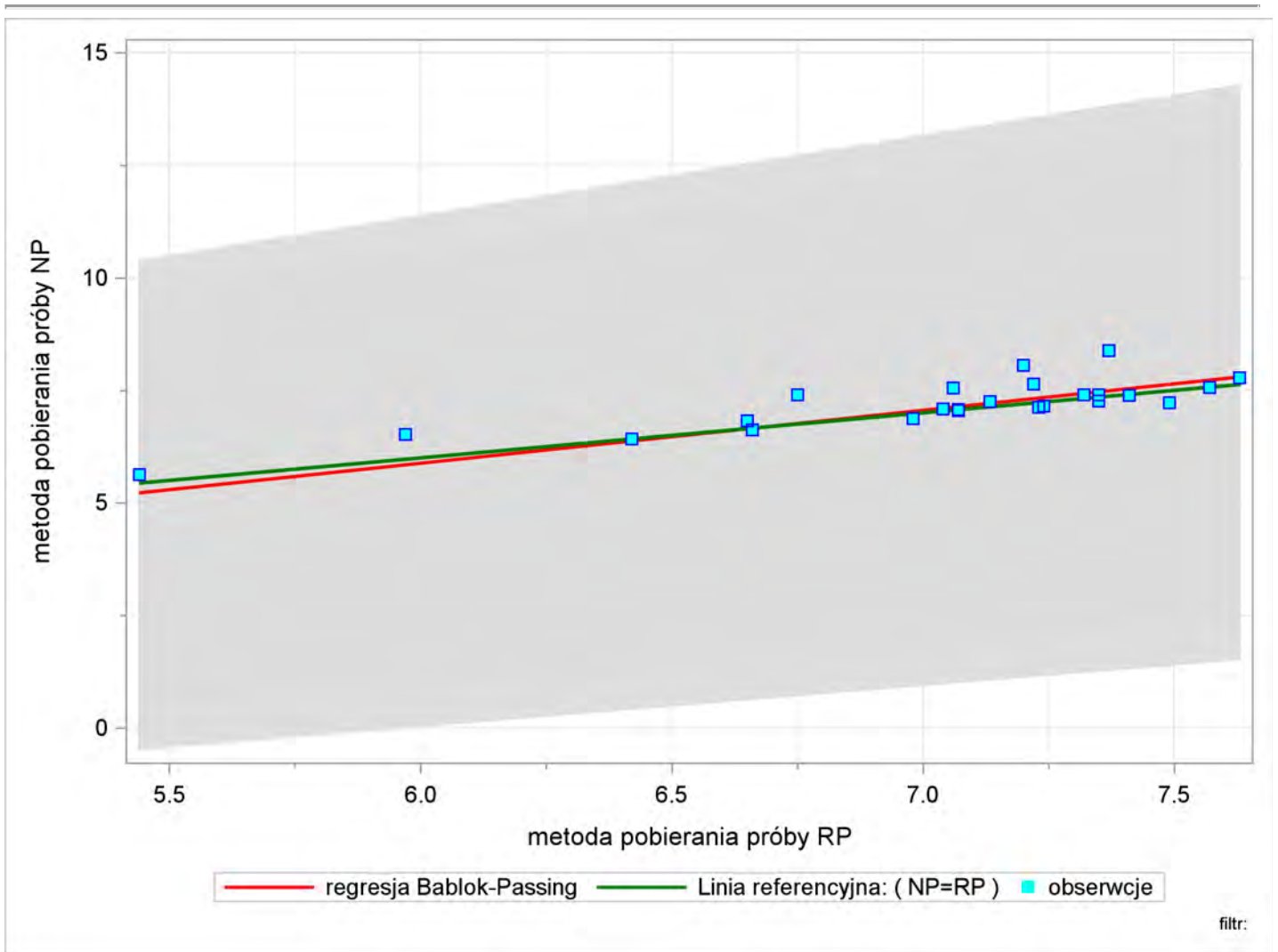
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	2.4151	2.6287	-1.6134	6.3000
Slope	200	0.8489	0.8297	0.5000	1.2111



Bablok-Passing regression - RP (min= 5.44 , max= 8.39)
===== pH_TEREN =====

The MEANS Procedure

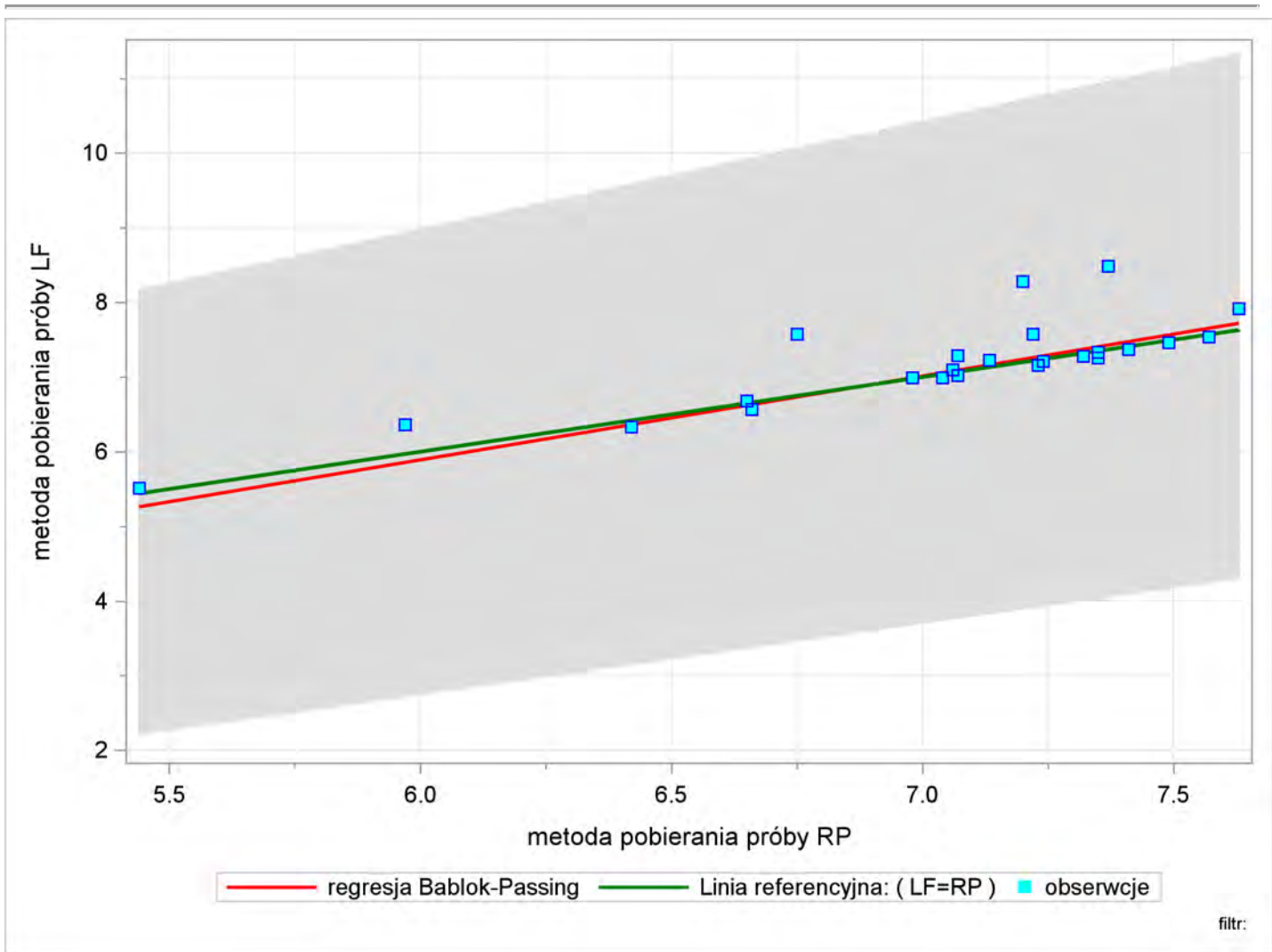
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-1.1732	-0.8732	-5.4478	0.7089
Slope	200	1.1755	1.1319	0.9110	1.7813



Bablok-Passing regression - RP (min= 5.44 , max= 8.49)
===== pH_TEREN =====

The MEANS Procedure

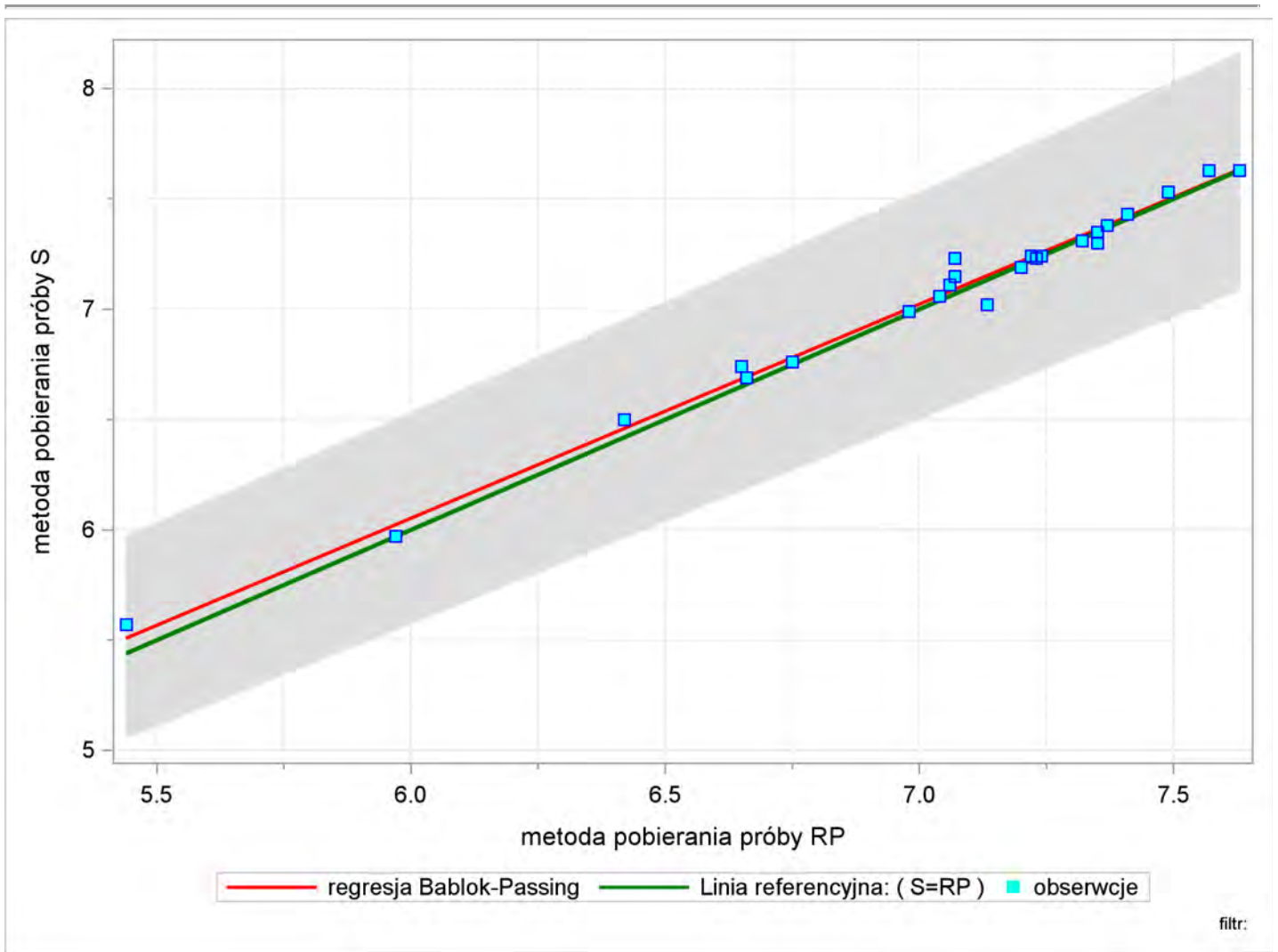
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.8483	-0.5179	-2.9876	0.3169
Slope	200	1.1229	1.0749	0.9542	1.4455



Bablok-Passing regression - RP (min= 5.44 , max= 7.63)
===== pH_TEREN =====

The MEANS Procedure

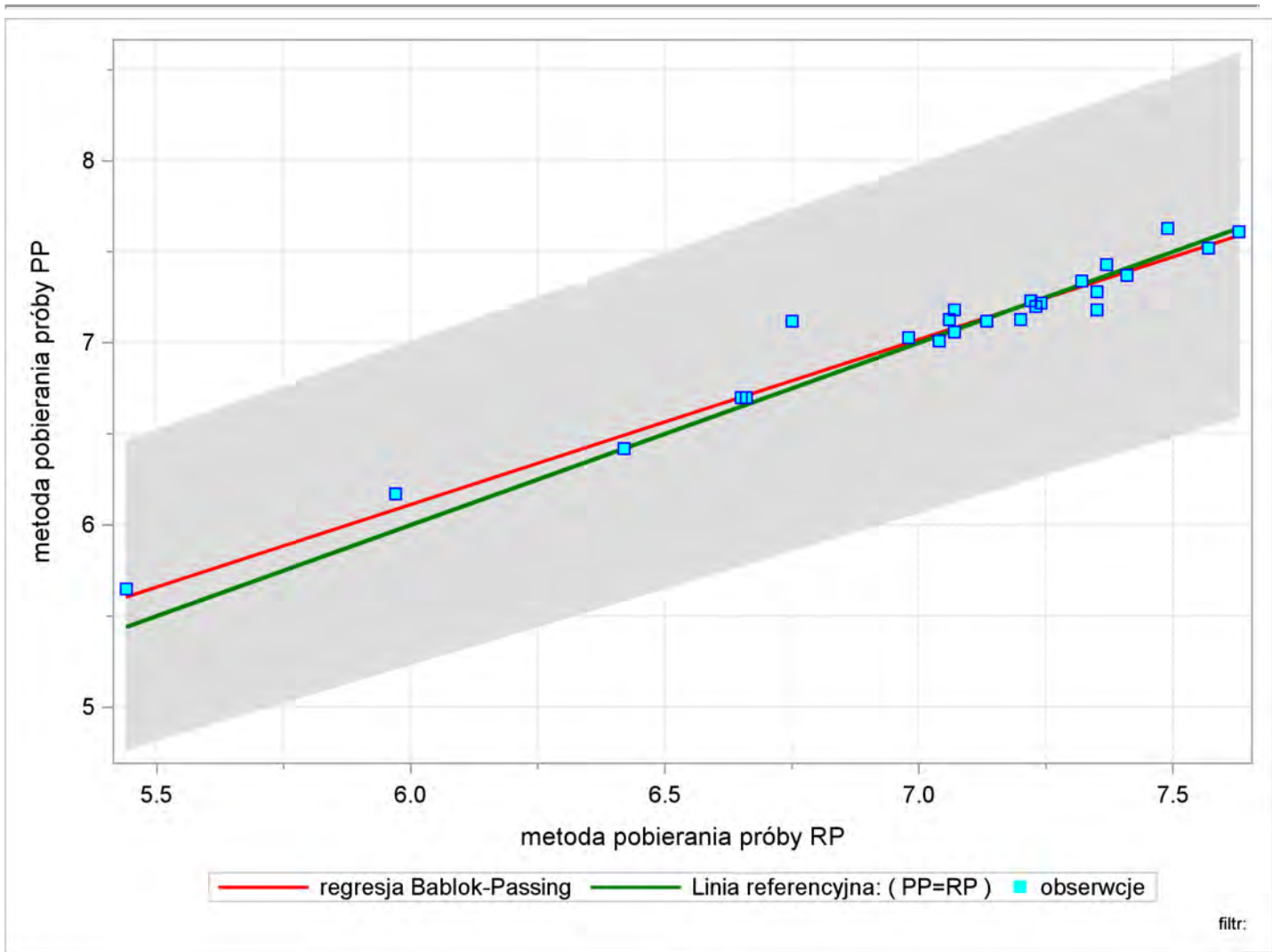
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.2271	0.2336	0.0050	0.5327
Slope	200	0.9706	0.9710	0.9277	1.0000



Bablok-Passing regression - RP (min= 5.44 , max= 7.63)
===== pH_TEREN =====

The MEANS Procedure

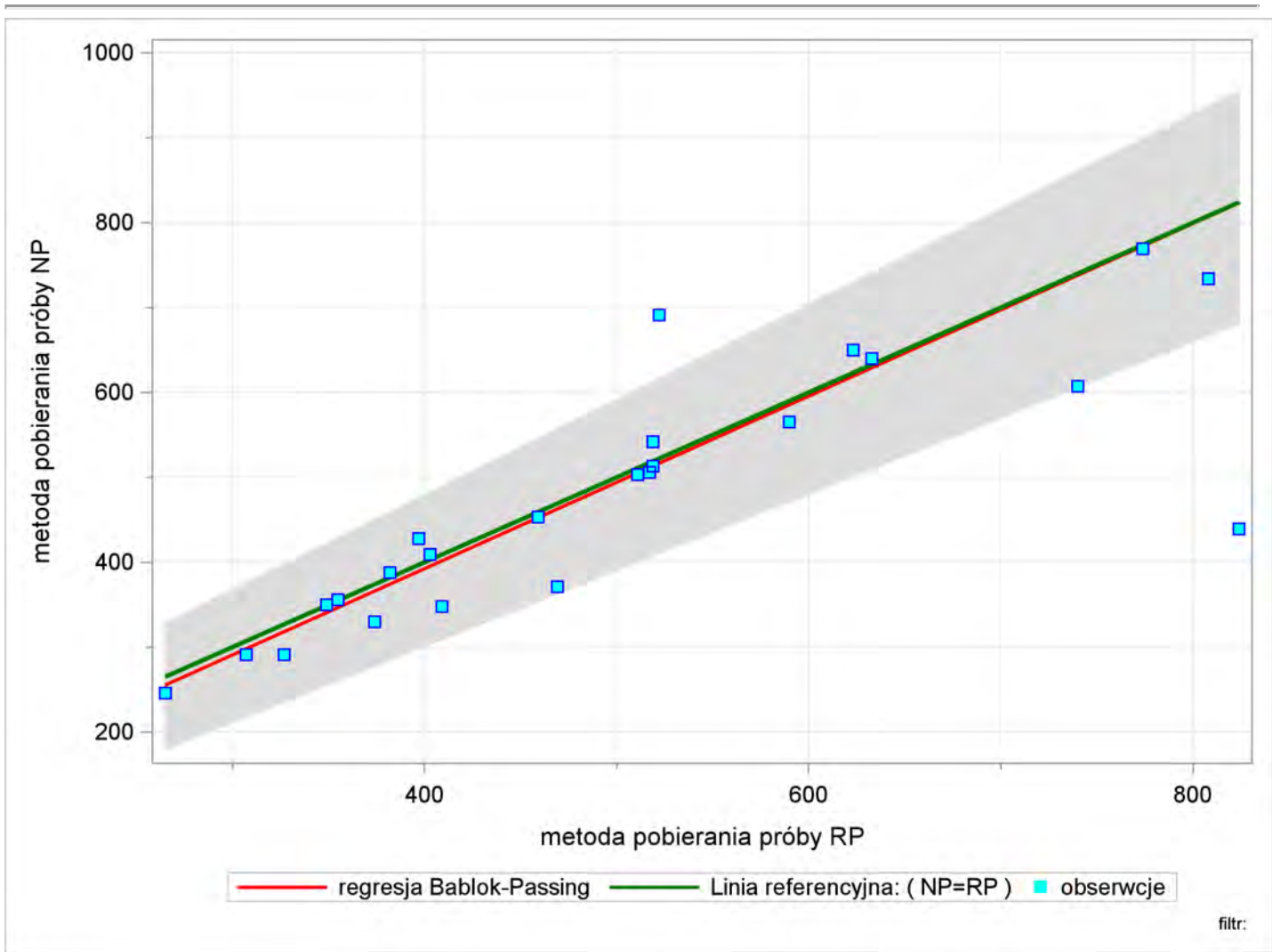
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.6725	0.7144	0.2293	1.1812
Slope	200	0.9064	0.9011	0.8333	0.9713



Bablok-Passing regression - RP (min= 265 , max= 769)
===== Przewodnosc_elektr_20 =====

The MEANS Procedure

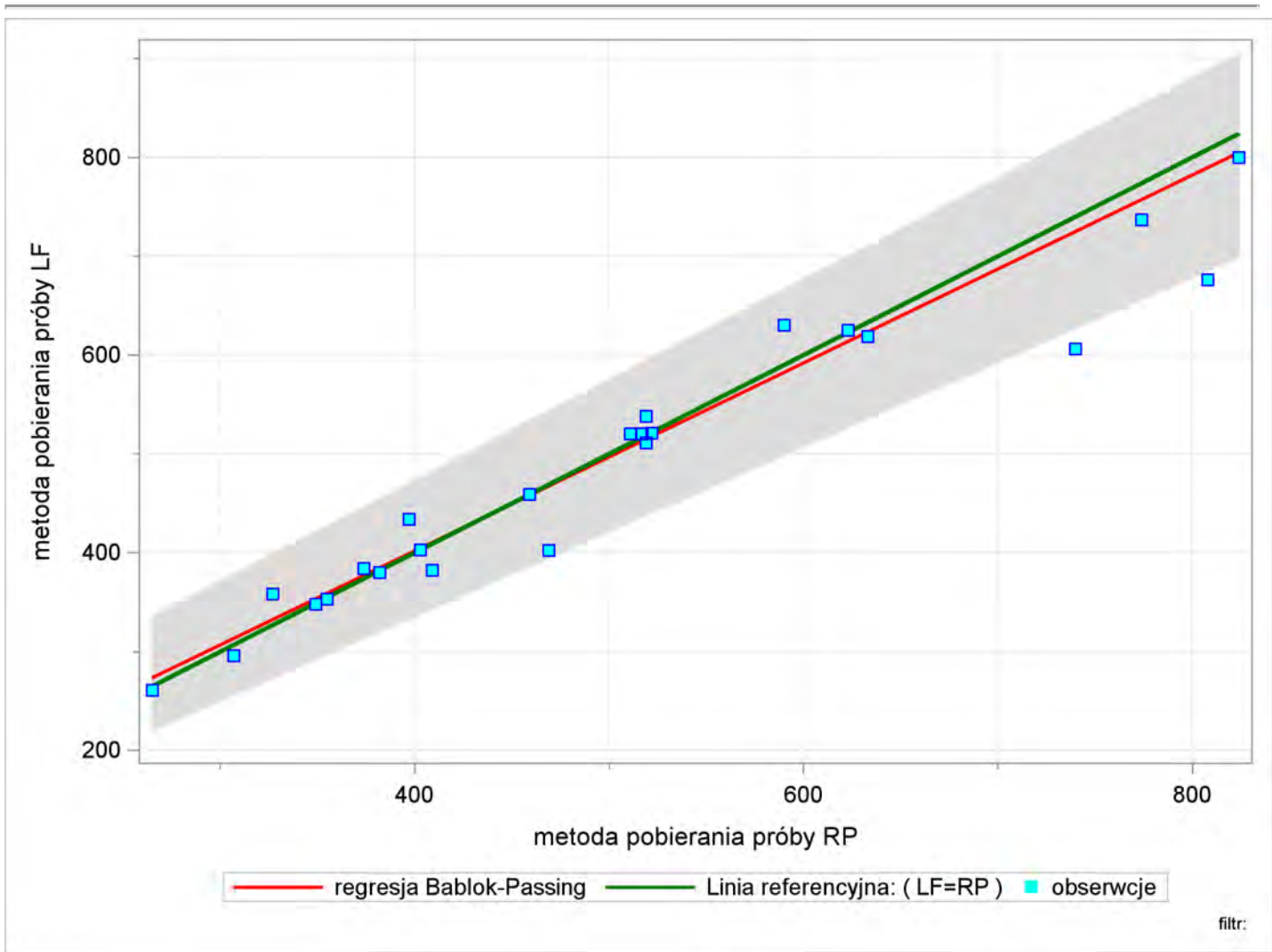
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-14.4497	-17.2846	-59.5282	31.7281
Slope	200	1.0161	1.0233	0.8974	1.1213



Bablok-Passing regression - RP (min= 265 , max= 800)
===== Przewodnosc_elektr_20 =====

The MEANS Procedure

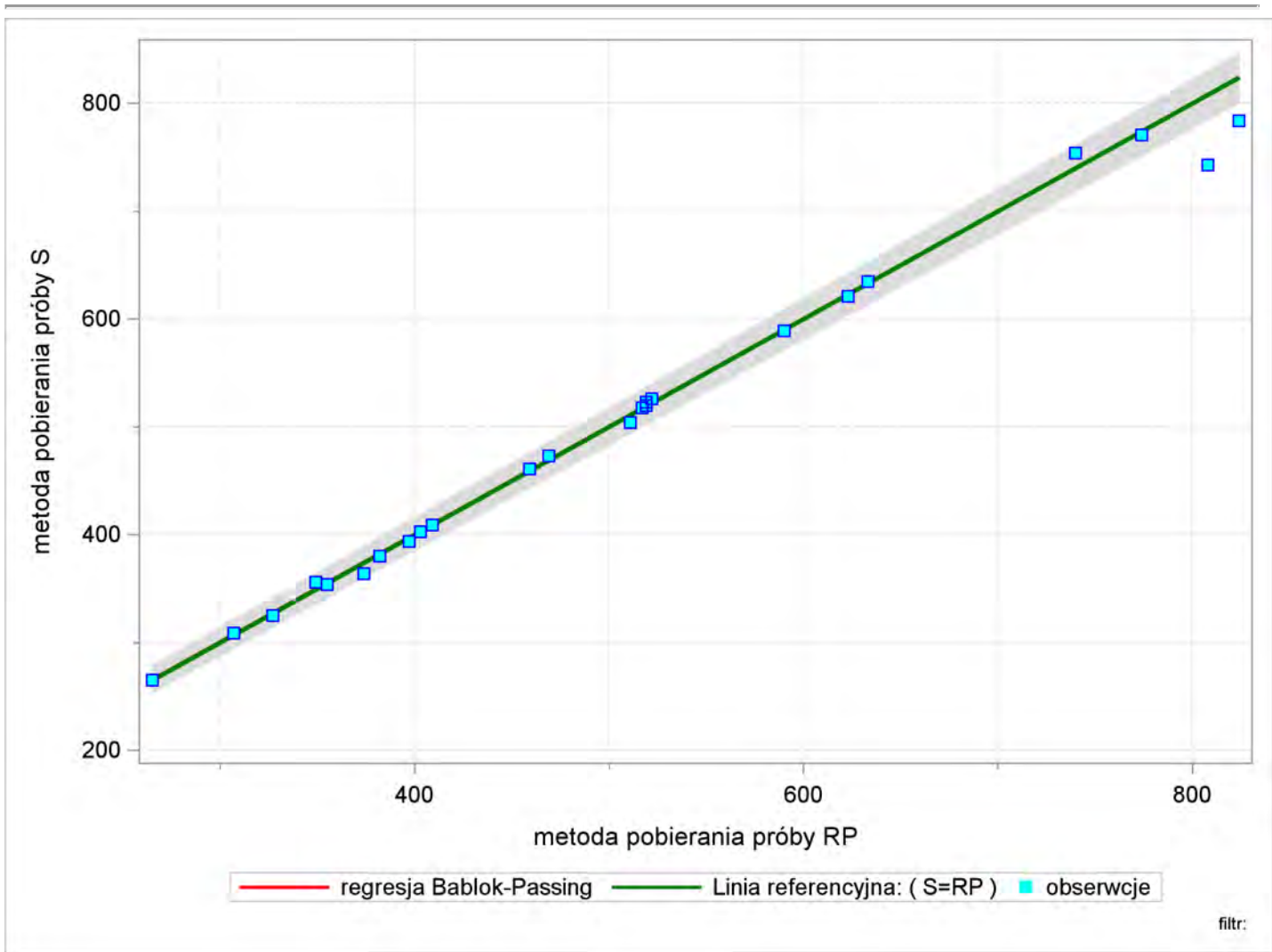
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	21.1662	17.7985	-8.4824	66.1429
Slope	200	0.9506	0.9512	0.8571	1.0189



Bablok-Passing regression - RP (min= 265 , max= 784)
===== Przewodnosc_elektr_20 =====

The MEANS Procedure

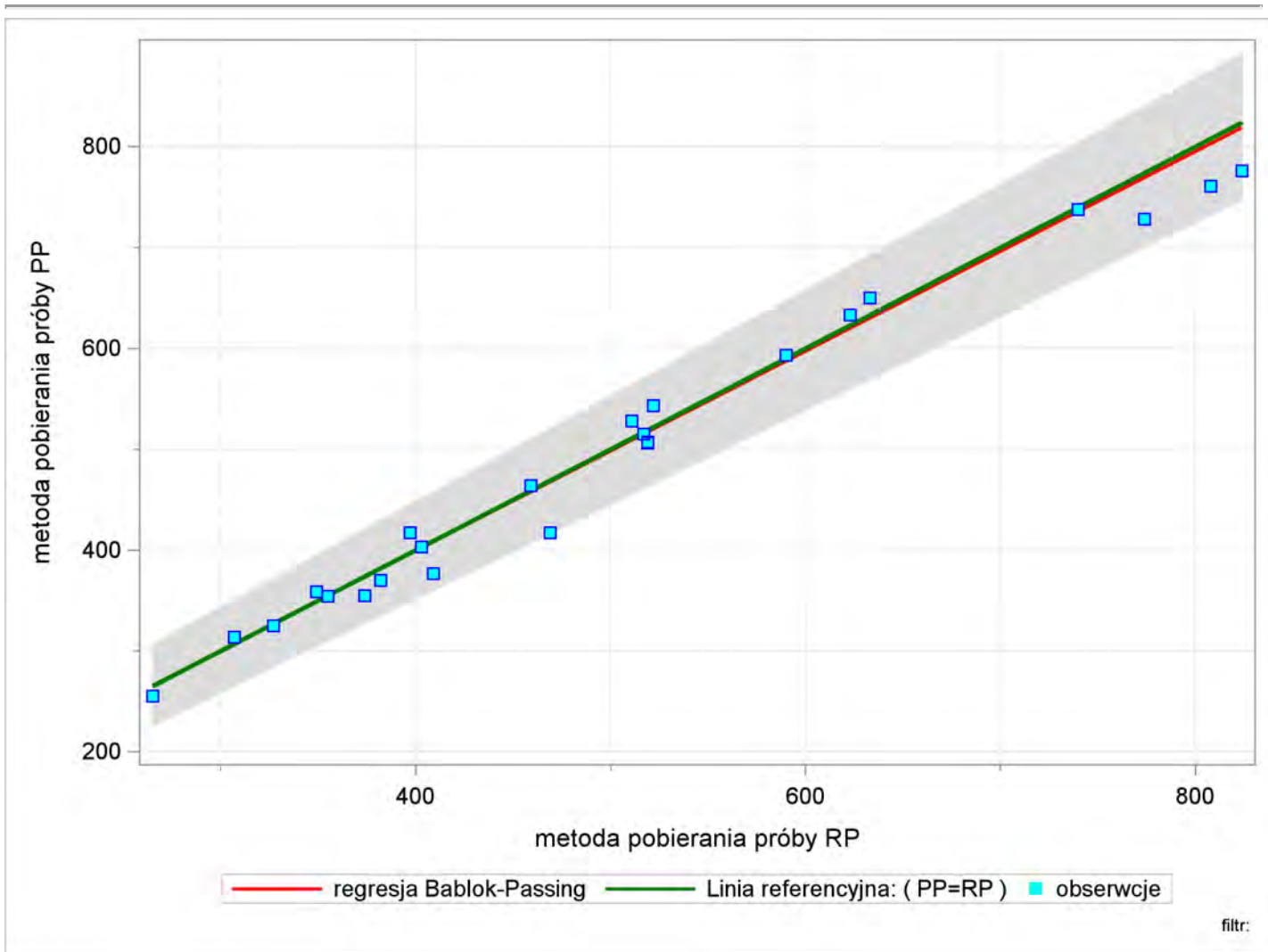
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.7635	0.0000	-6.7605	10.0621
Slope	200	0.9989	1.0000	0.9781	1.0157



Bablok-Passing regression - RP (min= 265 , max= 776)
===== Przewodnosc_elektr_20 =====

The MEANS Procedure

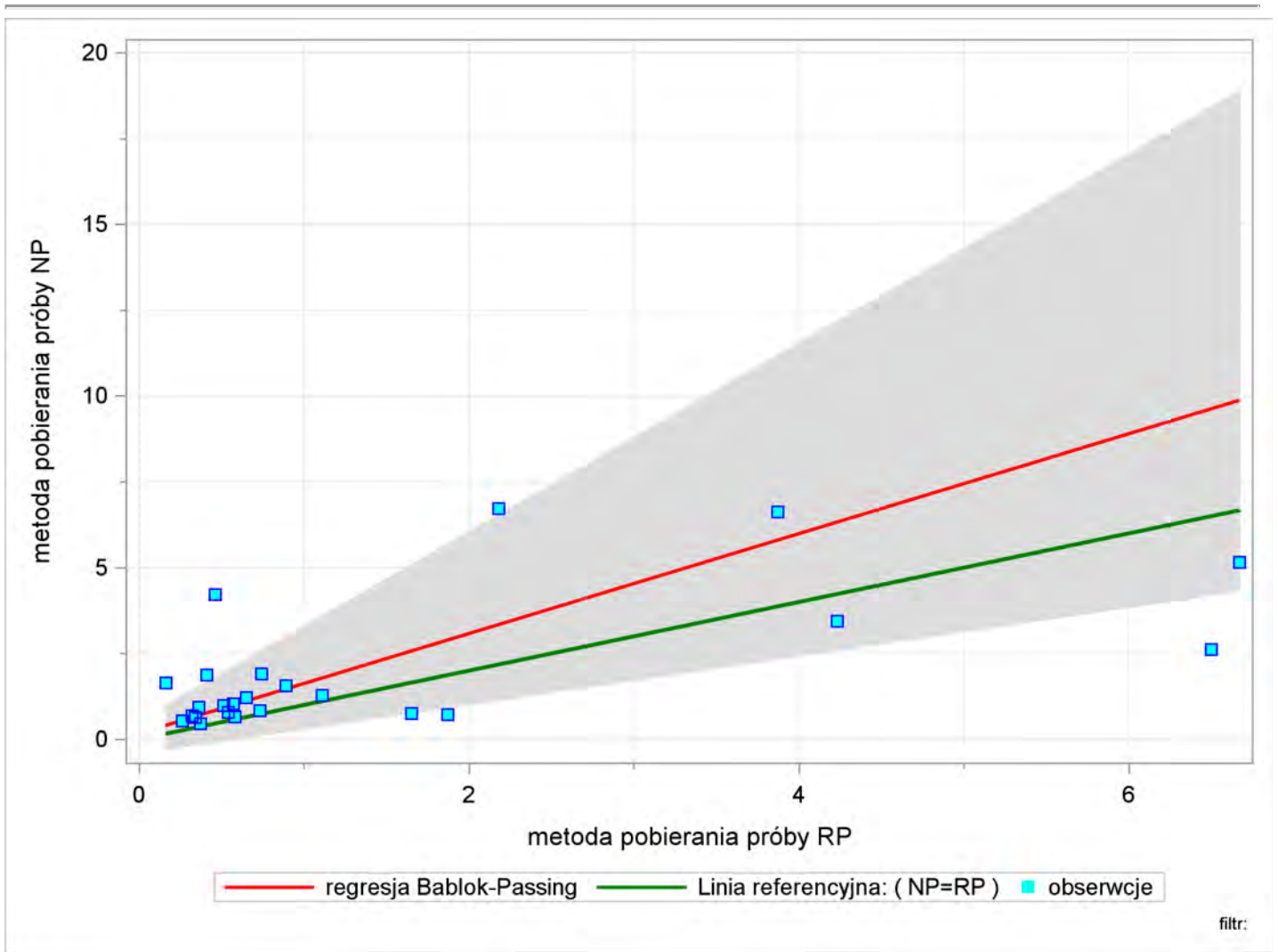
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	3.1661	3.5512	-22.2466	29.7295
Slope	200	0.9897	0.9882	0.9325	1.0477



Bablok-Passing regression - RP (min= 0.16 , max= 6.73)
===== Tlen_TEREN =====

The MEANS Procedure

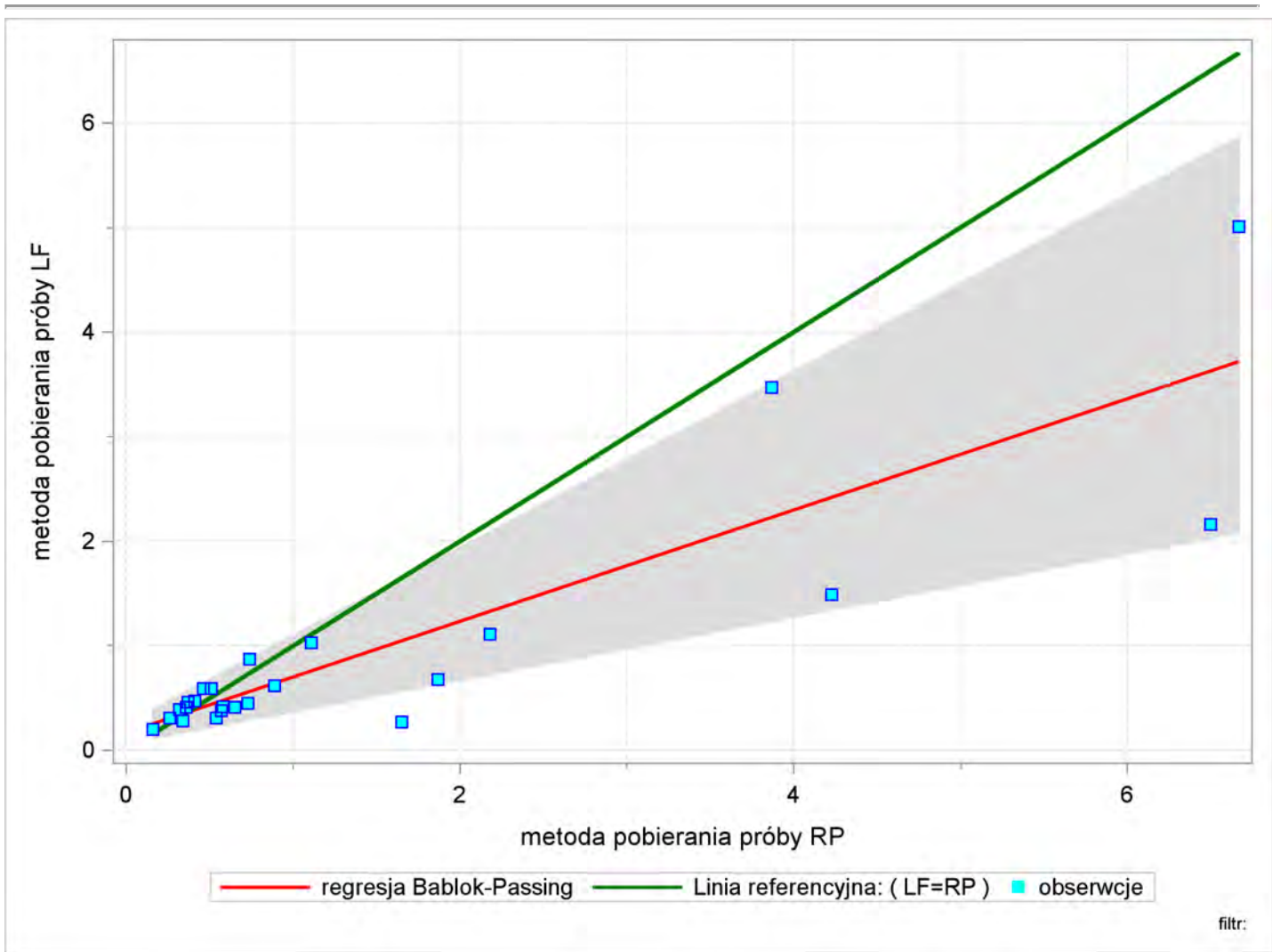
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.1657	0.1731	-0.4353	0.5637
Slope	200	1.4552	1.4167	0.7090	2.7500



Bablok-Passing regression - RP (min= 0.16 , max= 5.01)
===== Tlen_TEREN =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.1664	0.1638	0.0552	0.2667
Slope	200	0.5321	0.4569	0.3017	0.8411

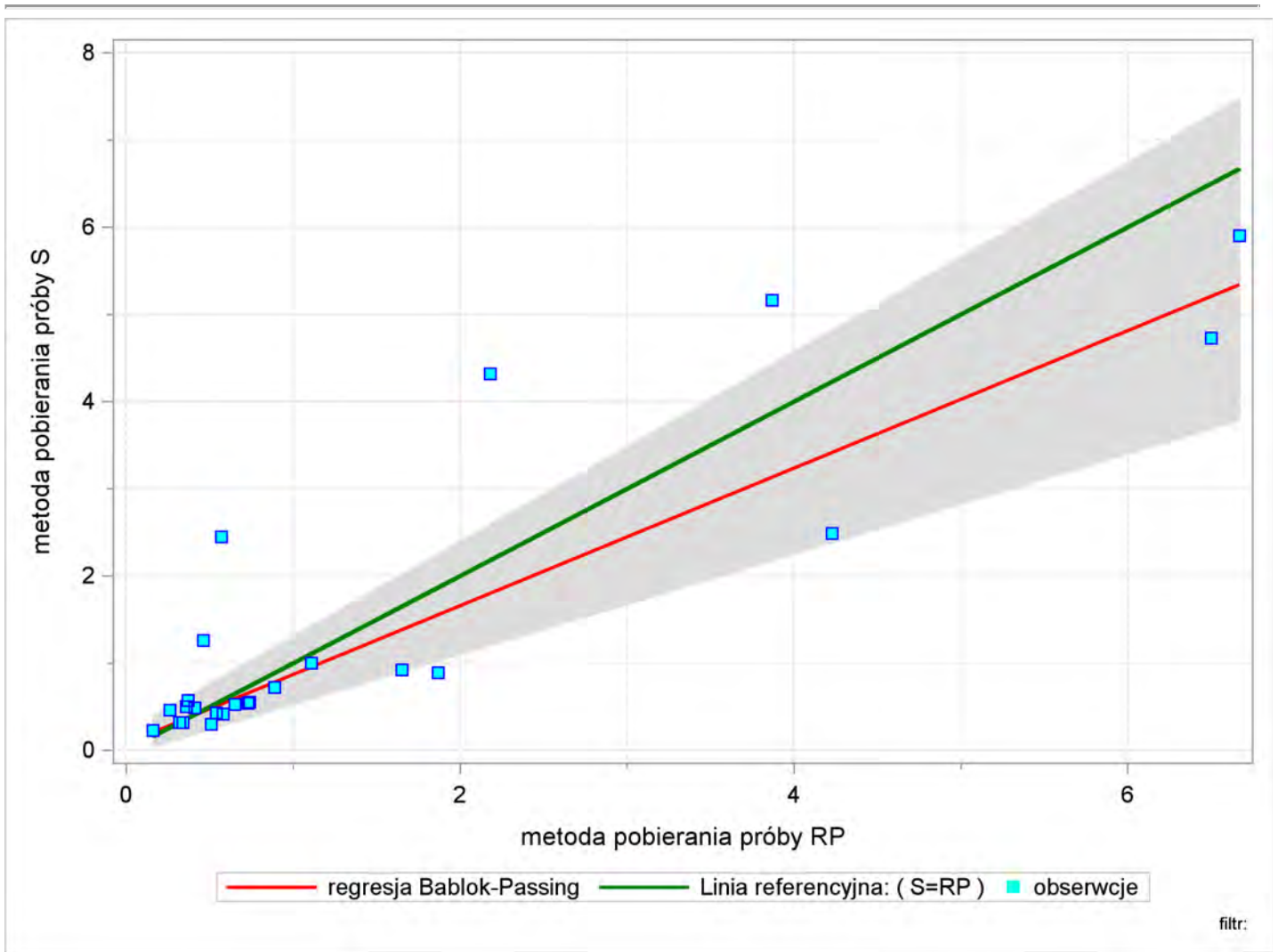


Bablok-Passing regression - RP (min= 0.16 , max= 5.9)

==== Tlen_TEREN ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.0781	0.0827	-0.0634	0.2268
Slope	200	0.7887	0.7434	0.5749	1.0873



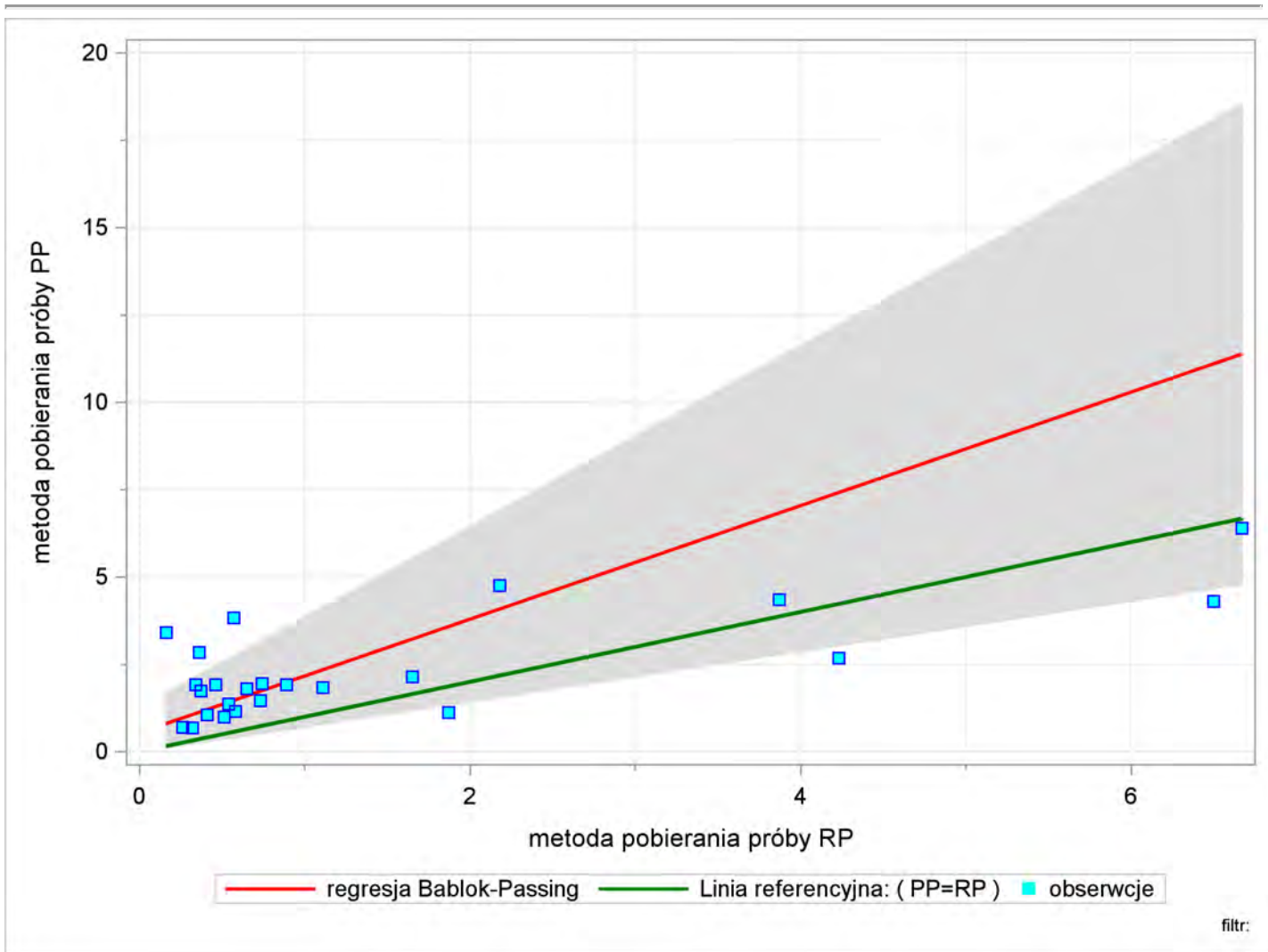
filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.16 , max= 6.4)

==== Tlen_TEREN ====

The MEANS Procedure

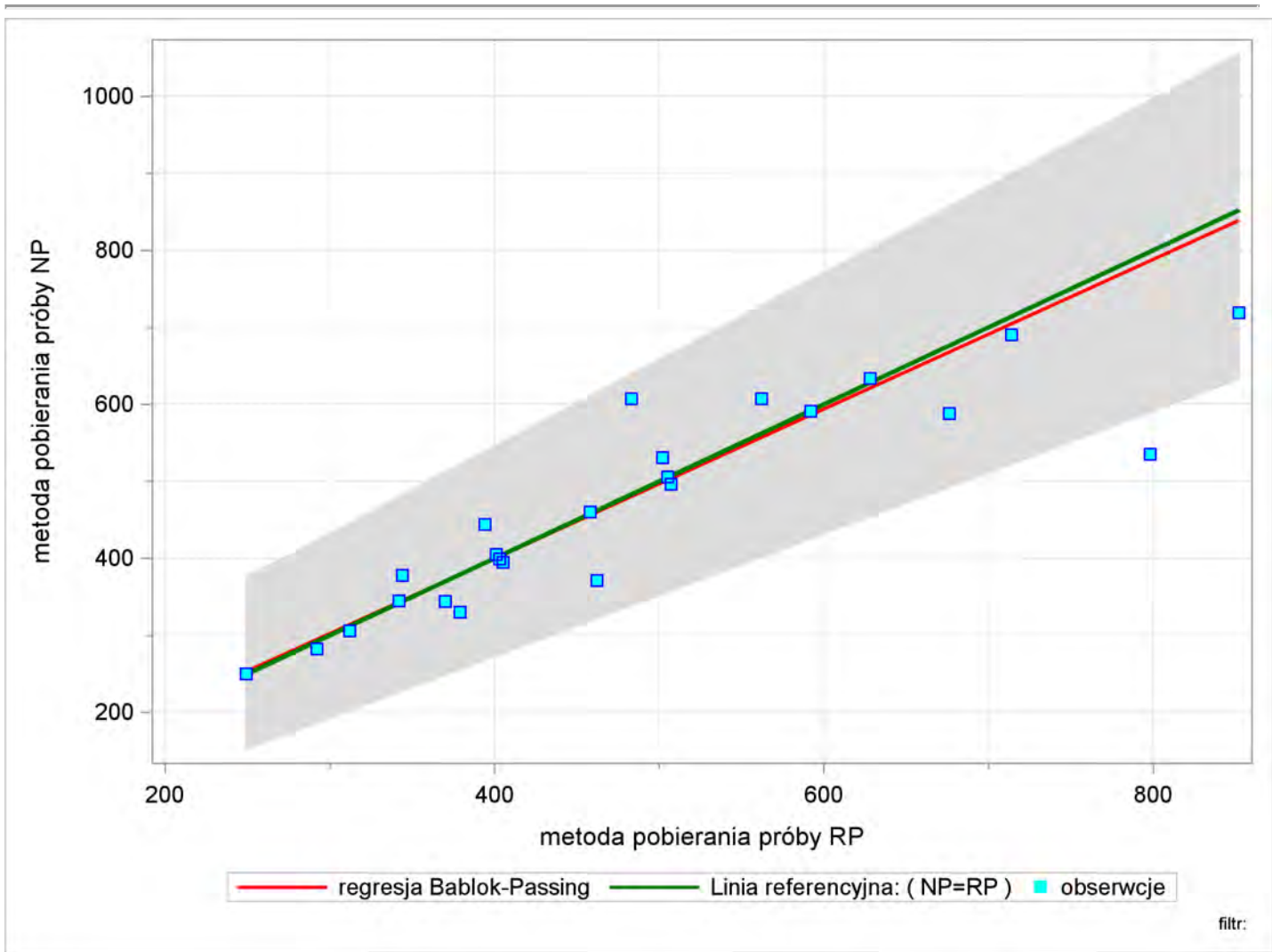
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.5375	0.6327	-0.0384	1.2881
Slope	200	1.6247	1.0488	0.7197	2.5899



Bablok-Passing regression - RP (min= 249 , max= 719)
==== Przewodnosc_elektr_0001 ====

The MEANS Procedure

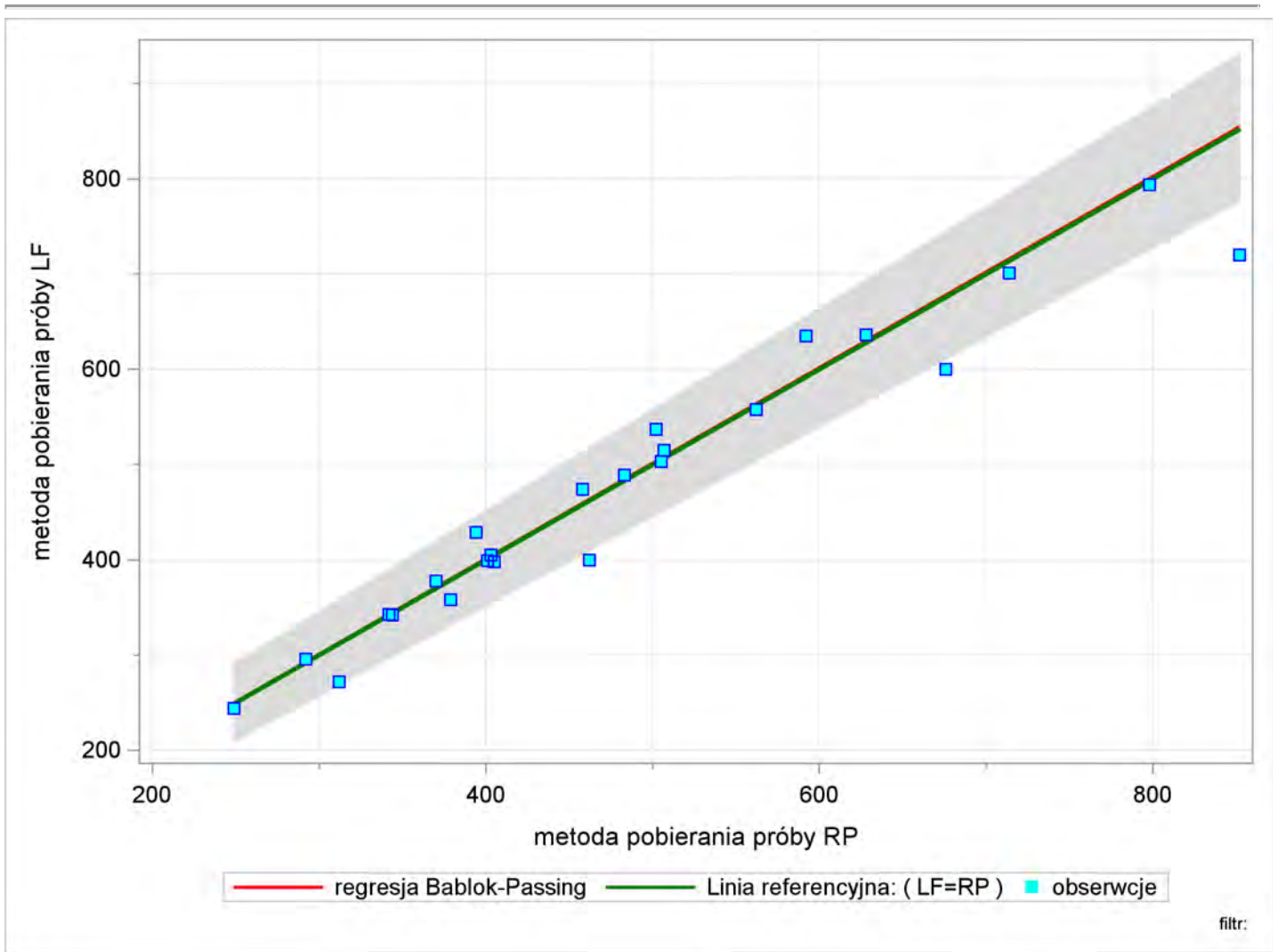
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	10.5045	6.6821	-47.7341	94.8276
Slope	200	0.9715	0.9776	0.7965	1.1284



Bablok-Passing regression - RP (min= 249 , max= 794)
===== Przewodnosc_elektr_0001 =====

The MEANS Procedure

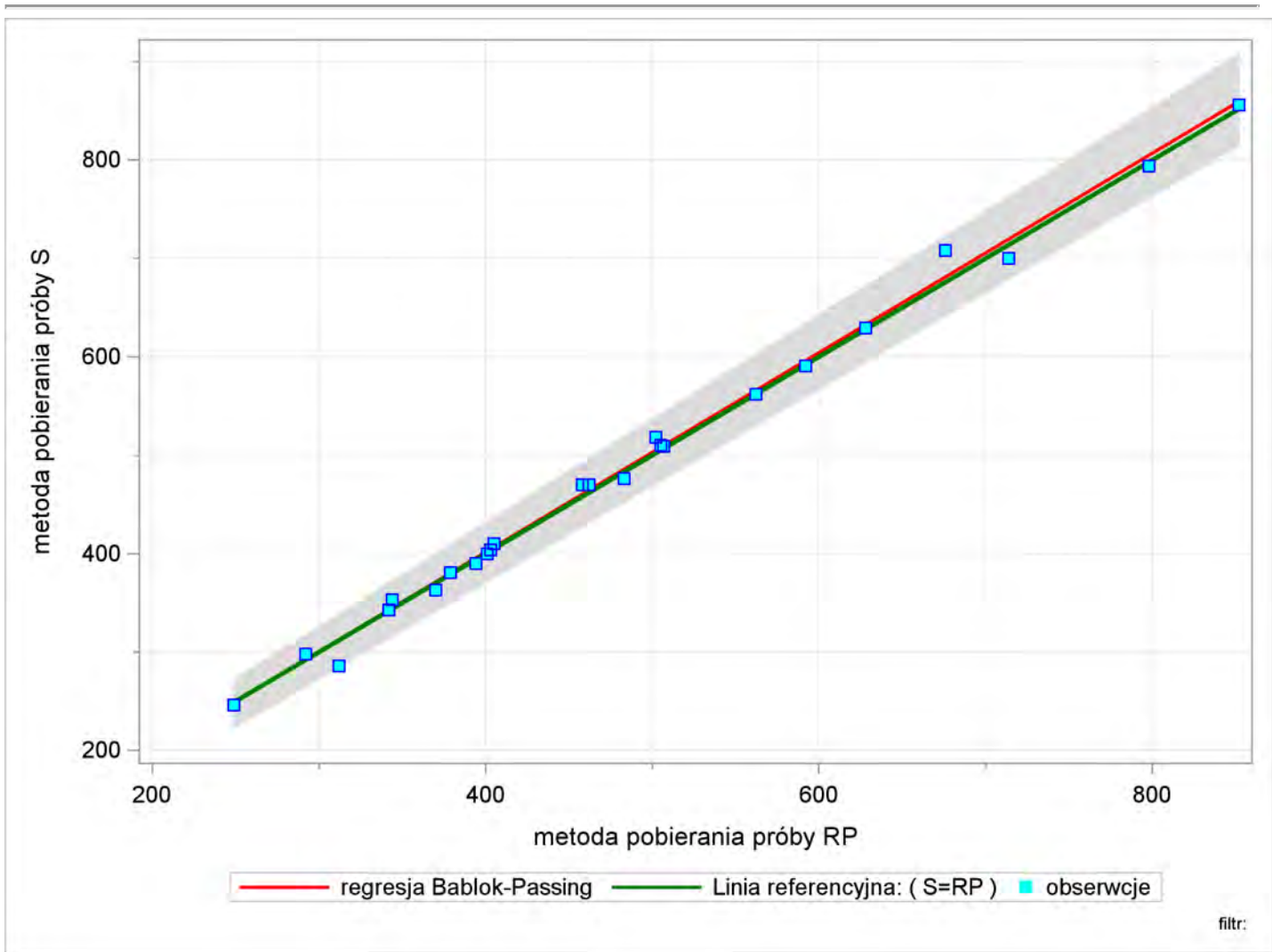
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.3982	0.0202	-26.3941	27.4831
Slope	200	1.0030	1.0000	0.9410	1.0619



Bablok-Passing regression - RP (min= 249 , max= 856)
==== Przewodnosc_elektr_0001 ====

The MEANS Procedure

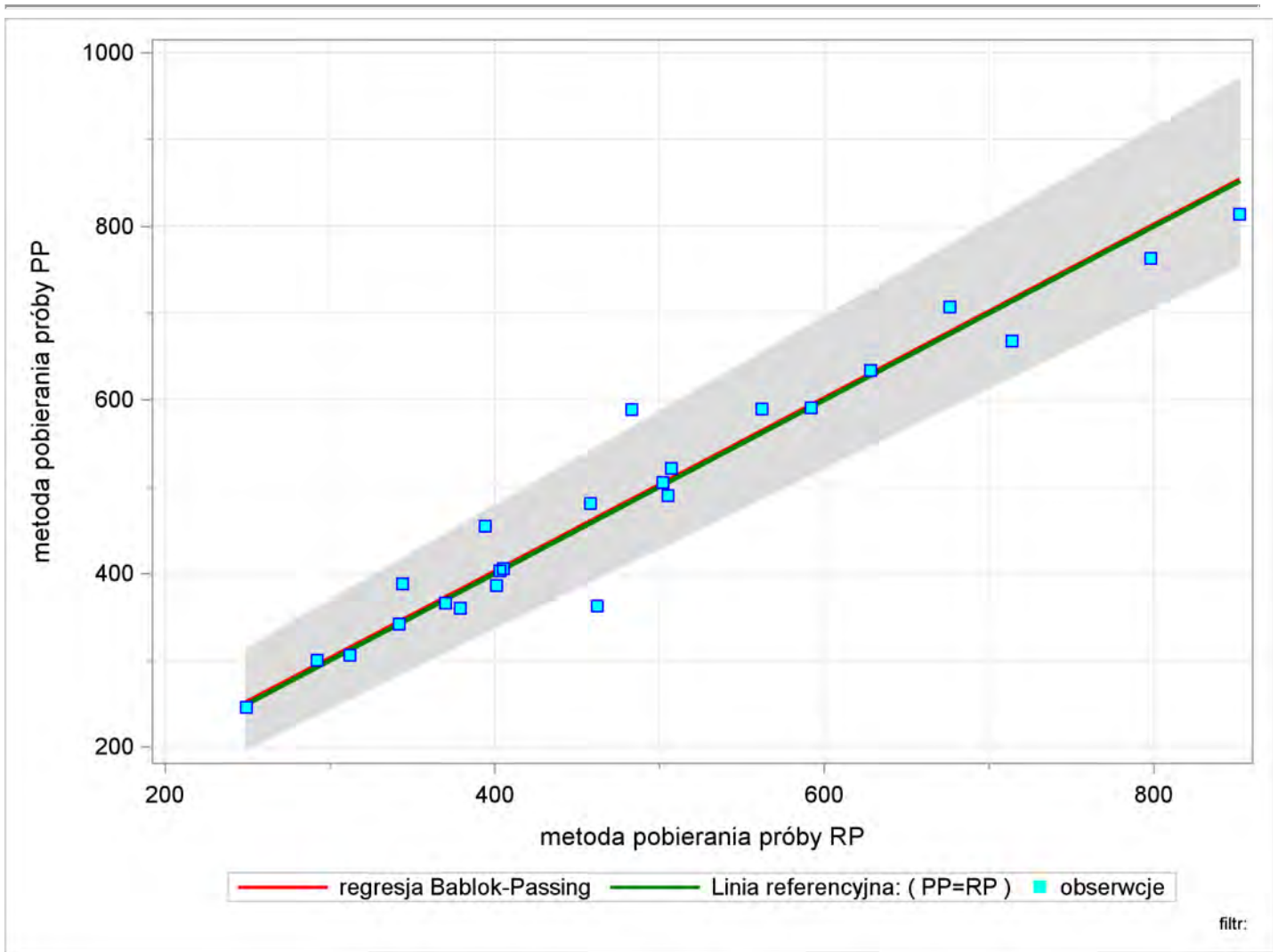
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-4.1497	-3.0846	-23.1667	9.5462
Slope	200	1.0132	1.0095	0.9817	1.0556



Bablok-Passing regression - RP (min= 249 , max= 814)
===== Przewodnosc_elektr_0001 =====

The MEANS Procedure

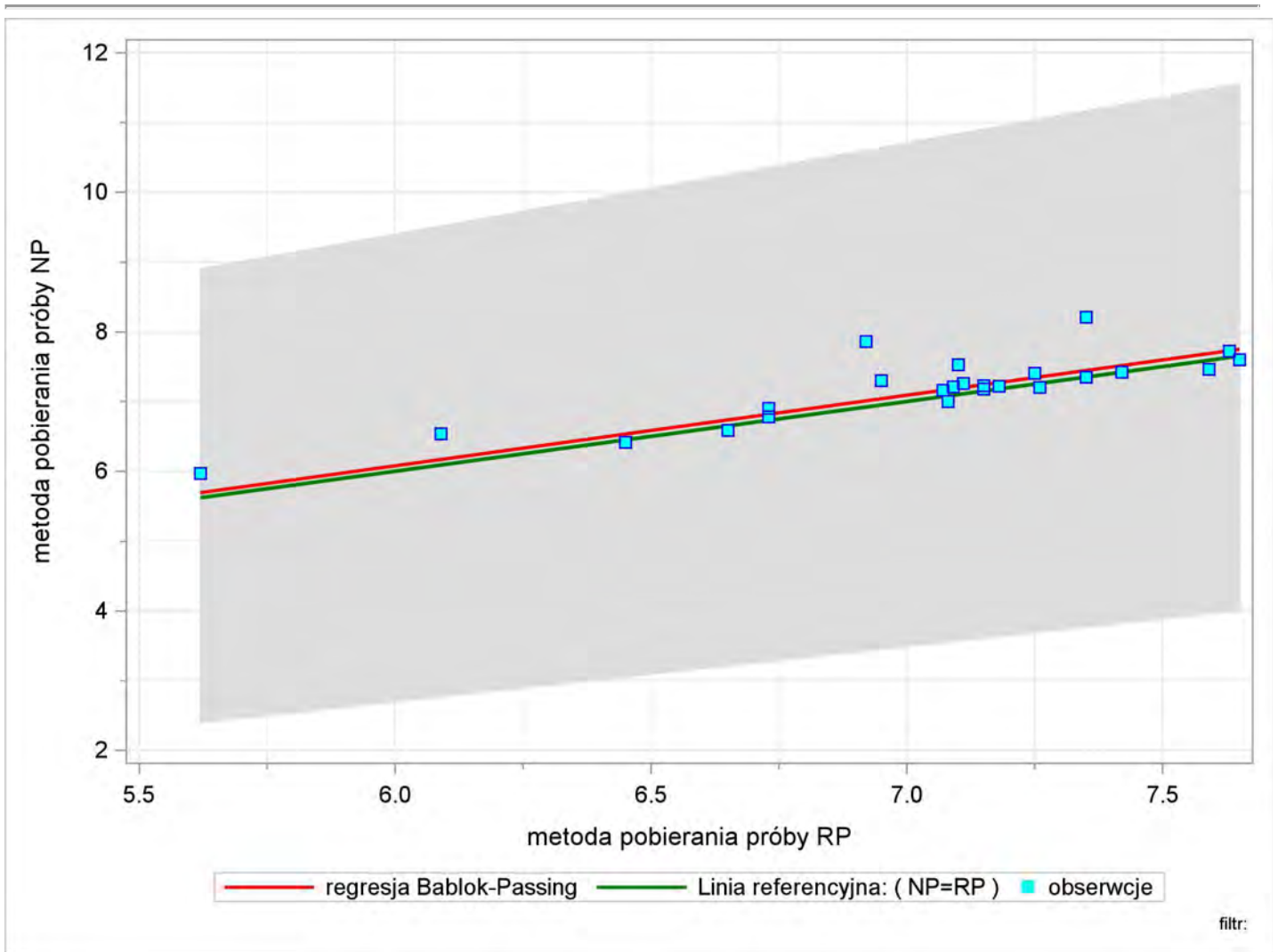
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	3.2118	-0.9689	-33.6408	43.4480
Slope	200	0.9988	1.0097	0.9232	1.0887



Bablok-Passing regression - RP (min= 5.62 , max= 8.21)
===== pH_LAB =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.0030	0.2206	-2.0715	1.5530
Slope	200	1.0121	0.9819	0.7924	1.3091

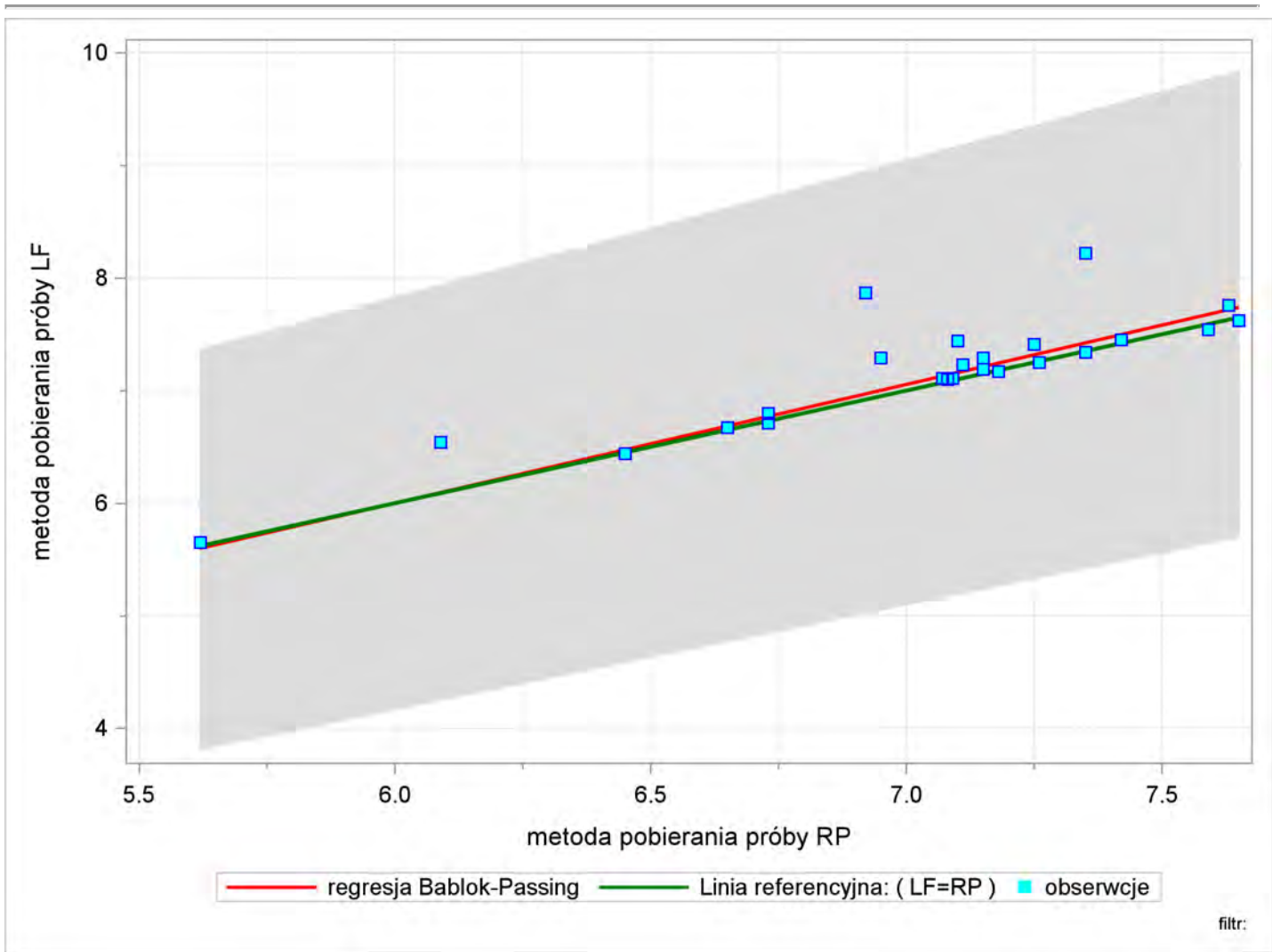


filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 5.62 , max= 8.22)
===== pH_LAB =====

The MEANS Procedure

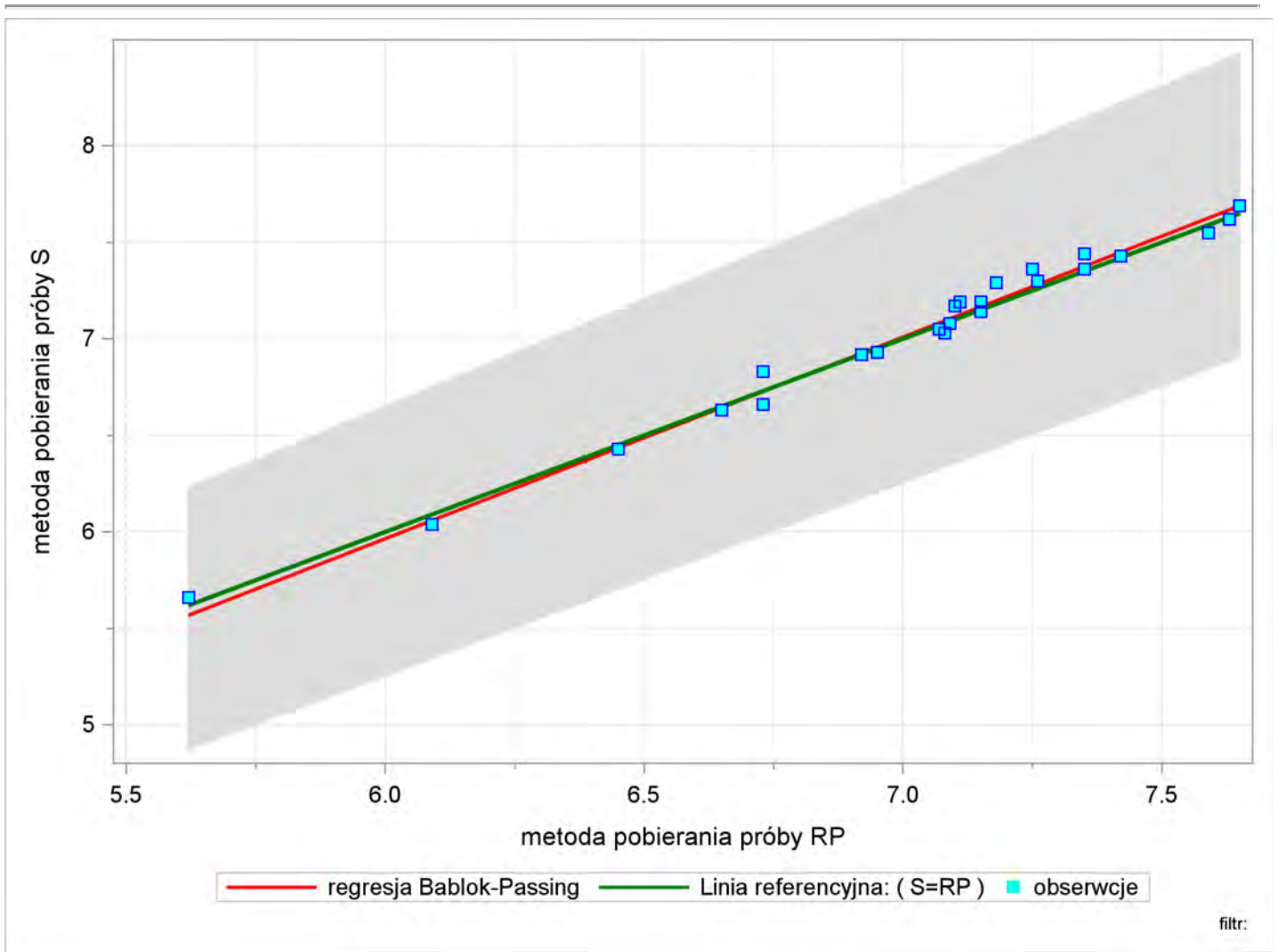
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.3267	-0.0747	-1.4200	0.5308
Slope	200	1.0542	1.0175	0.9298	1.2174



Bablok-Passing regression - RP (min= 5.62 , max= 7.69)
===== pH_LAB =====

The MEANS Procedure

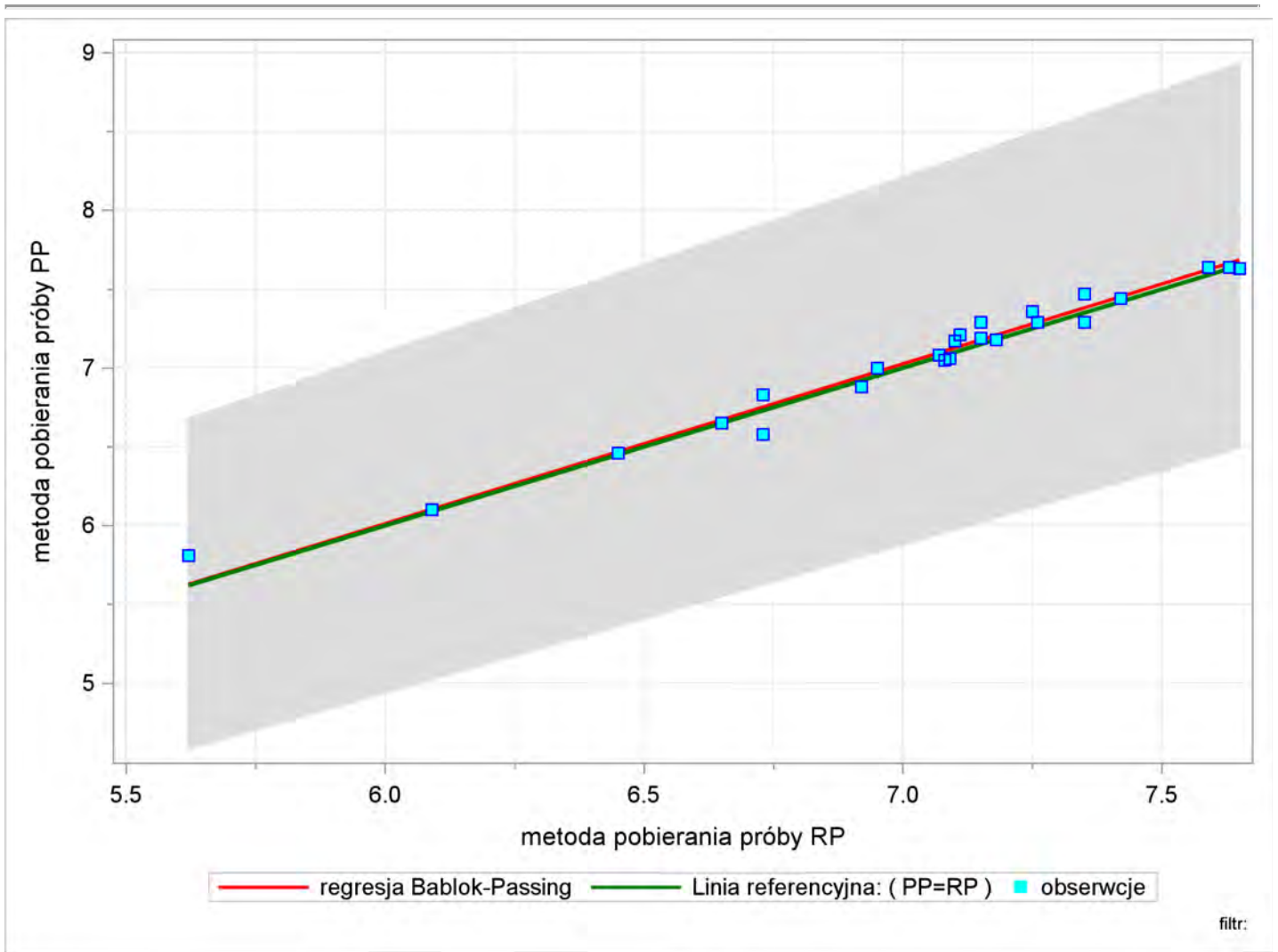
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.3033	-0.2792	-0.7511	0.0100
Slope	200	1.0444	1.0417	1.0000	1.1073



Bablok-Passing regression - RP (min= 5.62 , max= 7.64)
===== pH_LAB =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.0707	0.0100	-0.7117	0.4472
Slope	200	1.0136	1.0000	0.9405	1.1100

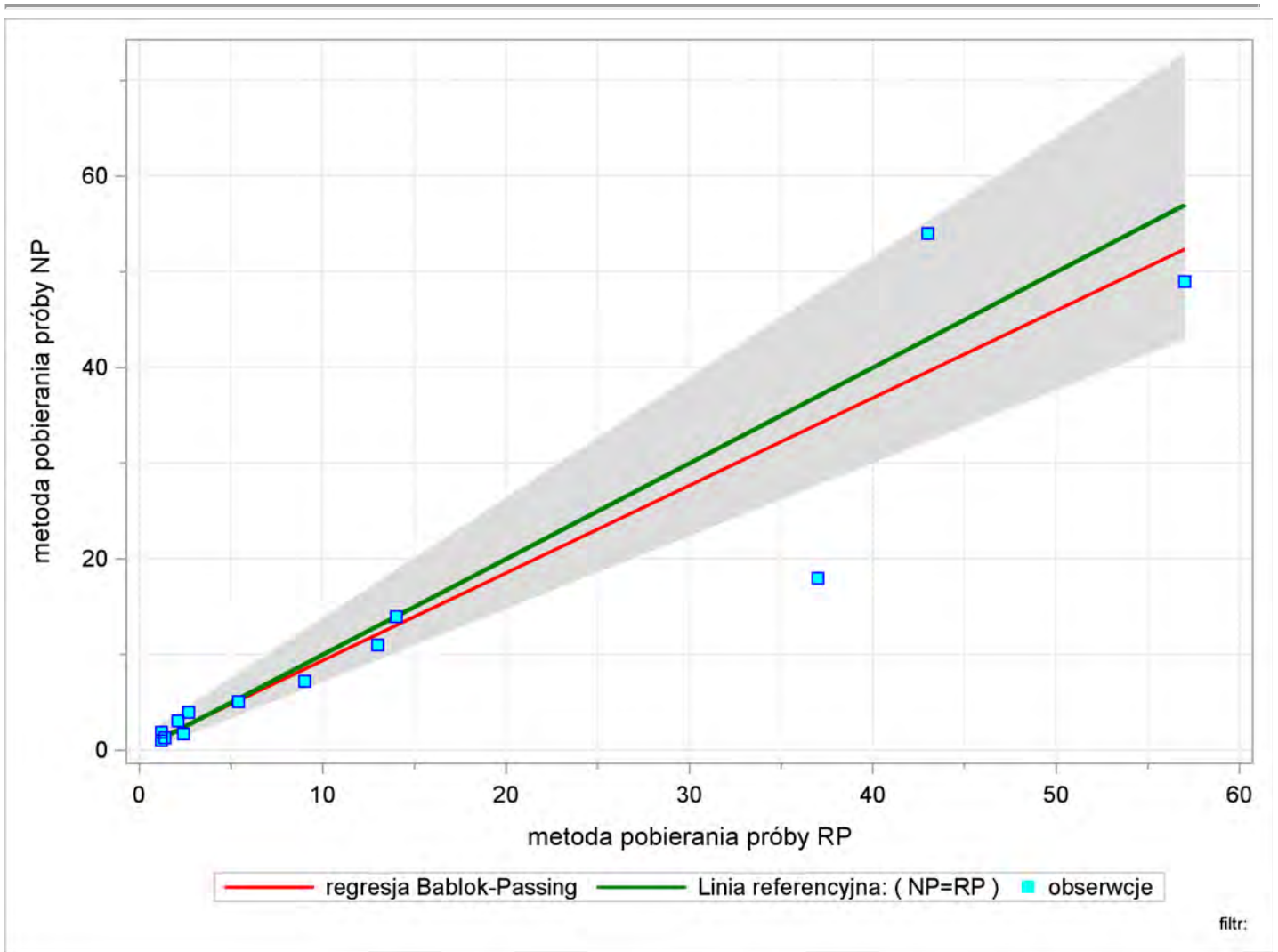


filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 1.2 , max= 54)
===== Wegiel_organiczny =====

The MEANS Procedure

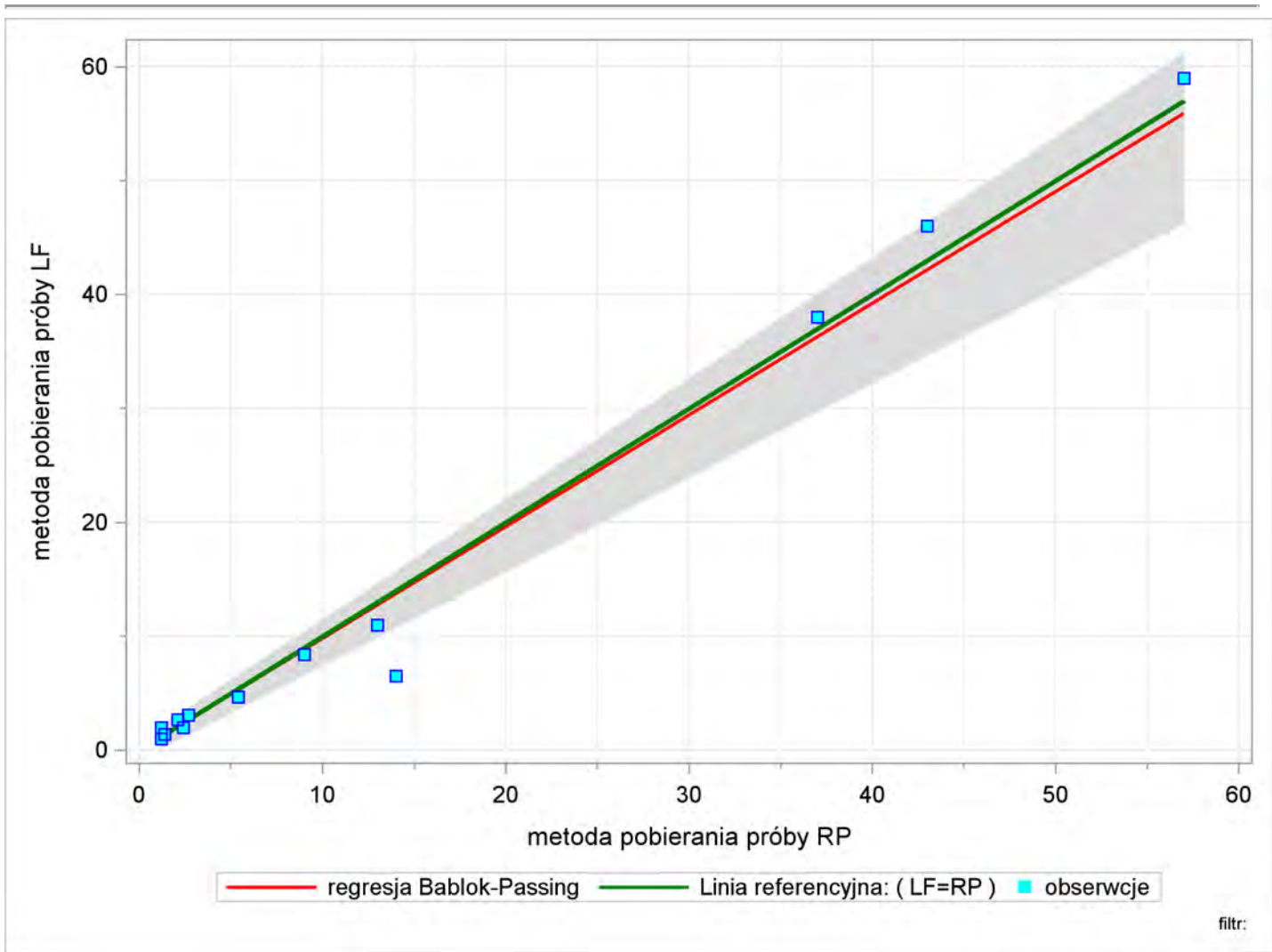
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.2135	0.0989	-0.4884	1.2670
Slope	200	0.9144	0.8663	0.7619	1.2566



Bablok-Passing regression - RP (min= 1.2 , max= 59)
===== Wegiel_organiczny =====

The MEANS Procedure

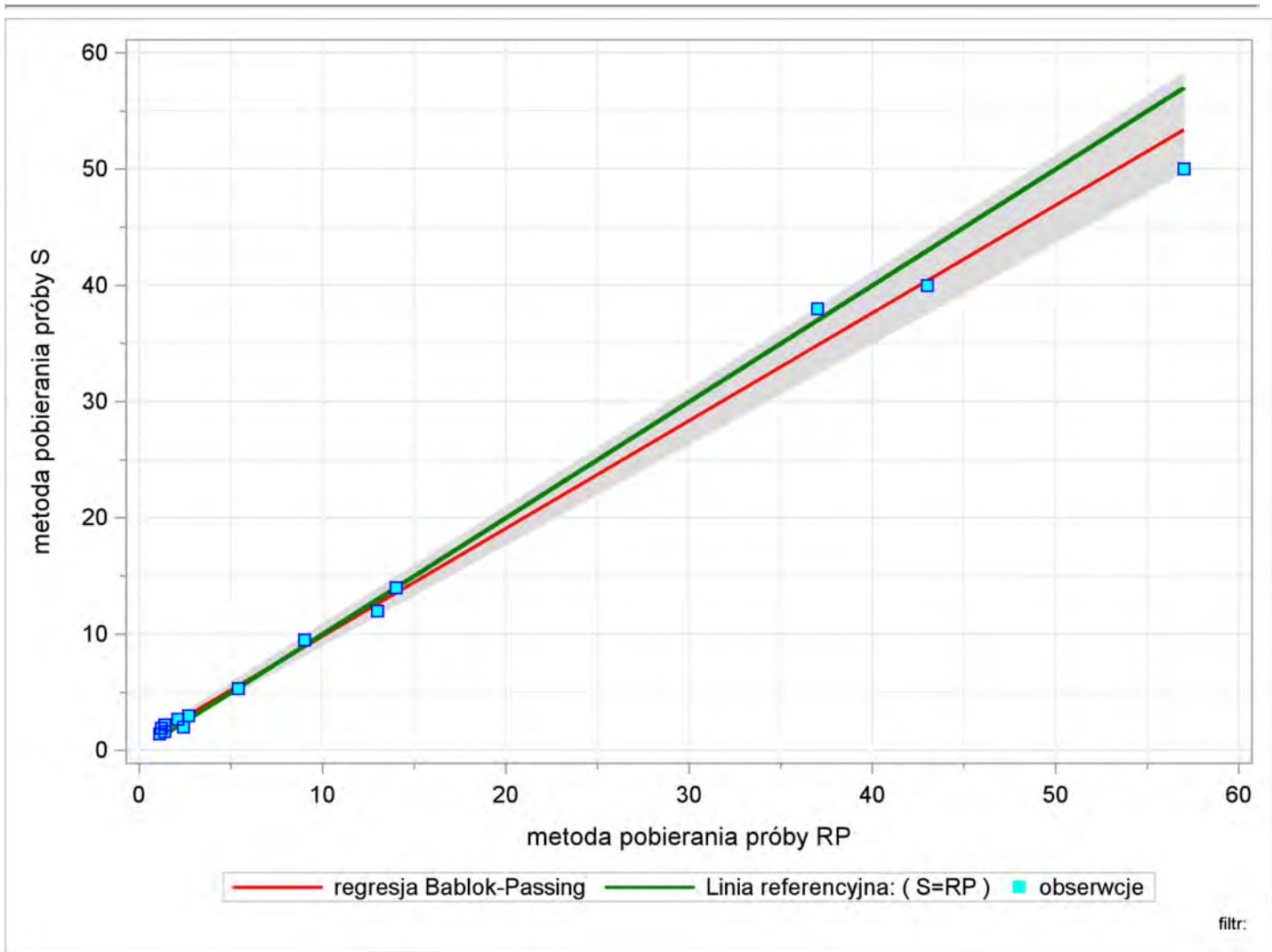
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.0092	-0.0450	-0.8945	0.8863
Slope	200	0.9807	1.0267	0.8261	1.0587



Bablok-Passing regression - RP (min= 1.1 , max= 50)
===== Wegiel_organiczny =====

The MEANS Procedure

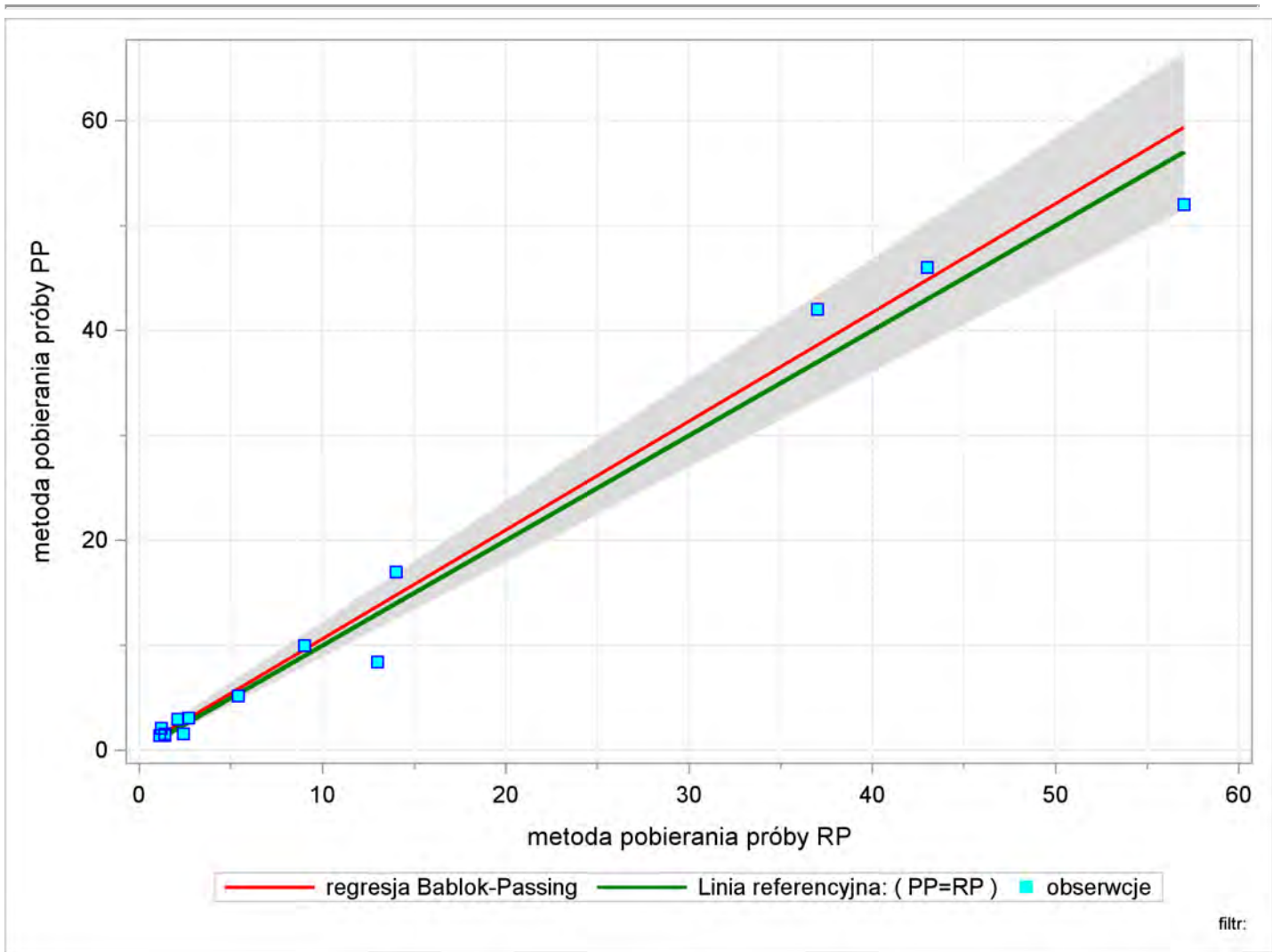
Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.5232	0.5089	0.2500	0.8333
Slope	200	0.9269	0.9212	0.8663	1.0084



Bablok-Passing regression - RP (min= 1.1 , max= 52)
===== Wegiel_organiczny =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.2250	0.2172	-0.1966	0.6766
Slope	200	1.0365	1.0635	0.9052	1.1538



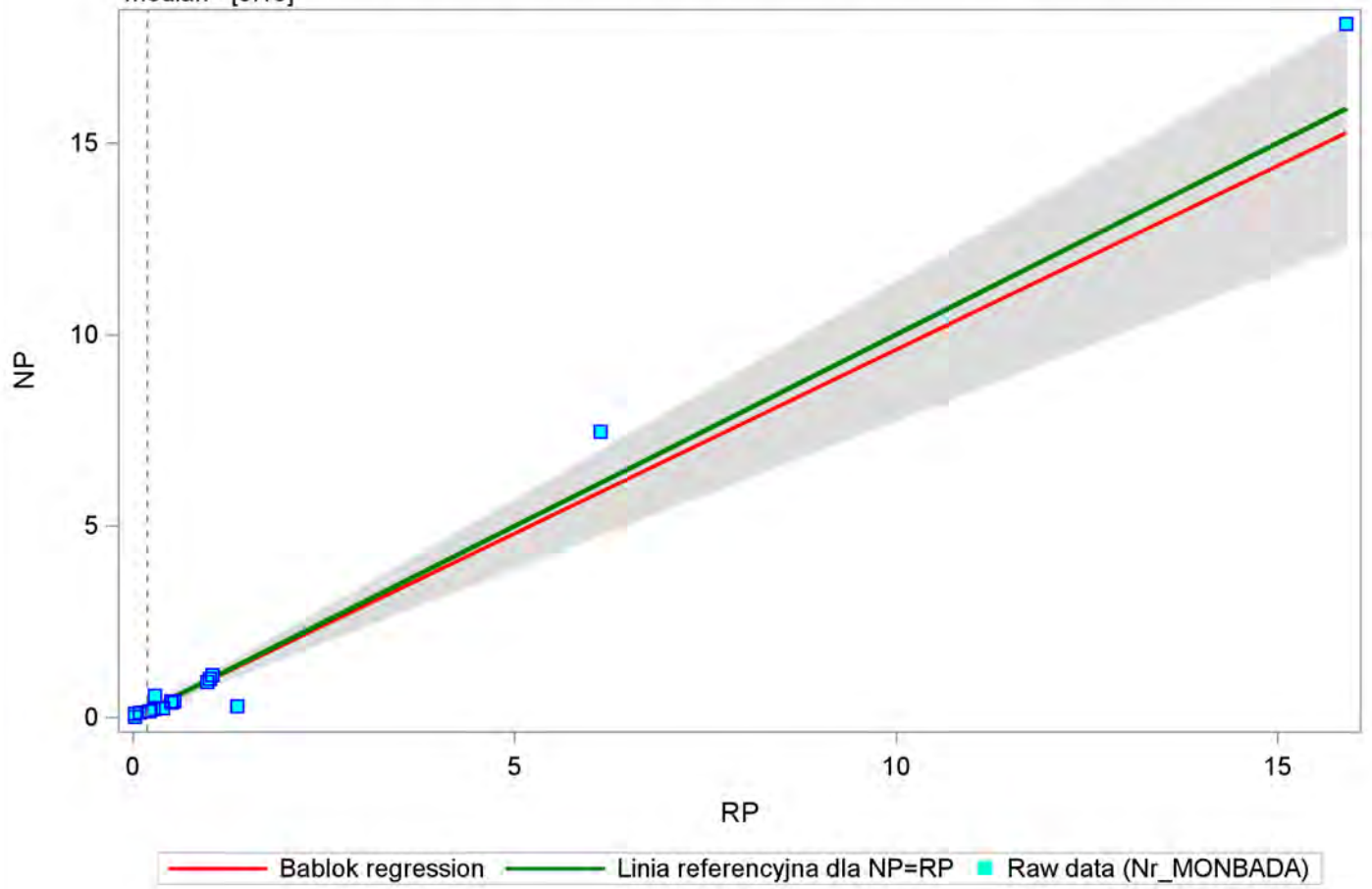
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.025 , max= 18.1)
===== Amonowy_jon =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00047	0.00079	0.01177	-0.00346	0.00567
Slope	200	0.95953	0.96825	0.12494	0.77320	1.13858

Bablok-Passing regression - Amonowy_jon (min=0.025 , max=18.1)

median= [0.19]



filtr:

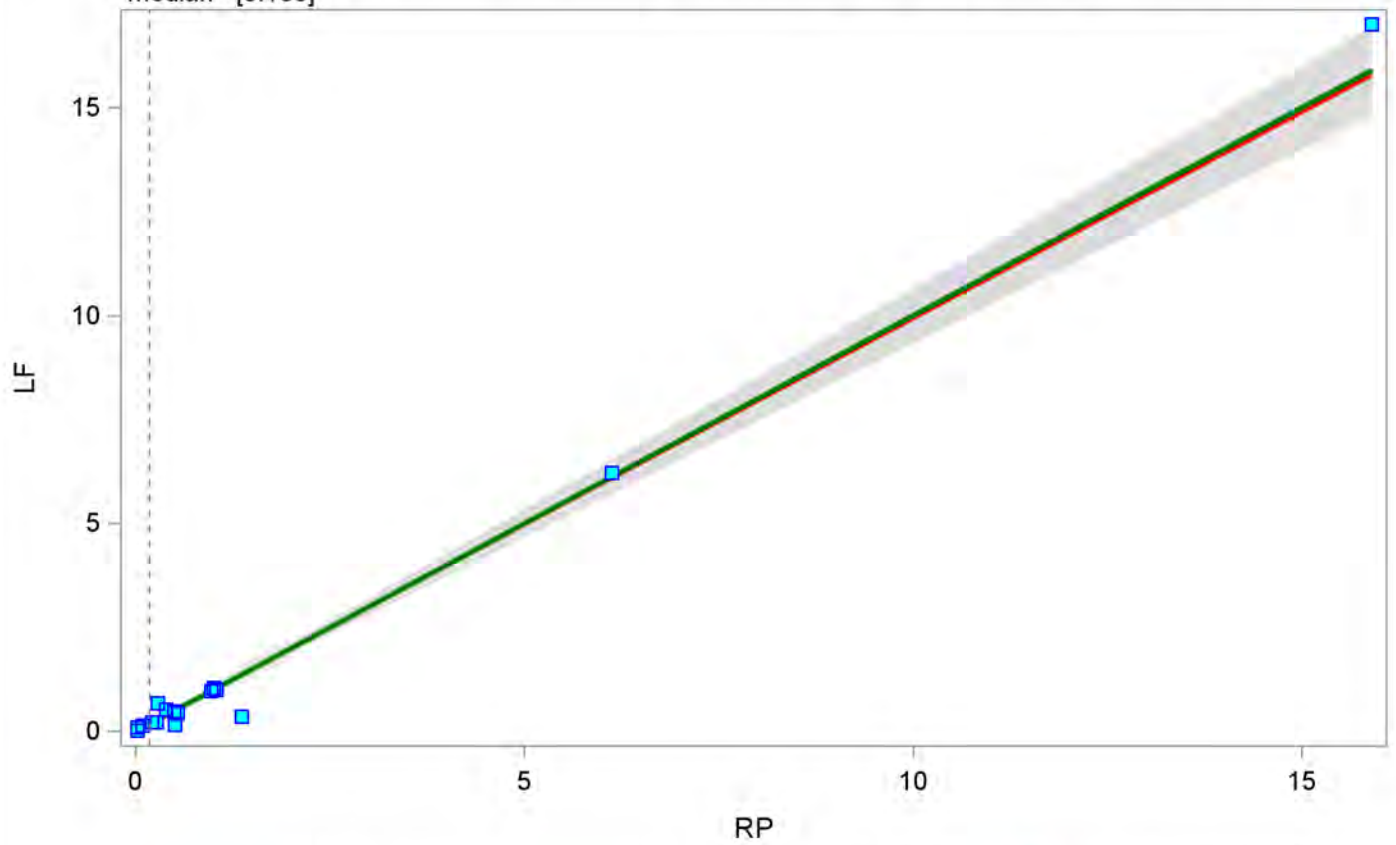
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.025 , max= 17)
==== Amonowy_jon =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00042	0.00000	0.00621	-0.00166	0.00481
Slope	200	0.99158	1.00000	0.05873	0.93103	1.06452

Bablok-Passing regression - Amonowy_jon (min=0.025 , max=17)

median= [0.185]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.025 , max= 16.3)

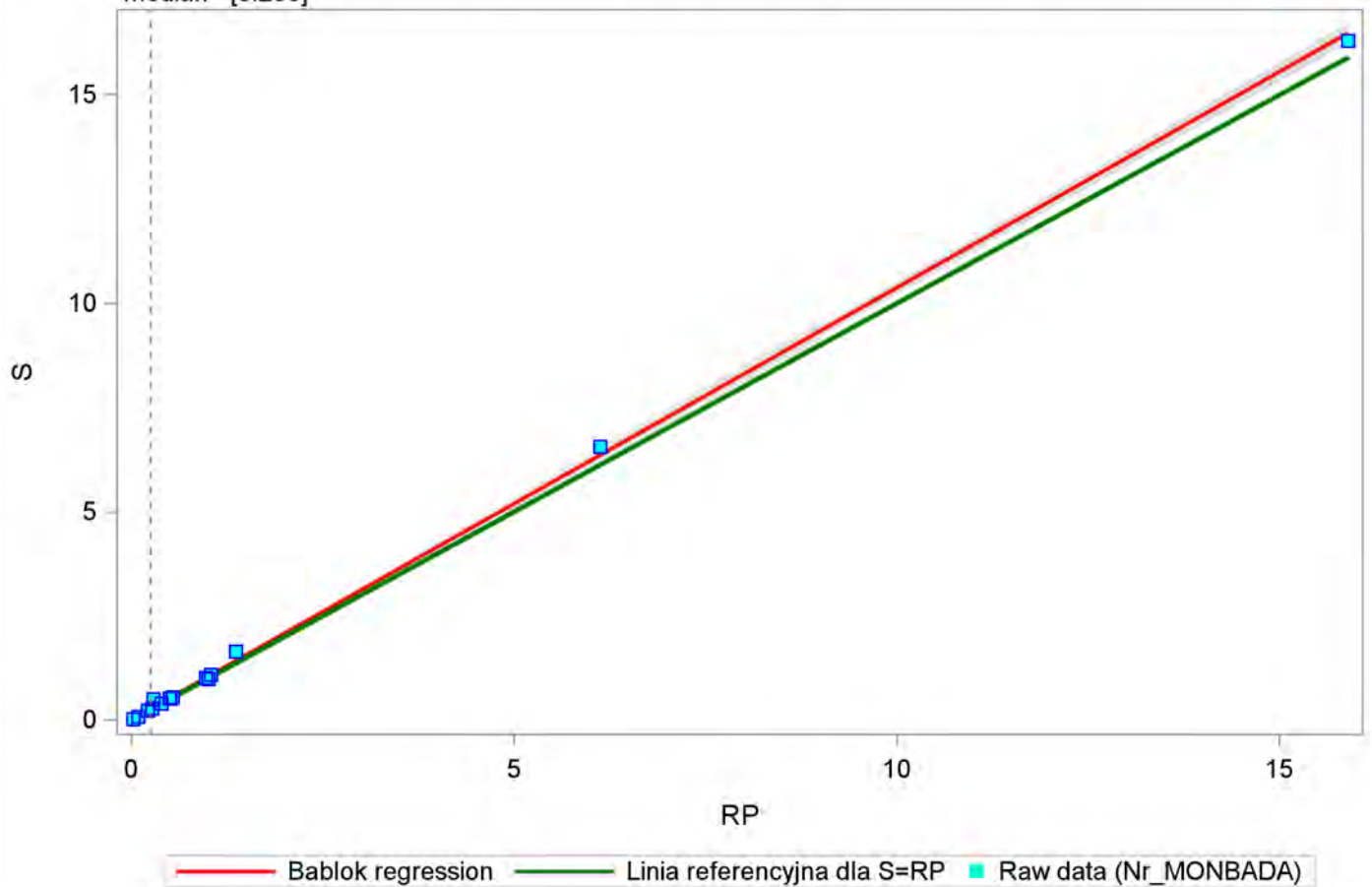
==== Amonowy_jon ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00096	-0.00102	0.00073	-0.00148	-0.00053
Slope	200	1.03645	1.04082	0.01215	1.02105	1.05060

Bablok-Passing regression - Amonowy_jon (min=0.025 , max=16.3)

median= [0.255]



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.025 , max= 16.9)

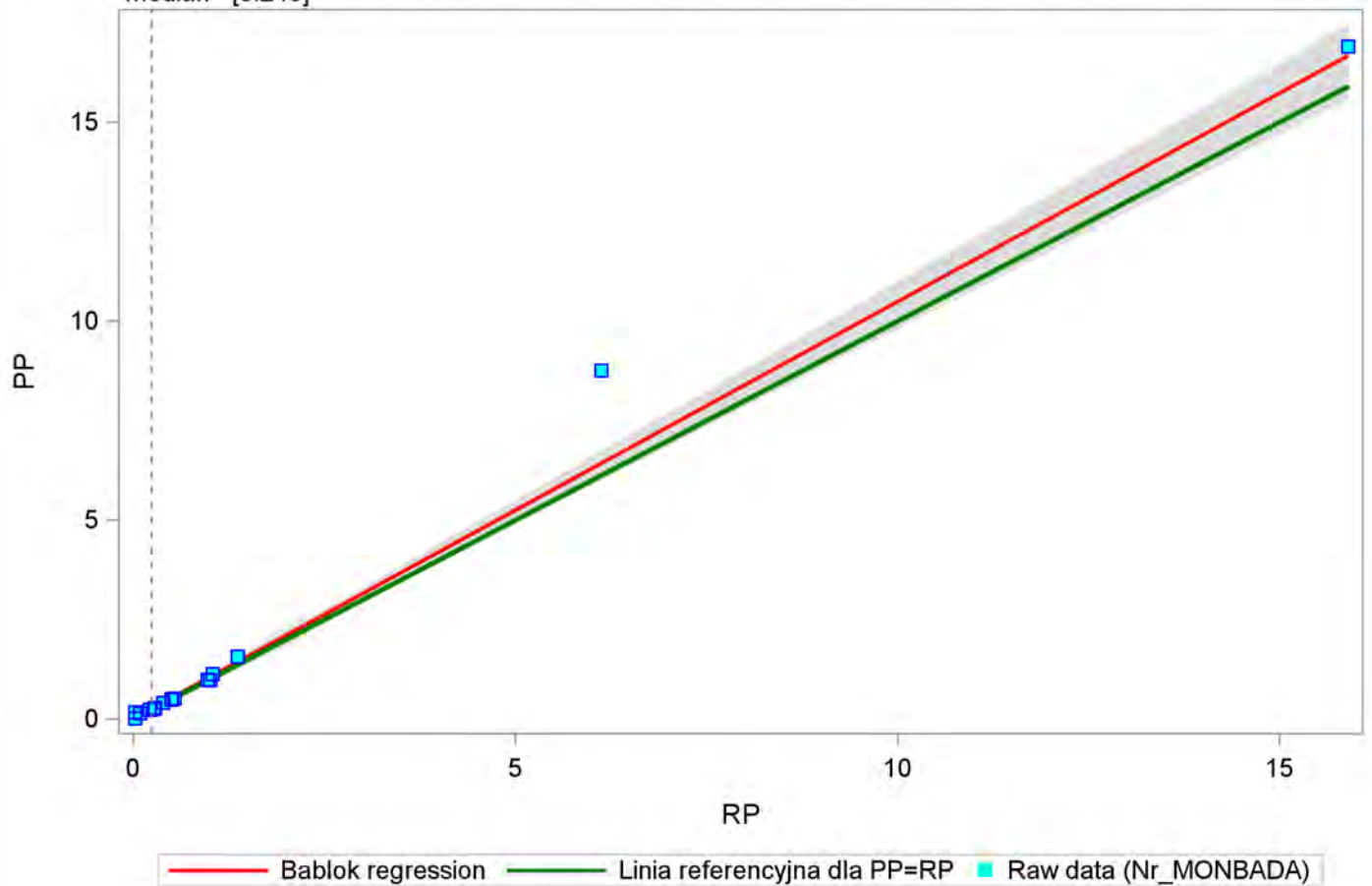
==== Amonowy_jon ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00083	-0.00137	0.00429	-0.00306	0.00096
Slope	200	1.04785	1.05479	0.03807	0.97895	1.09852

Bablok-Passing regression - Amonowy_jon (min=0.025 , max=16.9)

median= [0.245]



filtr:

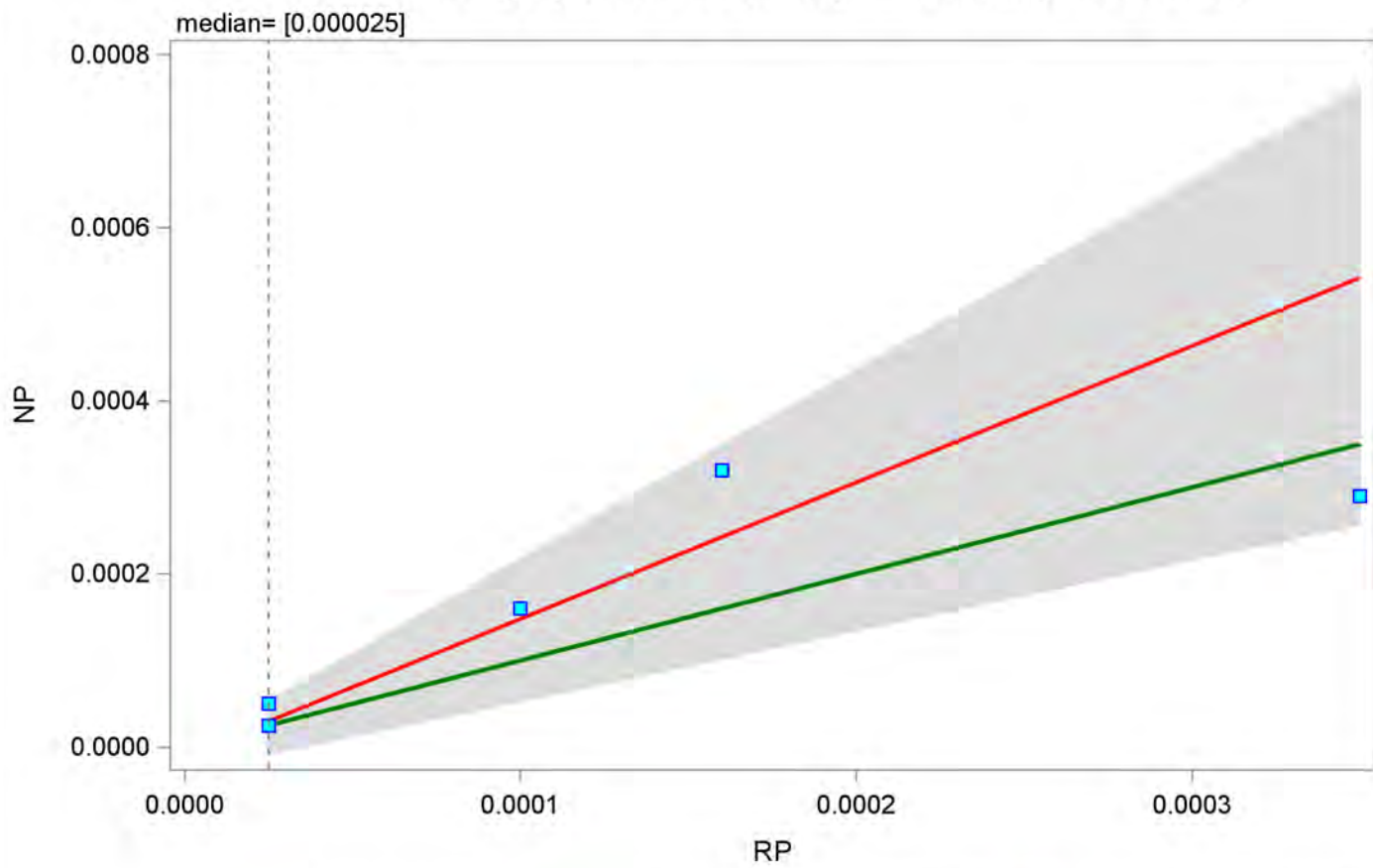
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00025 , max= 0.00032)

==== Antymon ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00001	-0.00002	0.00001	-0.00003	0.00000
Slope	200	1.57726	1.80000	0.52234	0.81538	2.18519

Bablok-Passing regression - Antymon (min=0.000025 , max=0.00032)



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

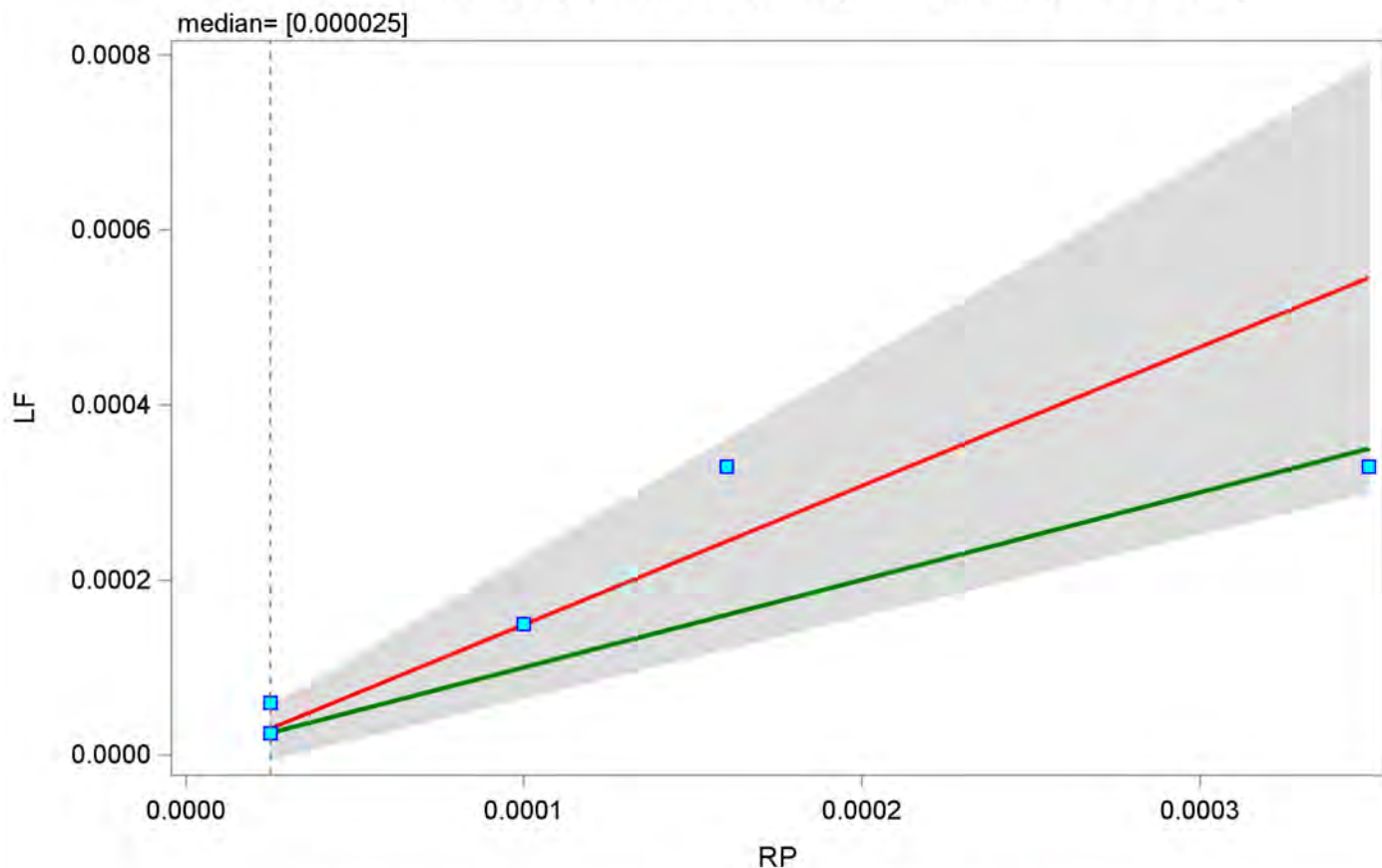
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00025 , max= 0.00033)

==== Antymon ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00001	-0.00002	0.00001	-0.00003	0.00000
Slope	200	1.58586	1.66667	0.48628	0.93846	2.25926

Bablok-Passing regression - Antymon (min=0.000025 , max=0.00033)



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.000025 , max= 0.00033)

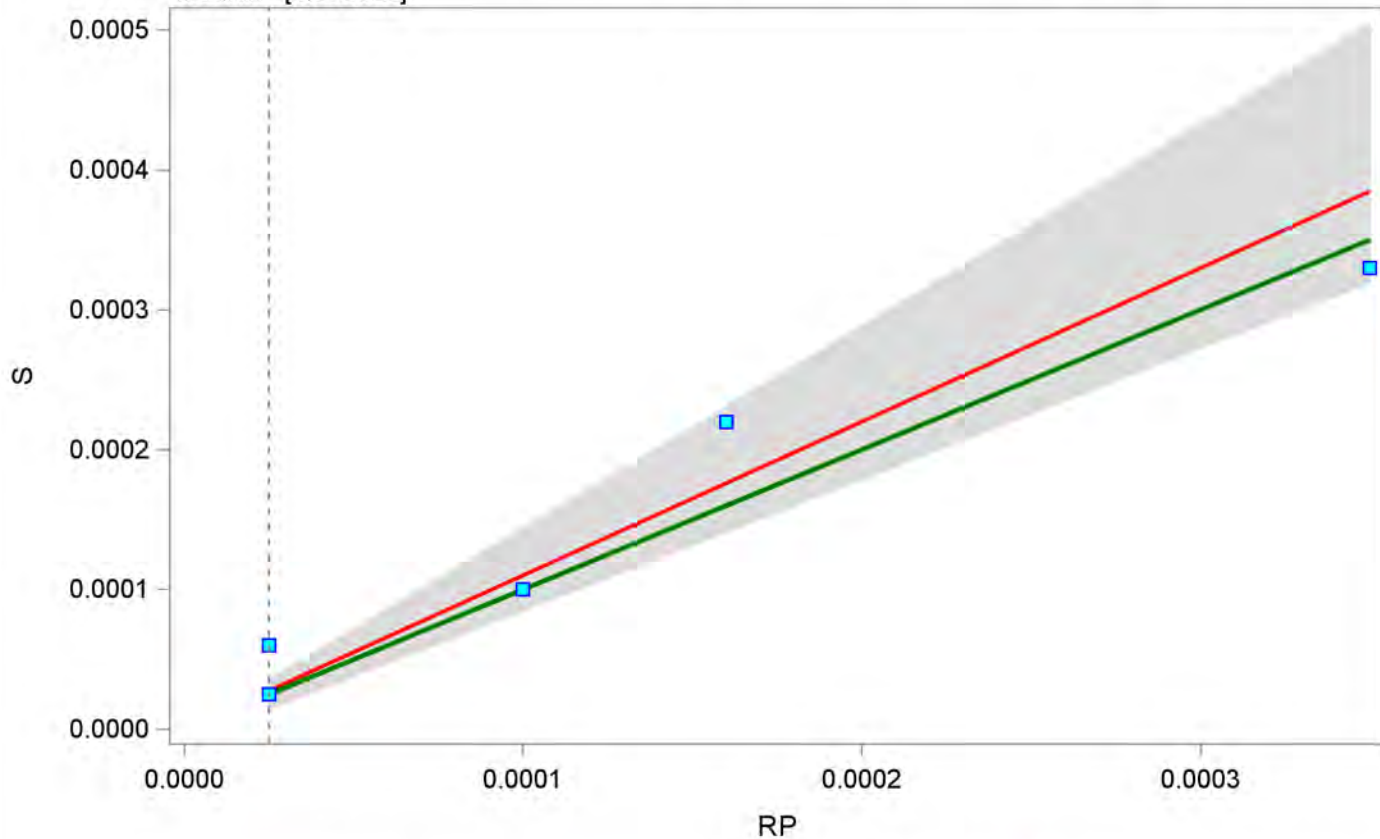
==== Antymon ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00000	0.00000	0.00000	-0.00001	0.00000
Slope	200	1.09846	1.00000	0.19667	0.93846	1.44444

Bablok-Passing regression - Antymon (min=0.000025 , max=0.00033)

median= [0.000025]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla S=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00025 , max= 0.00026)

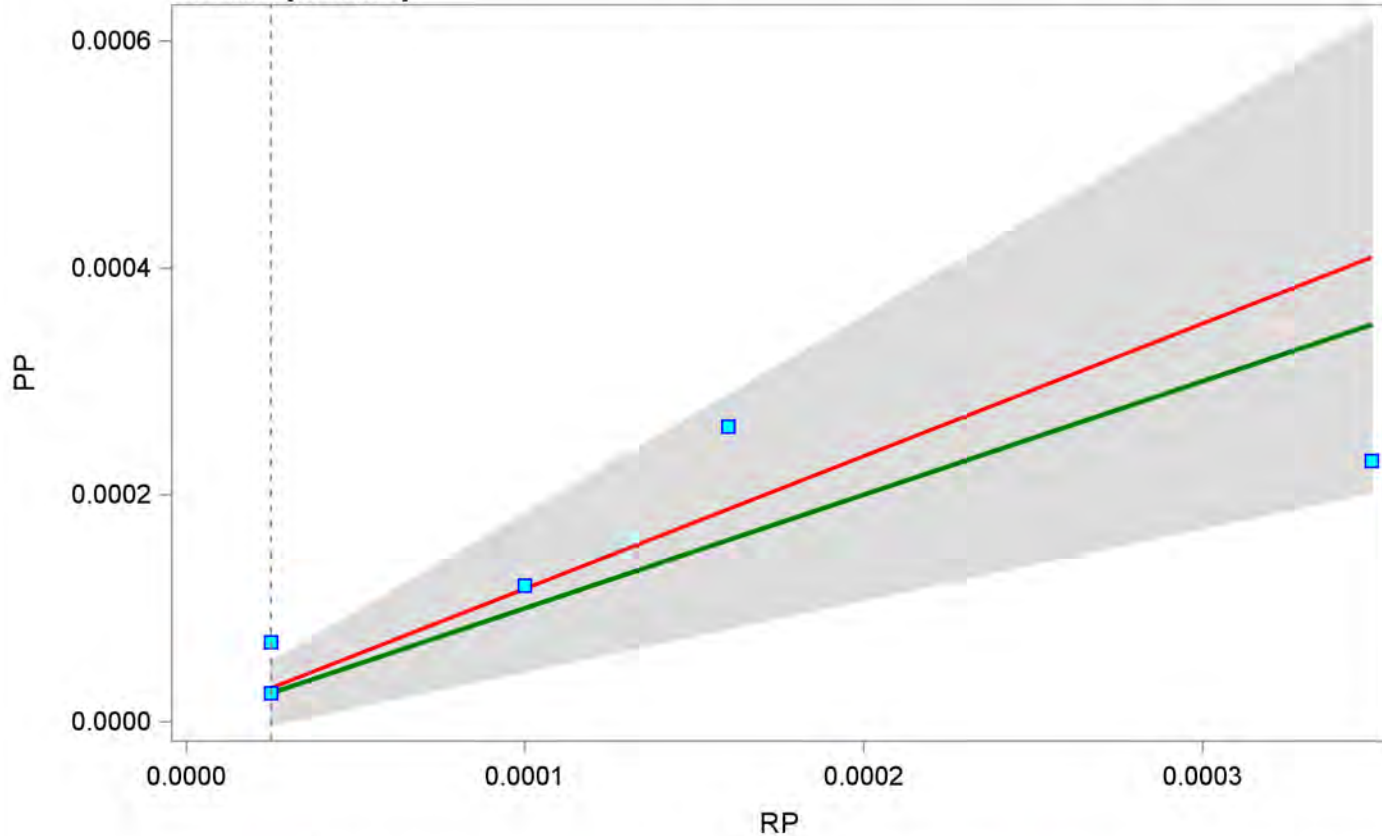
==== Antymon ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00000	-0.00001	0.00001	-0.00002	0.00001
Slope	200	1.16879	1.26667	0.41203	0.63077	1.74074

Bablok-Passing regression - Antymon (min=0.000025 , max=0.00026)

median= [0.000025]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla PP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

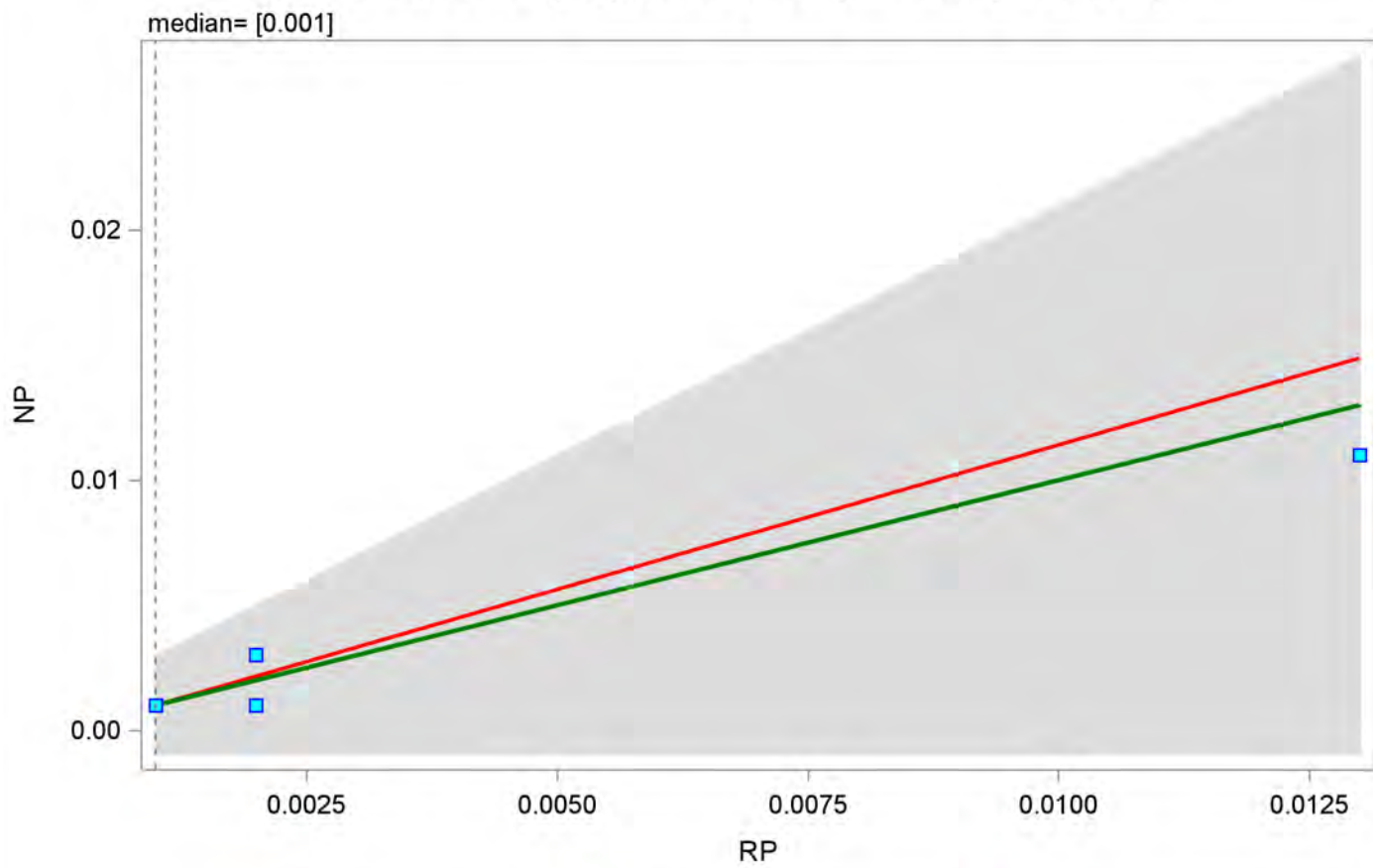
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.001 , max= 0.011)

==== Arsen ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00016	0.00017	0.00075	-0.00100	0.00100
Slope	200	1.15612	0.83333	0.75151	0.00000	2.00000

Bablok-Passing regression - Arsen (min=0.001 , max=0.011)



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.001 , max= 0.011)

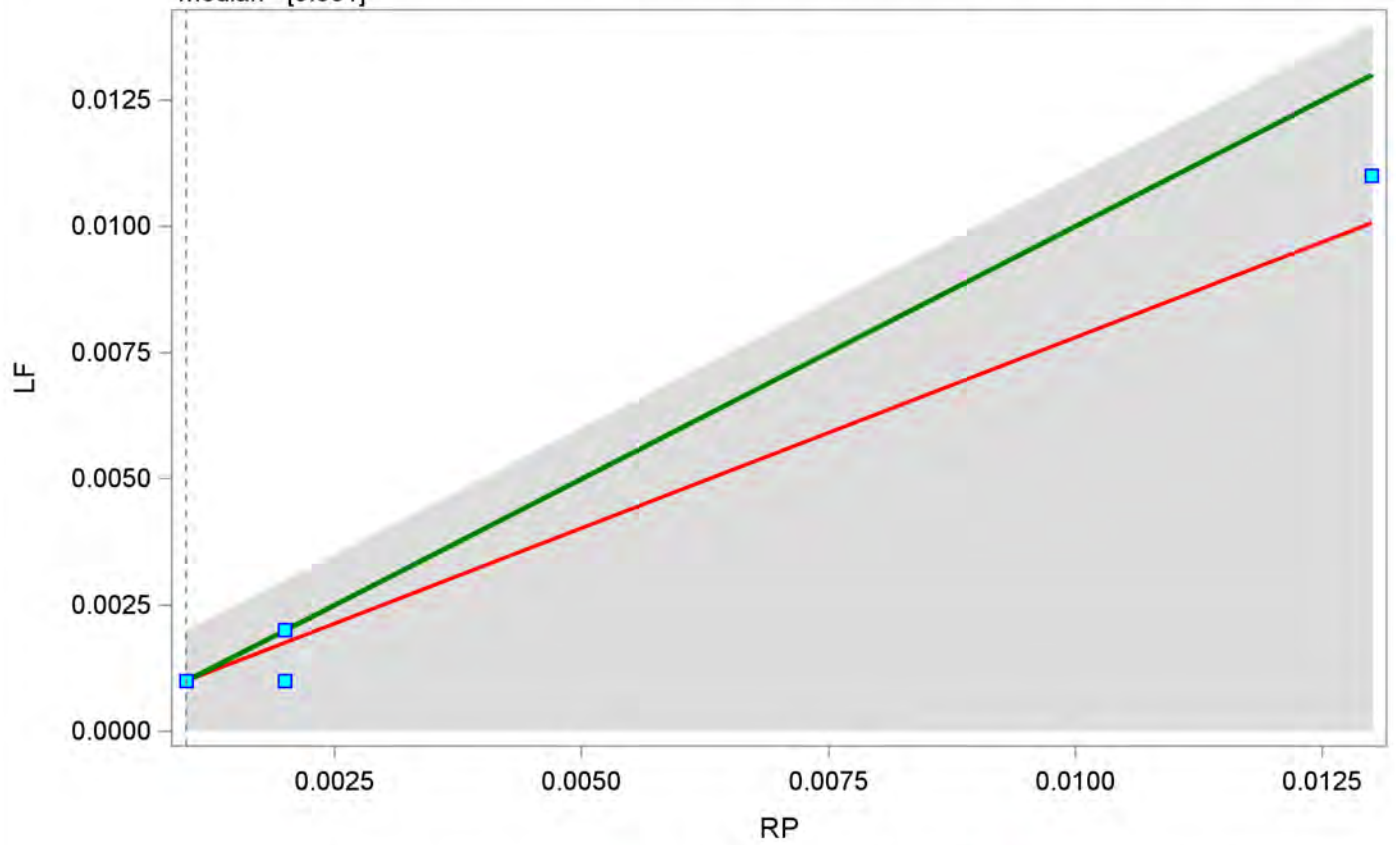
==== Arsen ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00024	0.00017	0.00036	0.00000	0.00100
Slope	200	0.75545	0.83333	0.36195	0.00000	1.00000

Bablok-Passing regression - Arsen (min=0.001 , max=0.011)

median= [0.001]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

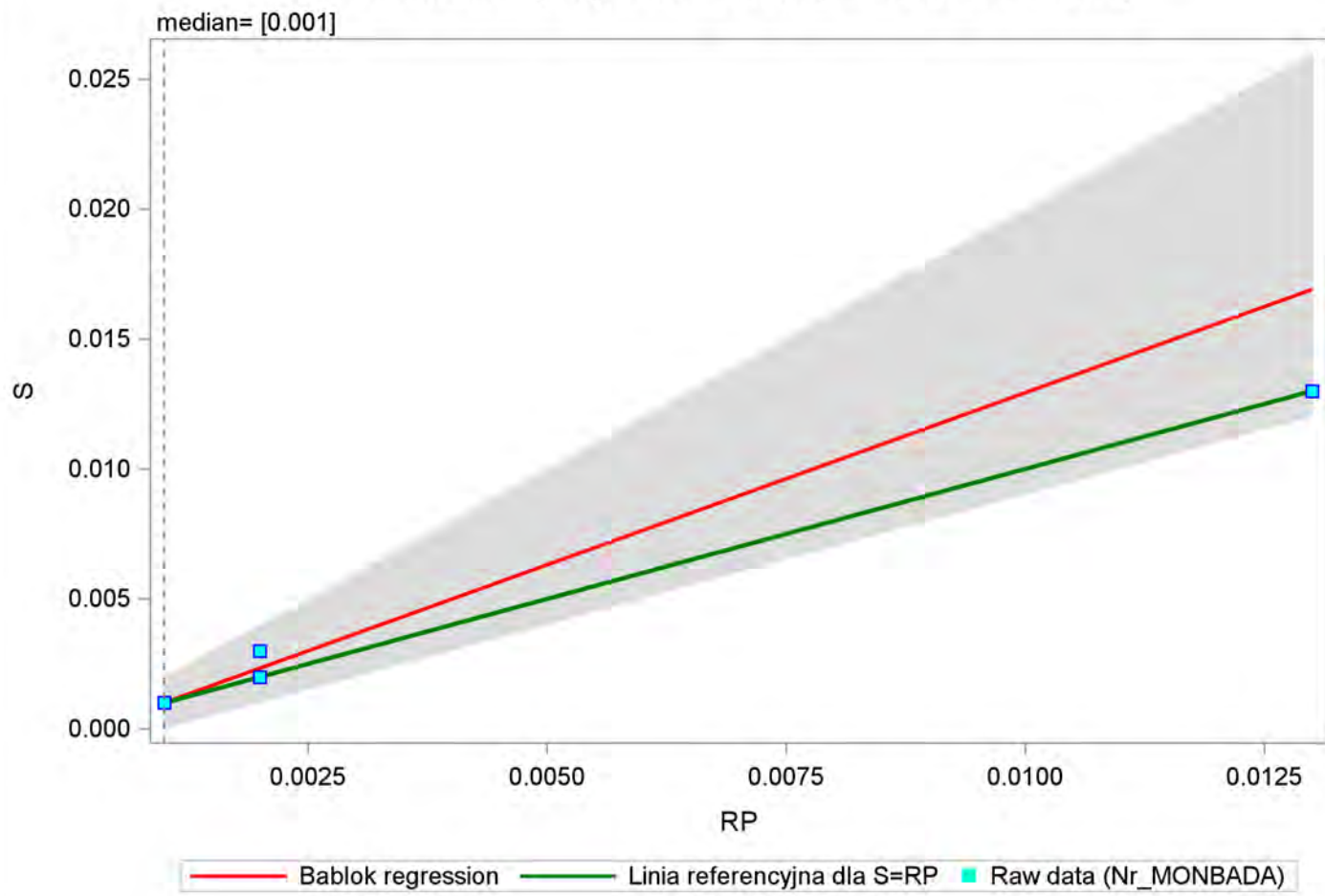
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.001 , max= 0.013)

==== Arsen ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00032	0.00000	0.00047	-0.00100	0.00000
Slope	200	1.32414	1.00000	0.46662	1.00000	2.00000

Bablok-Passing regression - Arsen (min=0.001 , max=0.013)



filtr:

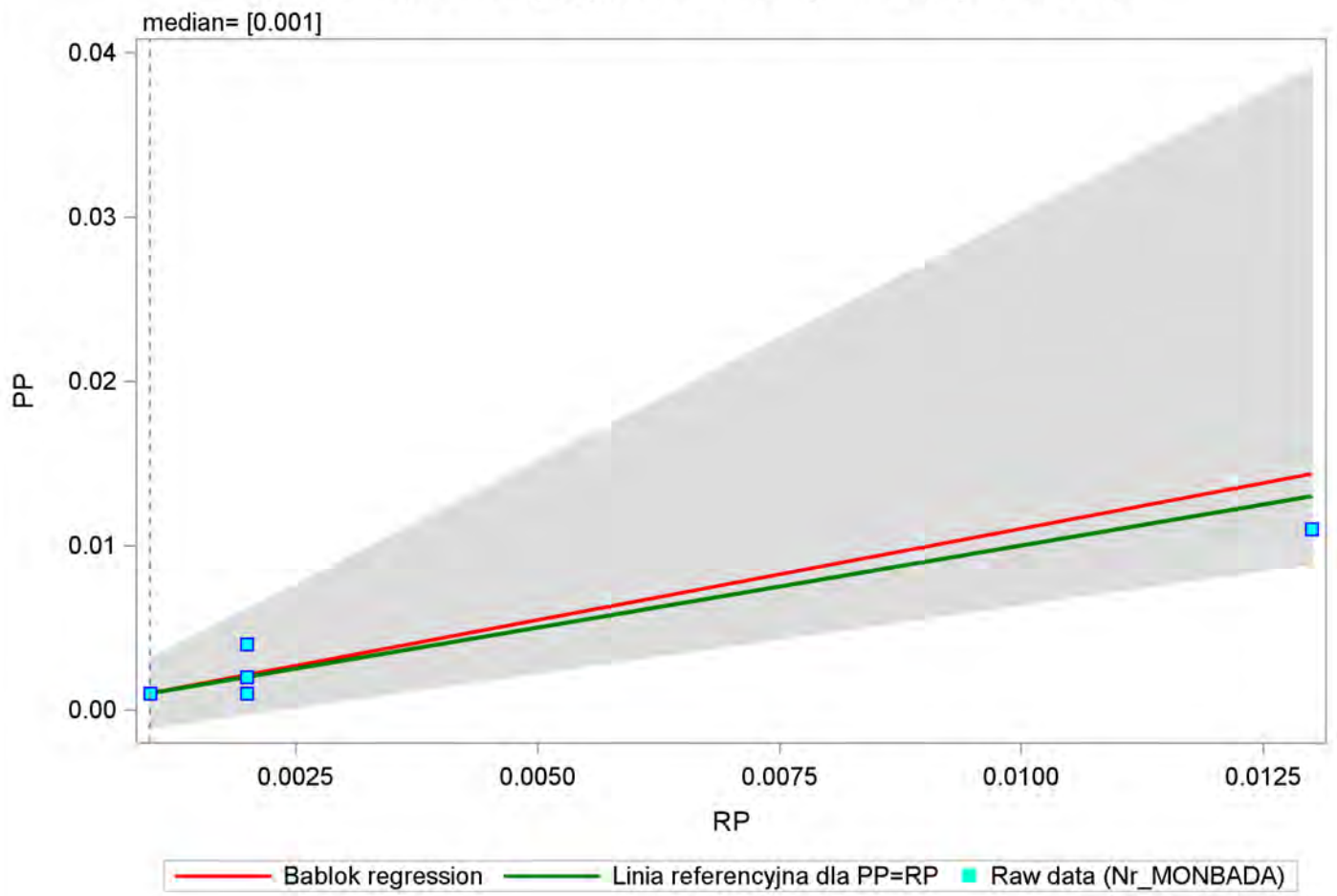
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.001 , max= 0.011)

==== Arsen ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00011	0.00000	0.00064	-0.00200	0.00017
Slope	200	1.11242	1.00000	0.64280	0.83333	3.00000

Bablok-Passing regression - Arsen (min=0.001 , max=0.011)



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.2 , max= 90.2)

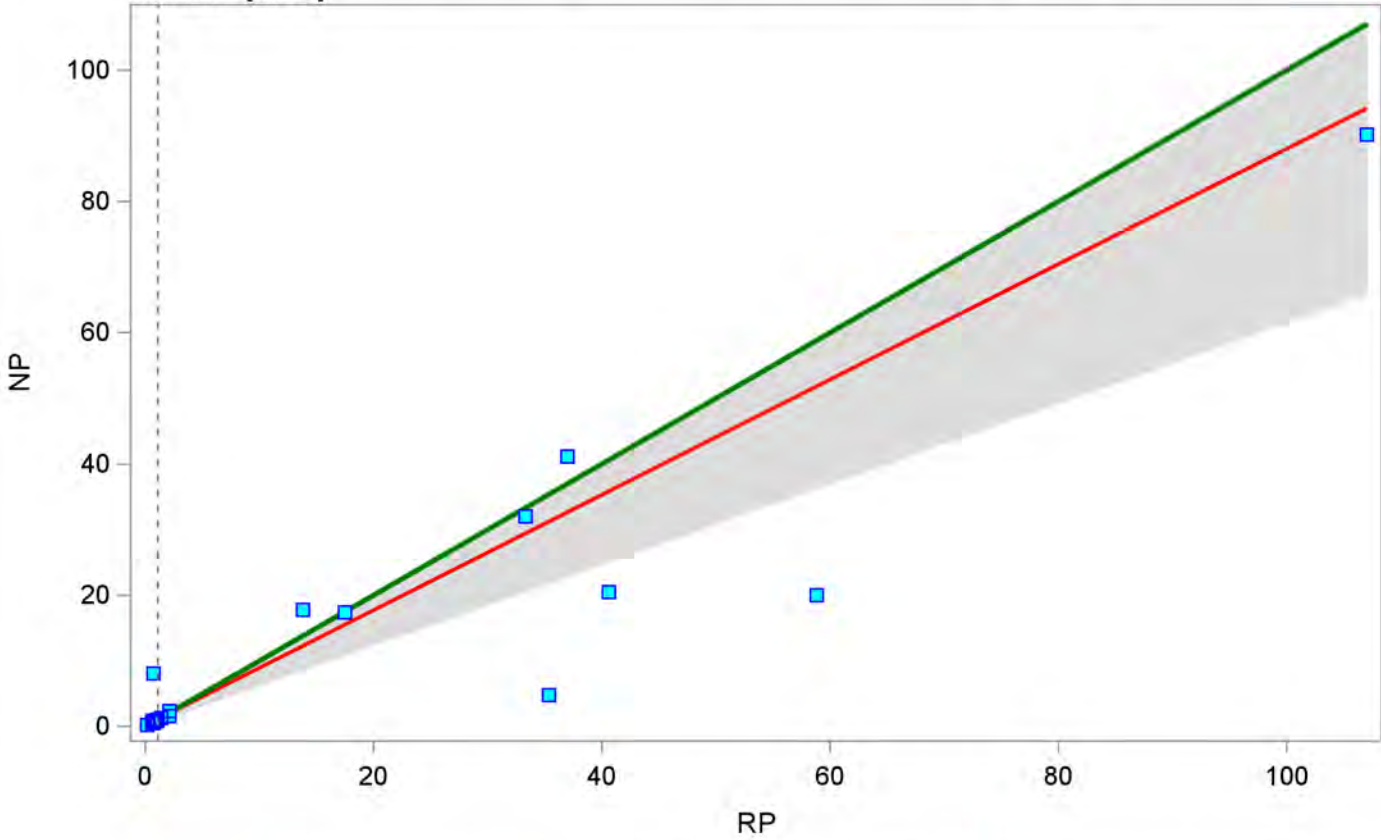
==== Azotany ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.06185	0.04449	0.09537	-0.06936	0.25477
Slope	200	0.87884	0.86667	0.12037	0.61438	1.00431

Bablok-Passing regression - Azotany (min=0.2 , max=90.2)

median= [1.145]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

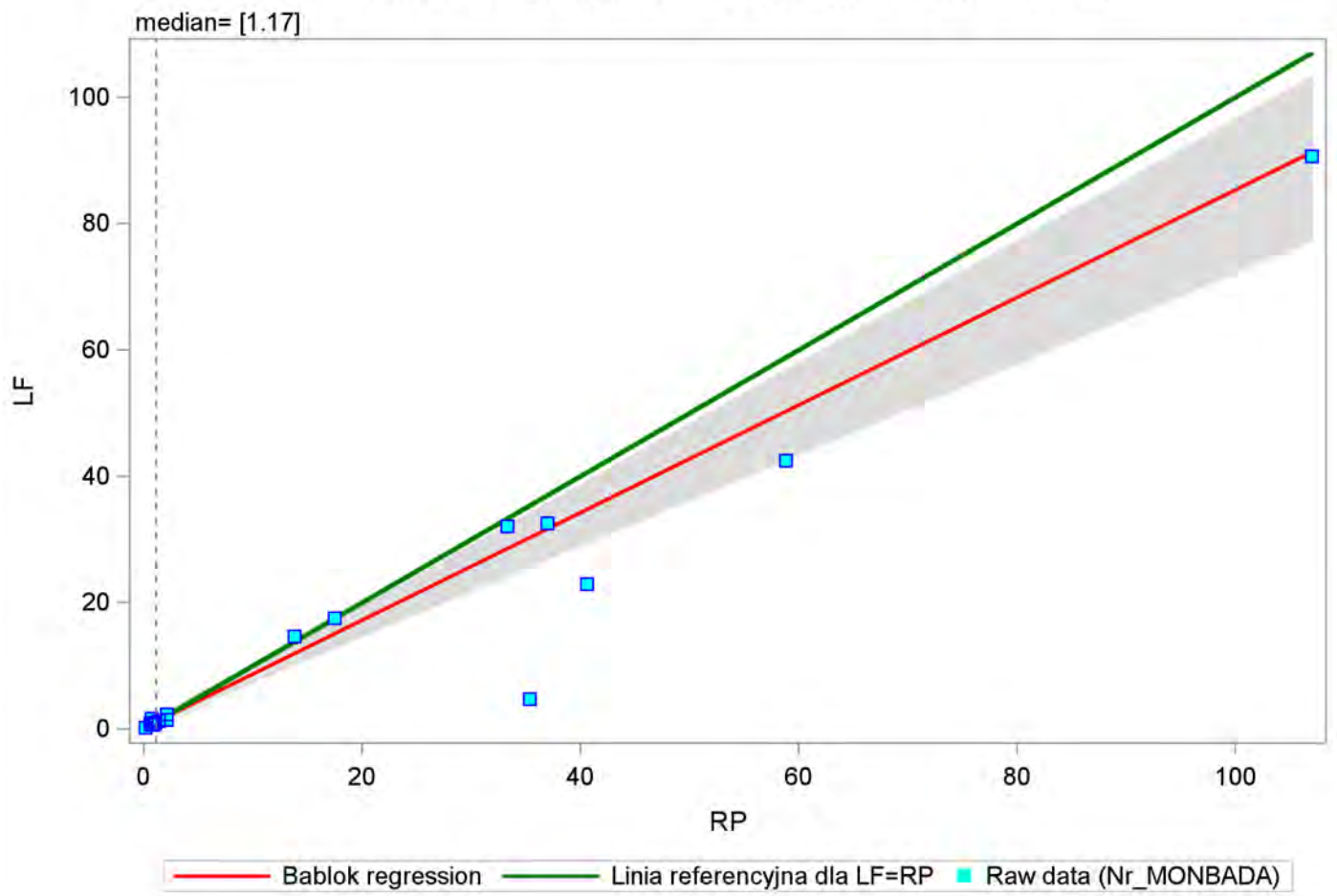
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.2 , max= 90.6)

==== Azotany ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.12528	0.11755	0.07415	0.02736	0.26041
Slope	200	0.85139	0.84741	0.07704	0.71982	0.96320

Bablok-Passing regression - Azotany (min=0.2 , max=90.6)



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.2 , max= 108)

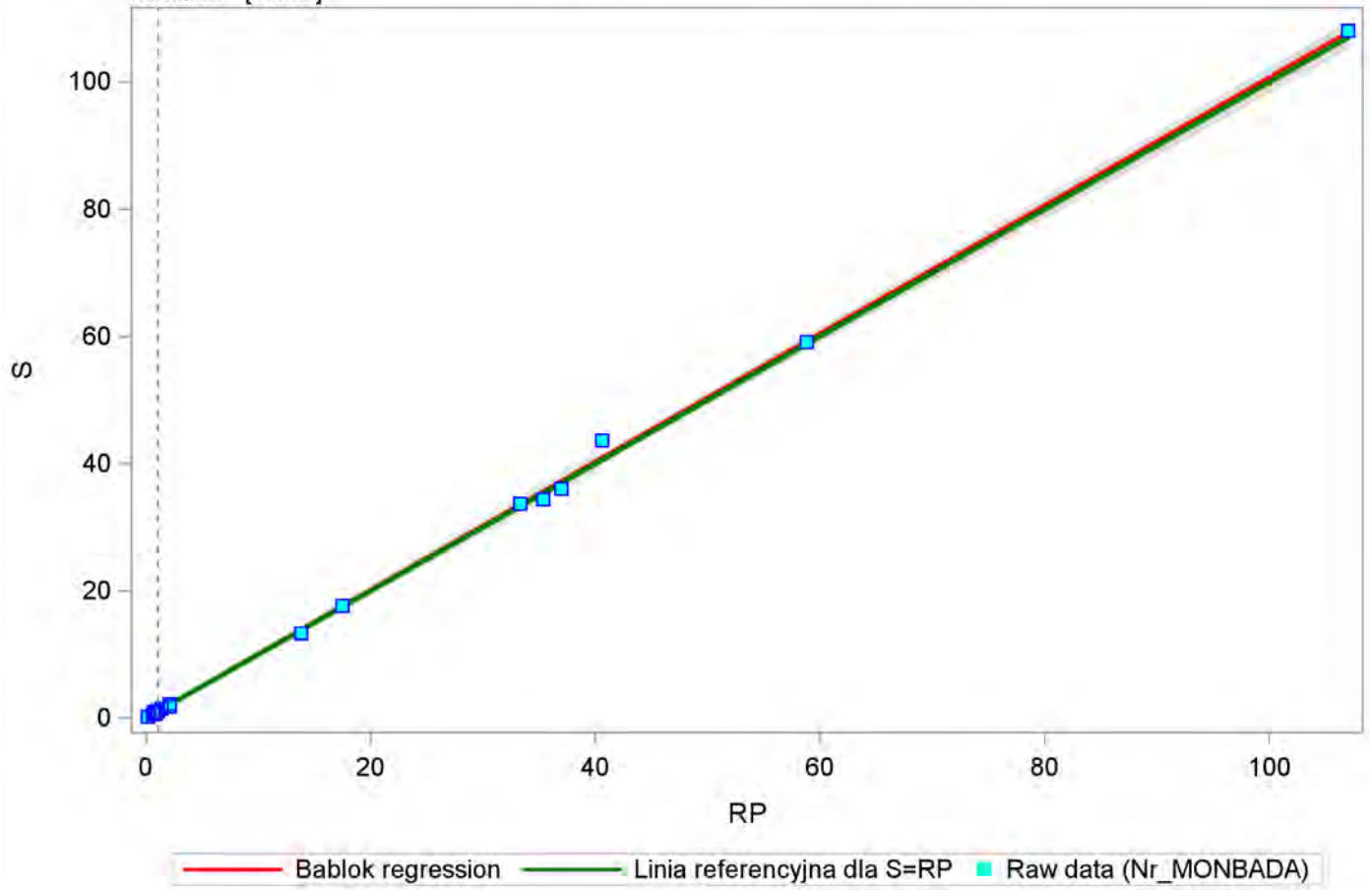
==== Azotany ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00790	0.00413	0.01803	-0.01189	0.05000
Slope	200	1.00689	1.00831	0.01149	0.98077	1.02191

Bablok-Passing regression - Azotany (min=0.2 , max=108)

median= [1.105]



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.2 , max= 98.3)

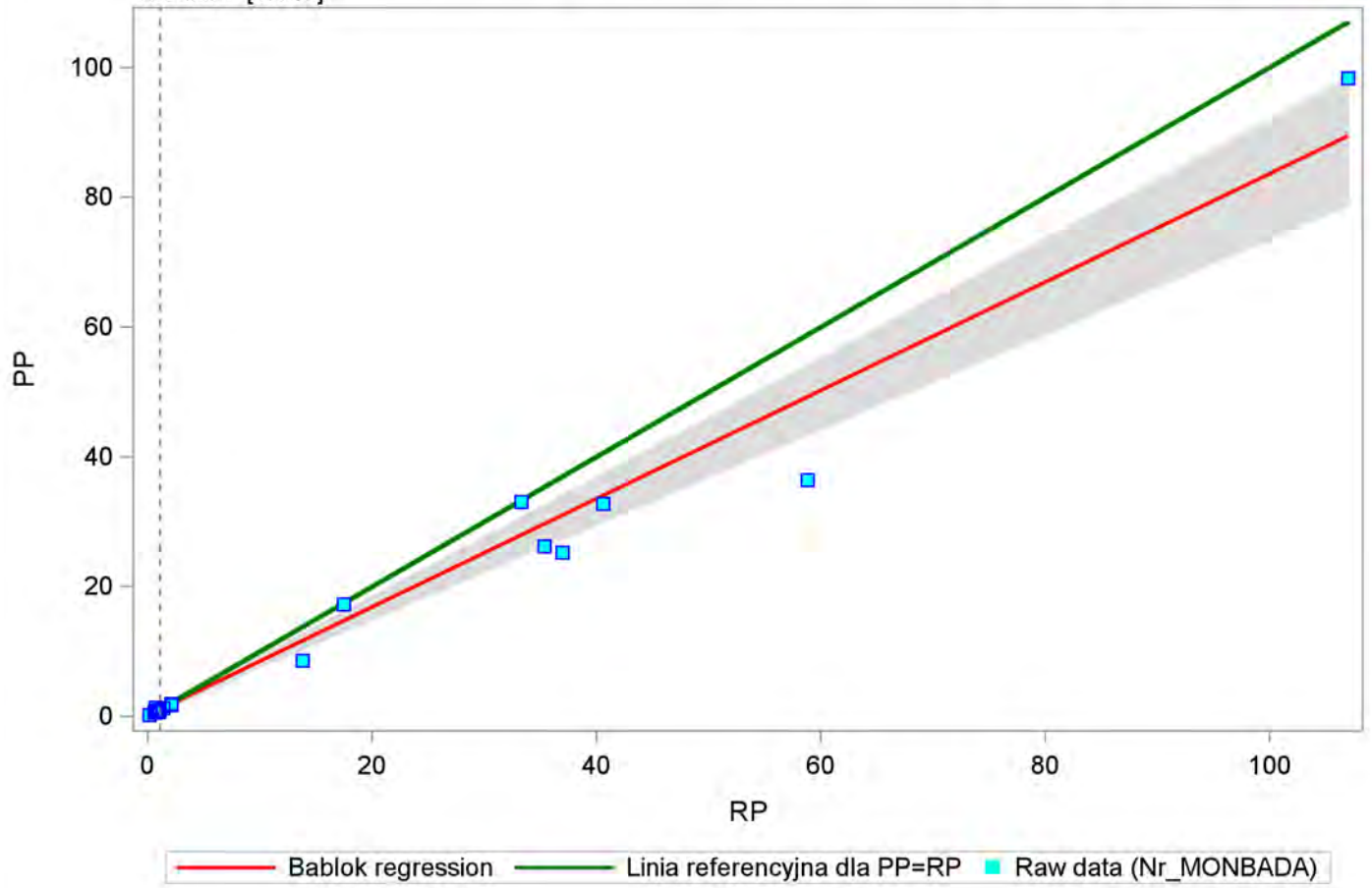
==== Azotany ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.10753	0.12108	0.05907	0.01121	0.21046
Slope	200	0.83453	0.81496	0.06674	0.73346	0.91836

Bablok-Passing regression - Azotany (min=0.2 , max=98.3)

median= [1.145]



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.003 , max= 0.081)

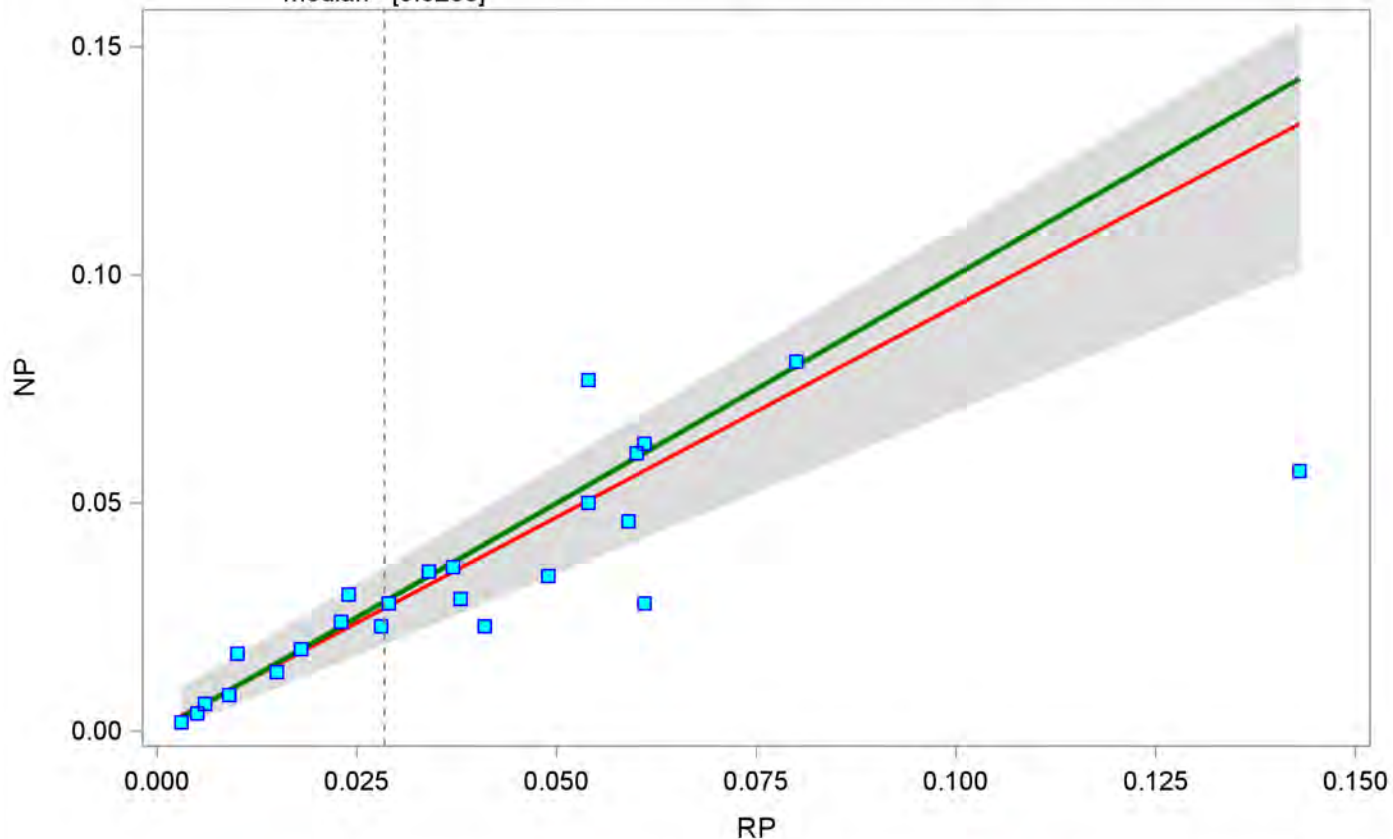
==== Bar ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00053	0.00000	0.00258	-0.00133	0.00628
Slope	200	0.92604	0.95066	0.11548	0.71392	1.03922

Bablok-Passing regression - Bar (min=0.003 , max=0.081)

median= [0.0285]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.003 , max= 0.081)

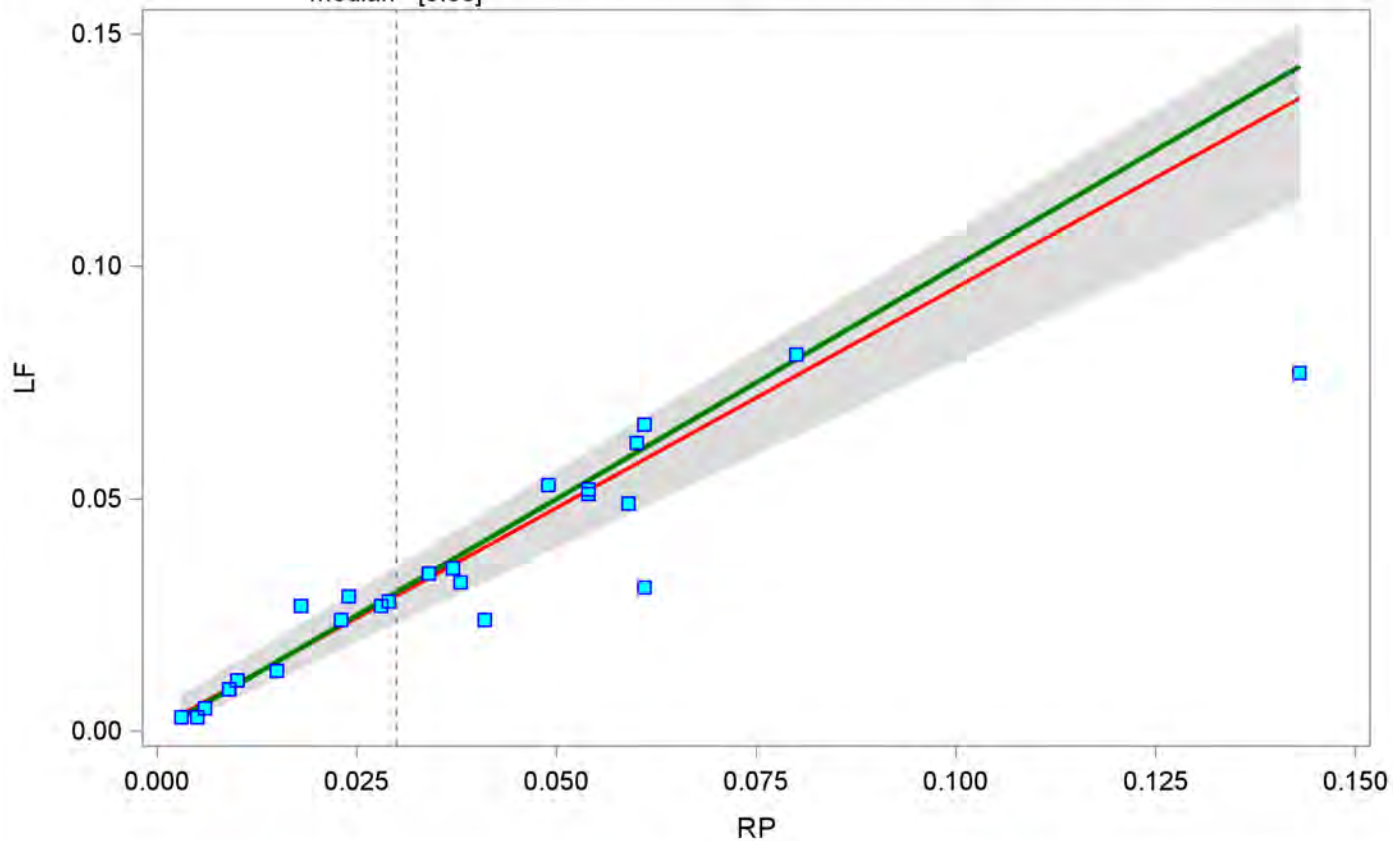
==== Bar ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00066	0.00016	0.00182	-0.00100	0.00460
Slope	200	0.94661	0.96000	0.07461	0.80476	1.03106

Bablok-Passing regression - Bar (min=0.003 , max=0.081)

median= [0.03]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.003 , max= 0.142)

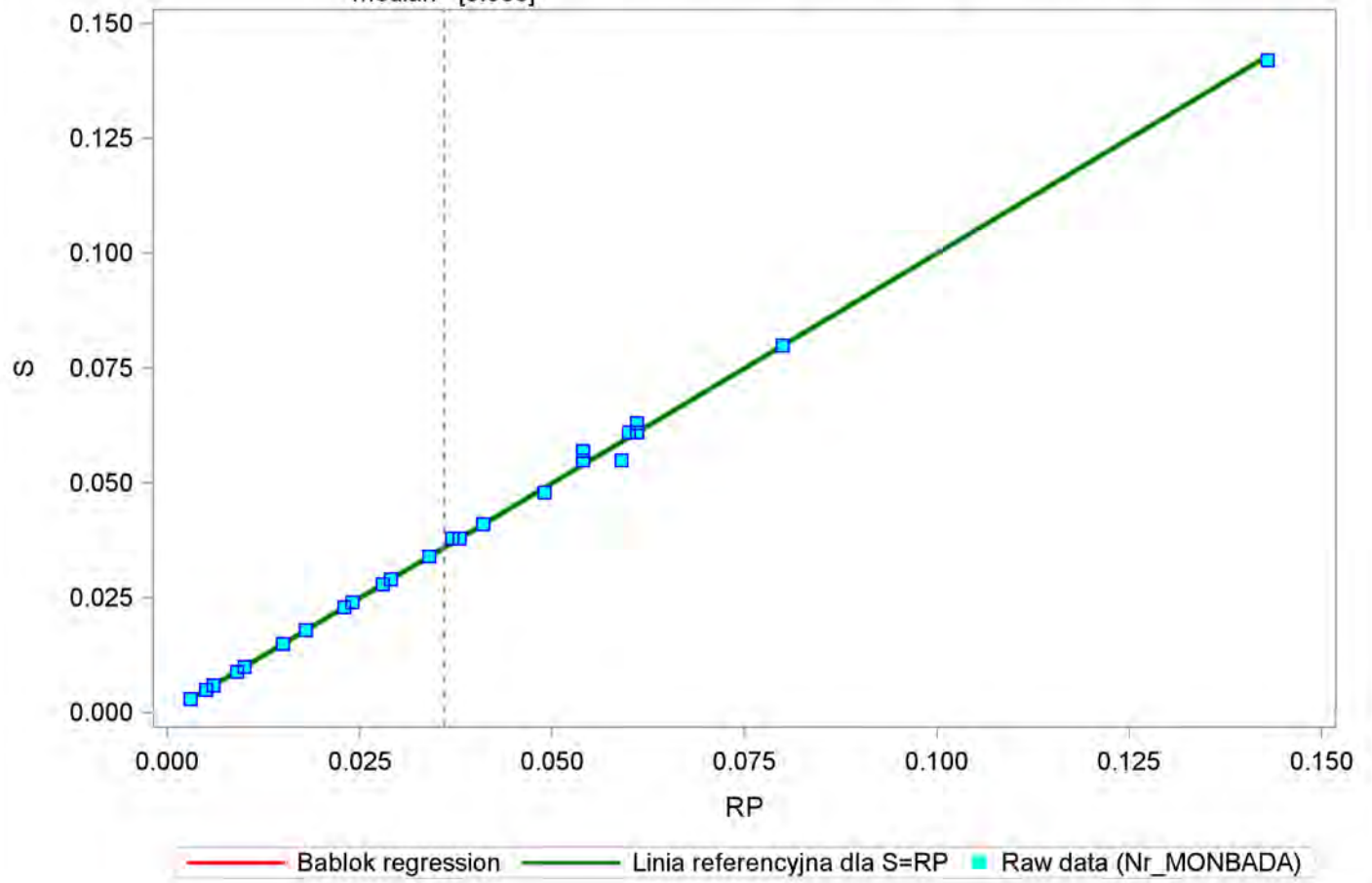
==== Bar =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00000	0.00000	0.00008	0.00000	0.00000
Slope	200	1.00030	1.00000	0.00241	1.00000	1.00000

Bablok-Passing regression - Bar (min=0.003 , max=0.142)

median= [0.036]



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.003 , max= 0.12)

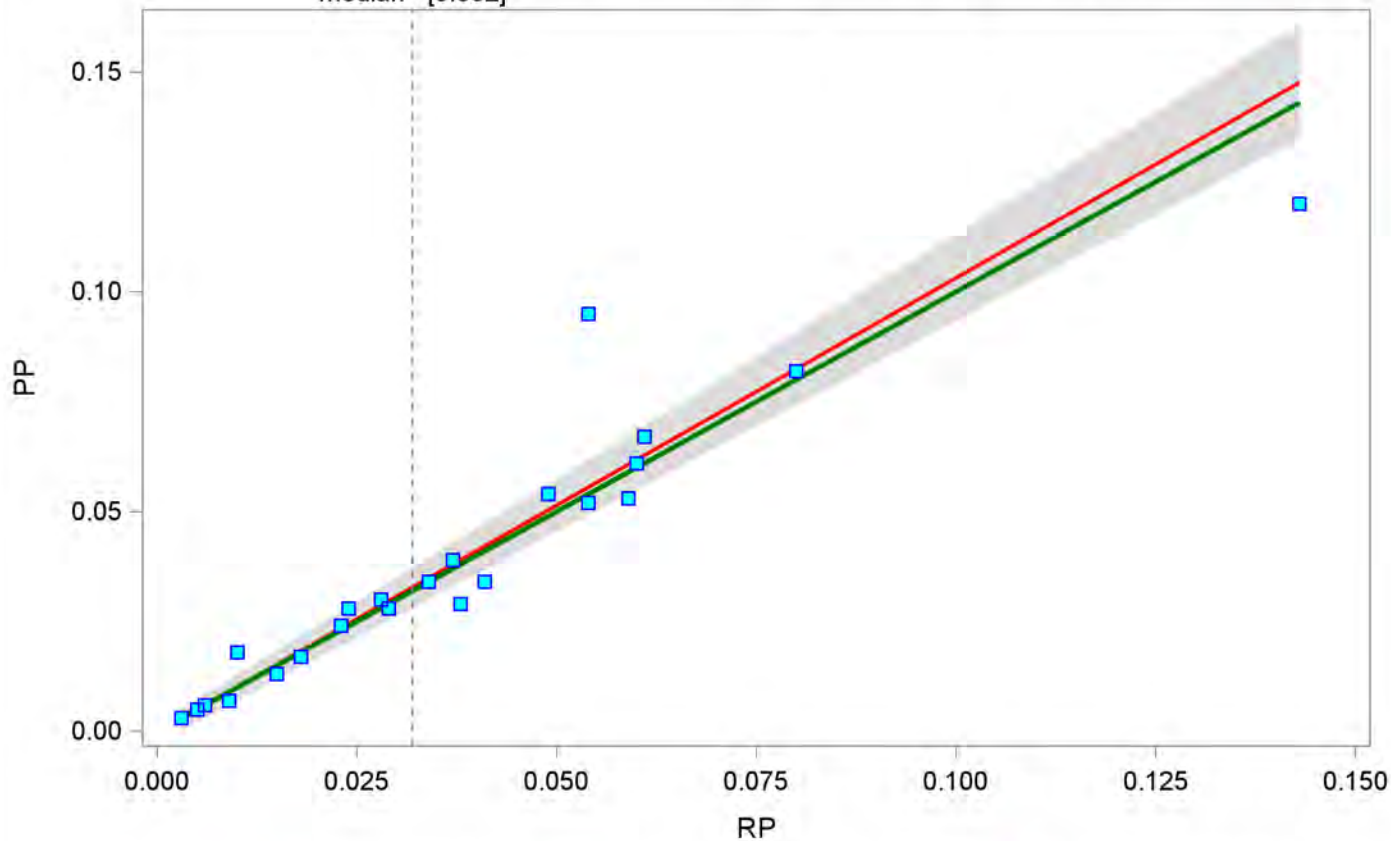
==== Bar =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00038	-0.00018	0.00126	-0.00267	0.00164
Slope	200	1.03379	1.03846	0.05289	0.95959	1.11309

Bablok-Passing regression - Bar (min=0.003 , max=0.12)

median= [0.032]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla PP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

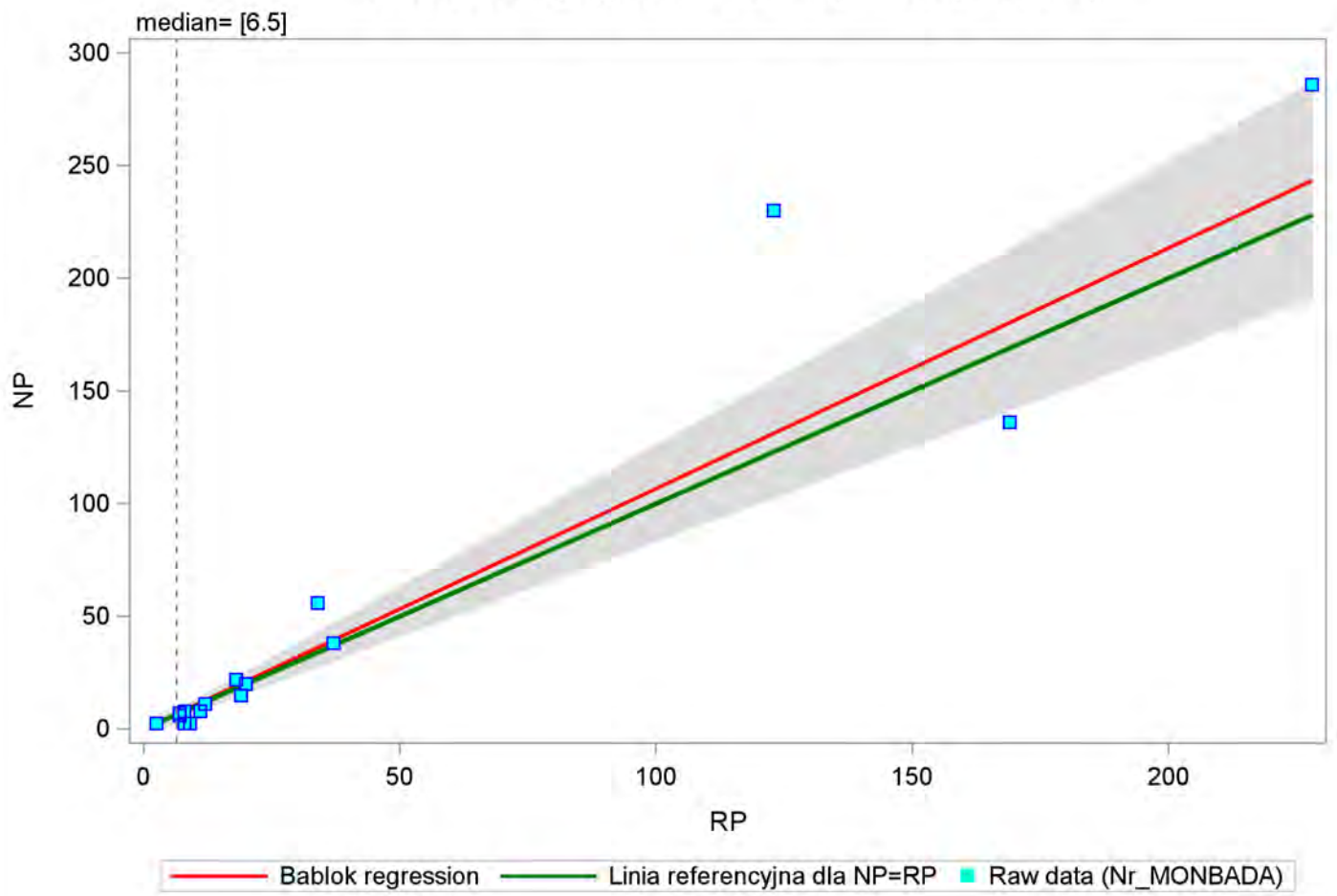
filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 2.5 , max= 286)
==== Barwa ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.30024	-0.07246	0.76697	-1.46745	0.39474
Slope	200	1.06771	1.02899	0.13538	0.84211	1.25806

Bablok-Passing regression - Barwa (min=2.5 , max=286)



filtr:

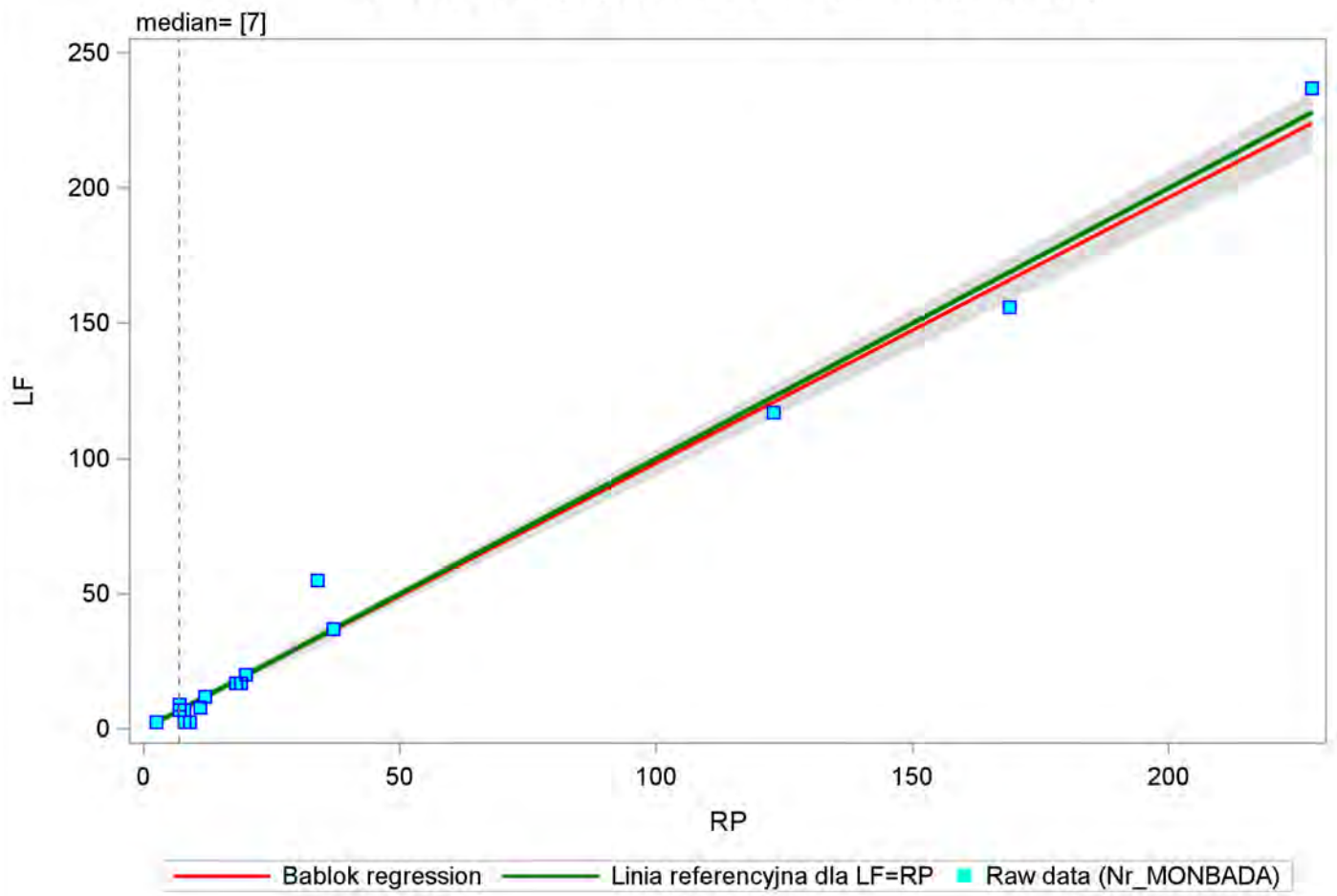
Bablok-Passing regression - RP (min= 2.5 , max= 237)

==== Barwa ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00543	0.00000	0.30573	-0.09638	0.16129
Slope	200	0.98179	1.00000	0.03222	0.93548	1.03167

Bablok-Passing regression - Barwa (min=2.5 , max=237)



Bablok-Passing regression - RP (min= 2.5 , max= 210)

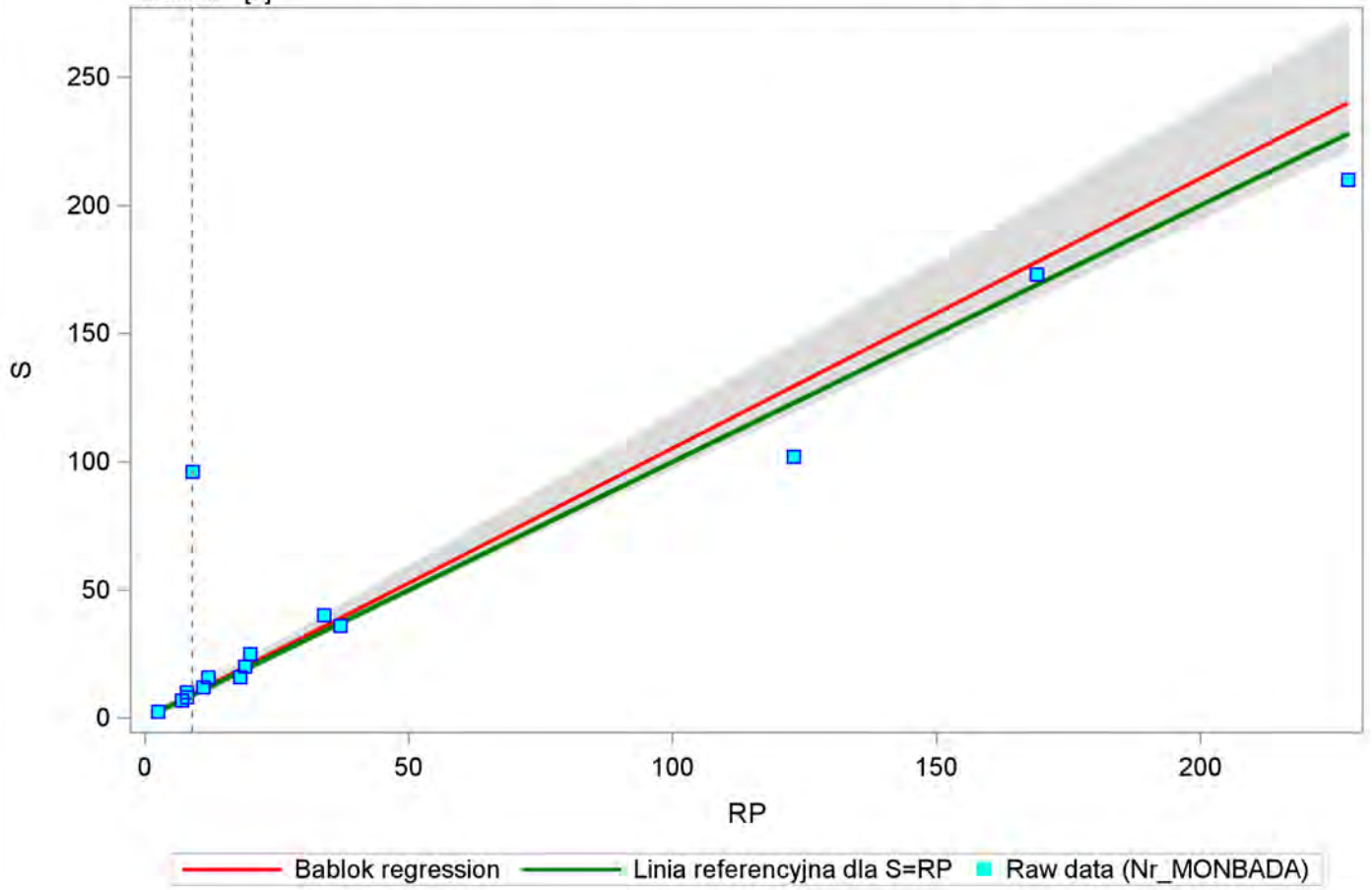
==== Barwa ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.12371	-0.06006	0.20970	-0.47619	0.07246
Slope	200	1.05247	1.02402	0.07542	0.97101	1.19048

Bablok-Passing regression - Barwa (min=2.5 , max=210)

median= [9]



filtr:

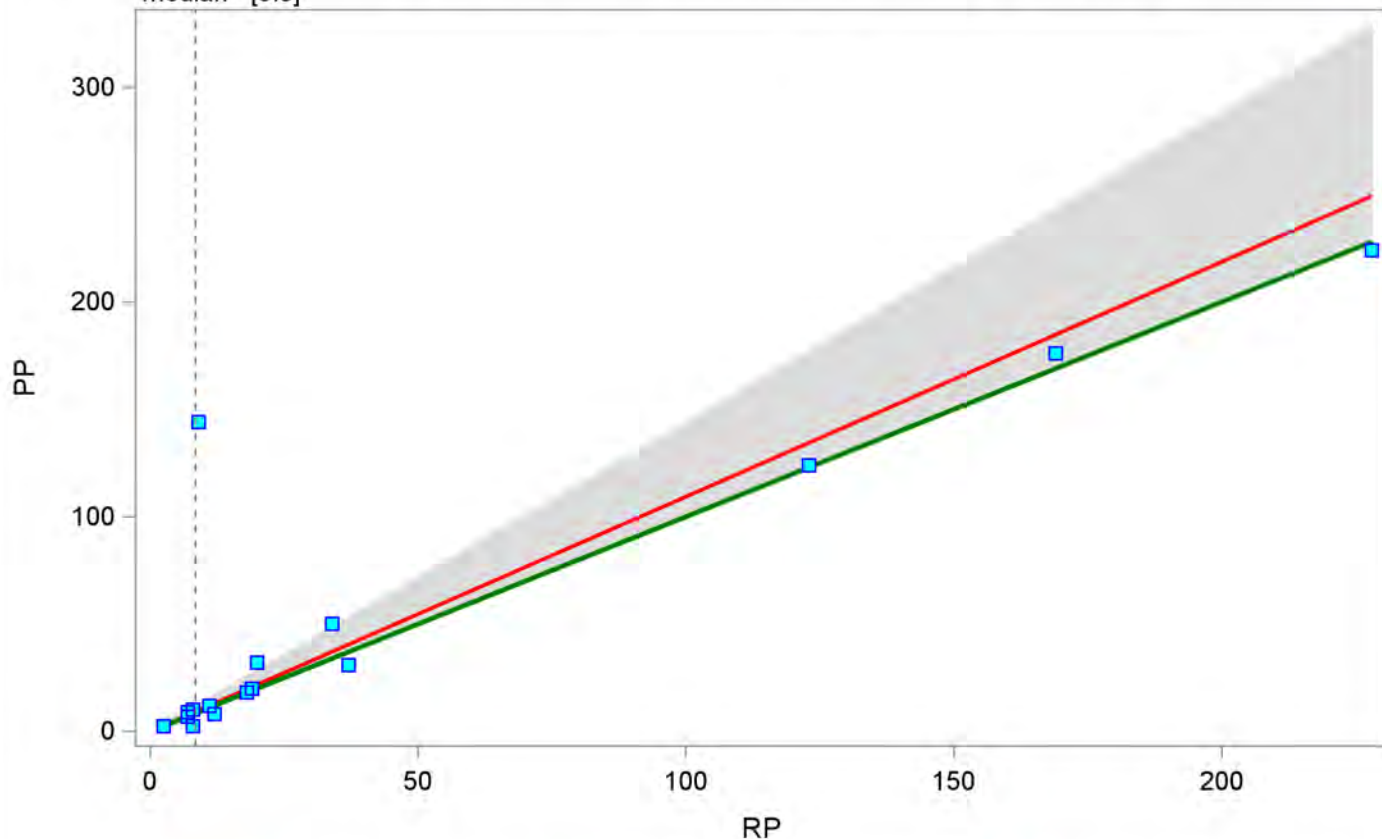
Bablok-Passing regression - RP (min= 2.5 , max= 224)
==== Barwa =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.23654	-0.10511	0.34170	-1.11111	0.00000
Slope	200	1.09384	1.04204	0.13548	1.00000	1.44444

Bablok-Passing regression - Barwa (min=2.5 , max=224)

median= [8.5]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla PP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.005 , max= 0.19)

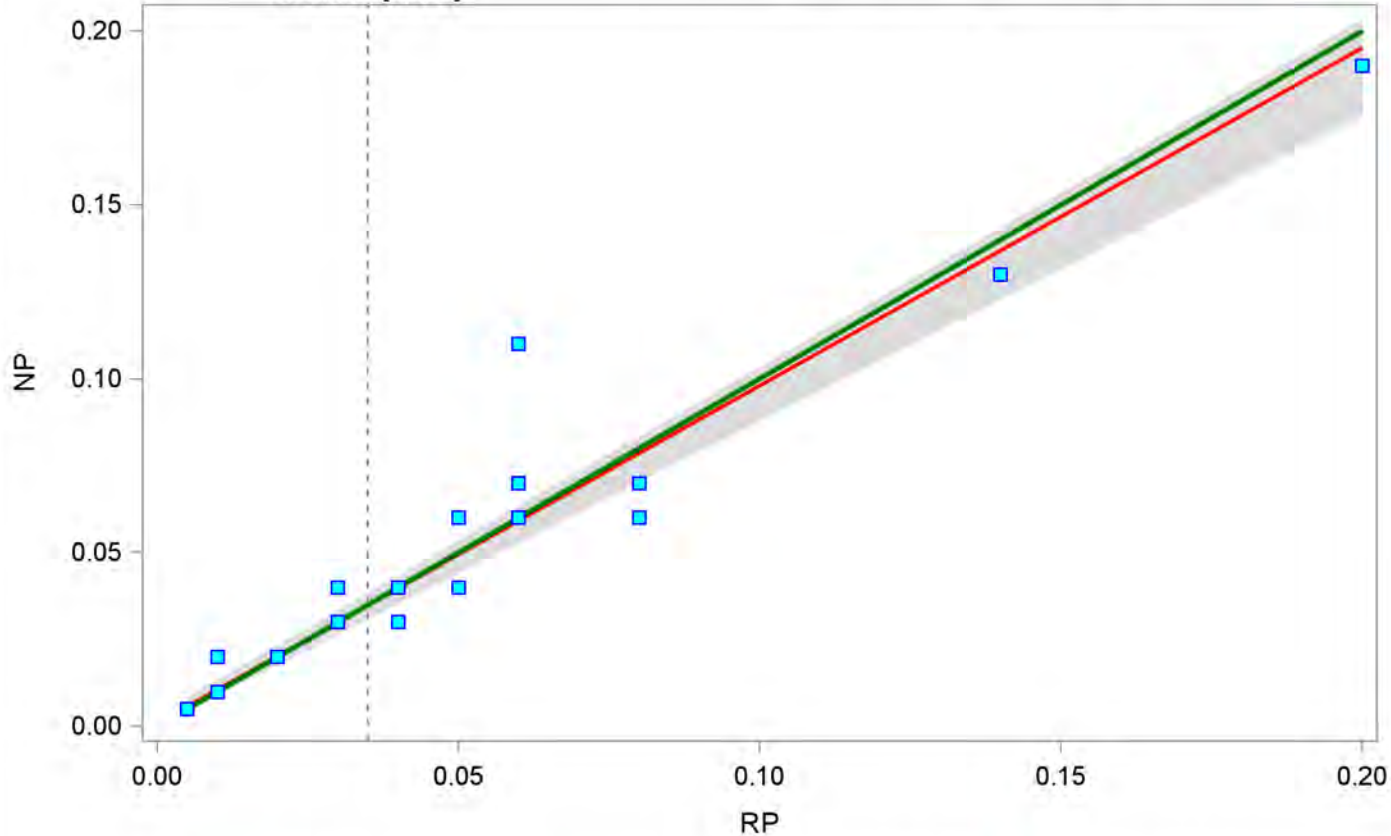
==== Bor ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00073	0.00000	0.00131	0.00000	0.00333
Slope	200	0.97137	1.00000	0.04590	0.87683	1.00000

Bablok-Passing regression - Bor (min=0.005 , max=0.19)

median= [0.035]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.005 , max= 0.22)

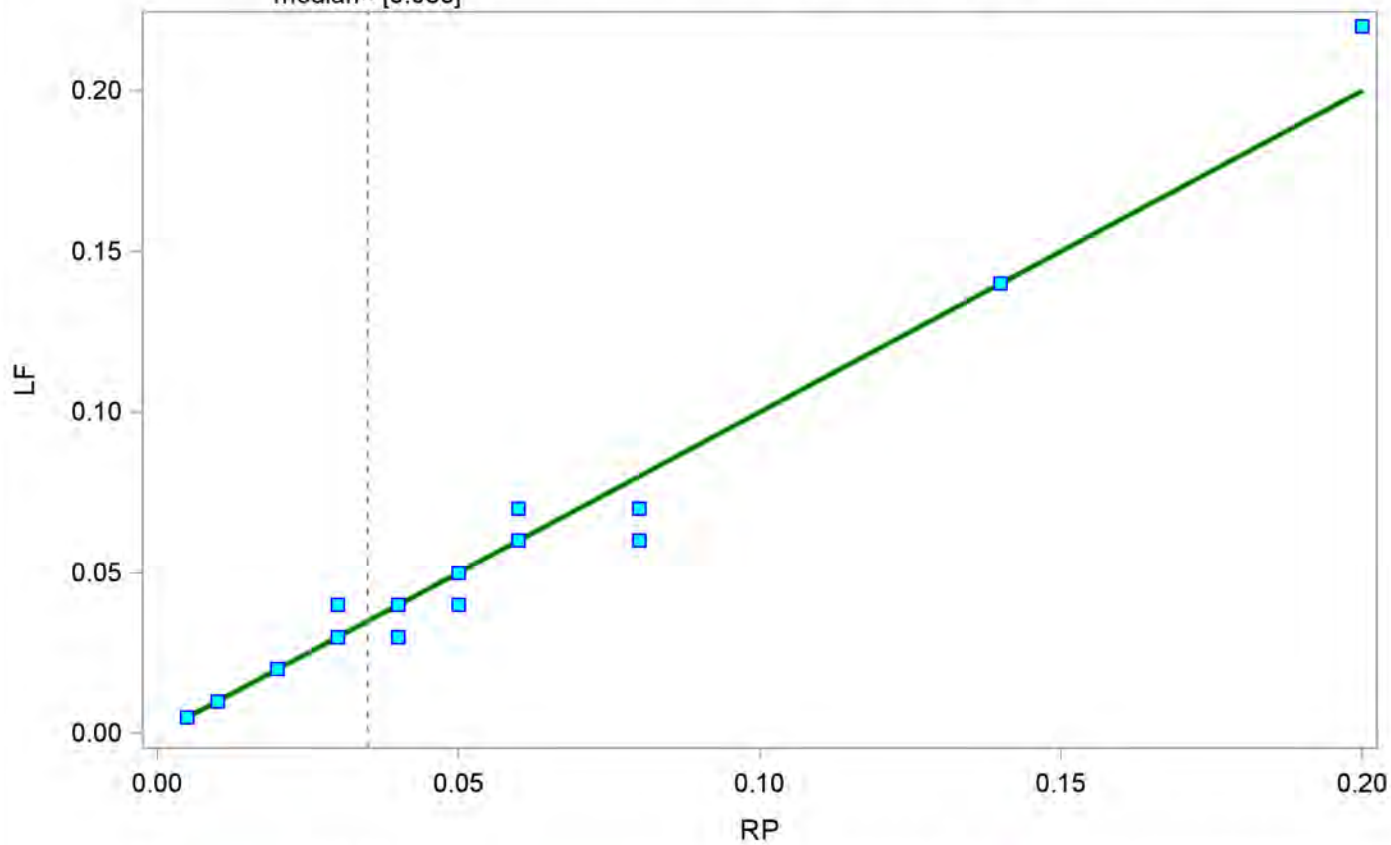
==== Bor ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00003	0.00000	0.00042	0.00000	0.00000
Slope	200	0.99848	1.00000	0.02312	1.00000	1.00000

Bablok-Passing regression - Bor (min=0.005 , max=0.22)

median= [0.035]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.005 , max= 0.2)

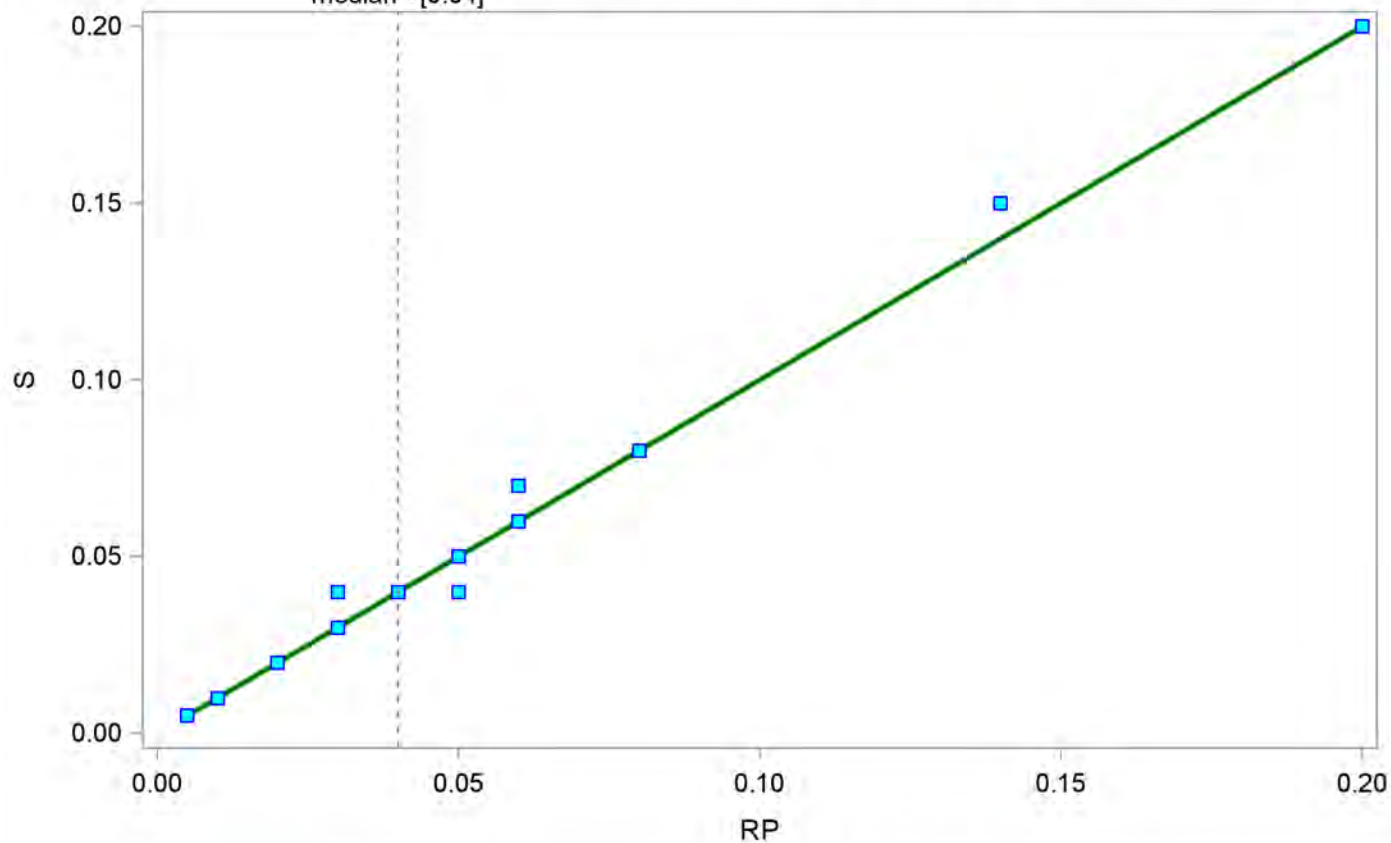
==== Bor ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Slope	200	1.00000	1.00000	0.00000	1.00000	1.00000

Bablok-Passing regression - Bor (min=0.005 , max=0.2)

median= [0.04]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla S=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.005 , max= 0.2)

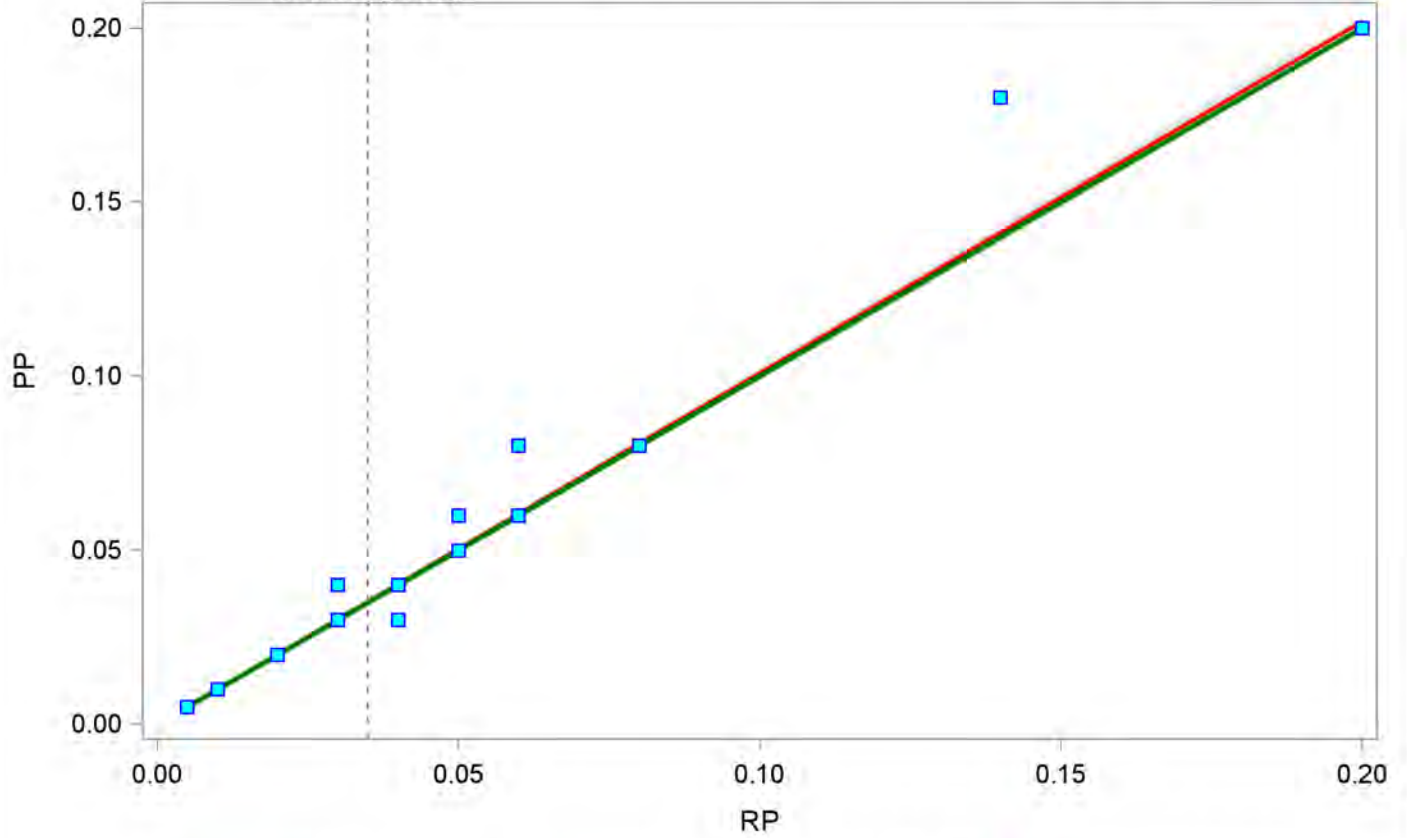
==== Bor ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00017	0.00000	0.00089	-0.00015	0.00000
Slope	200	1.00959	1.00000	0.04904	1.00000	1.01539

Bablok-Passing regression - Bor (min=0.005 , max=0.2)

median= [0.035]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla PP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

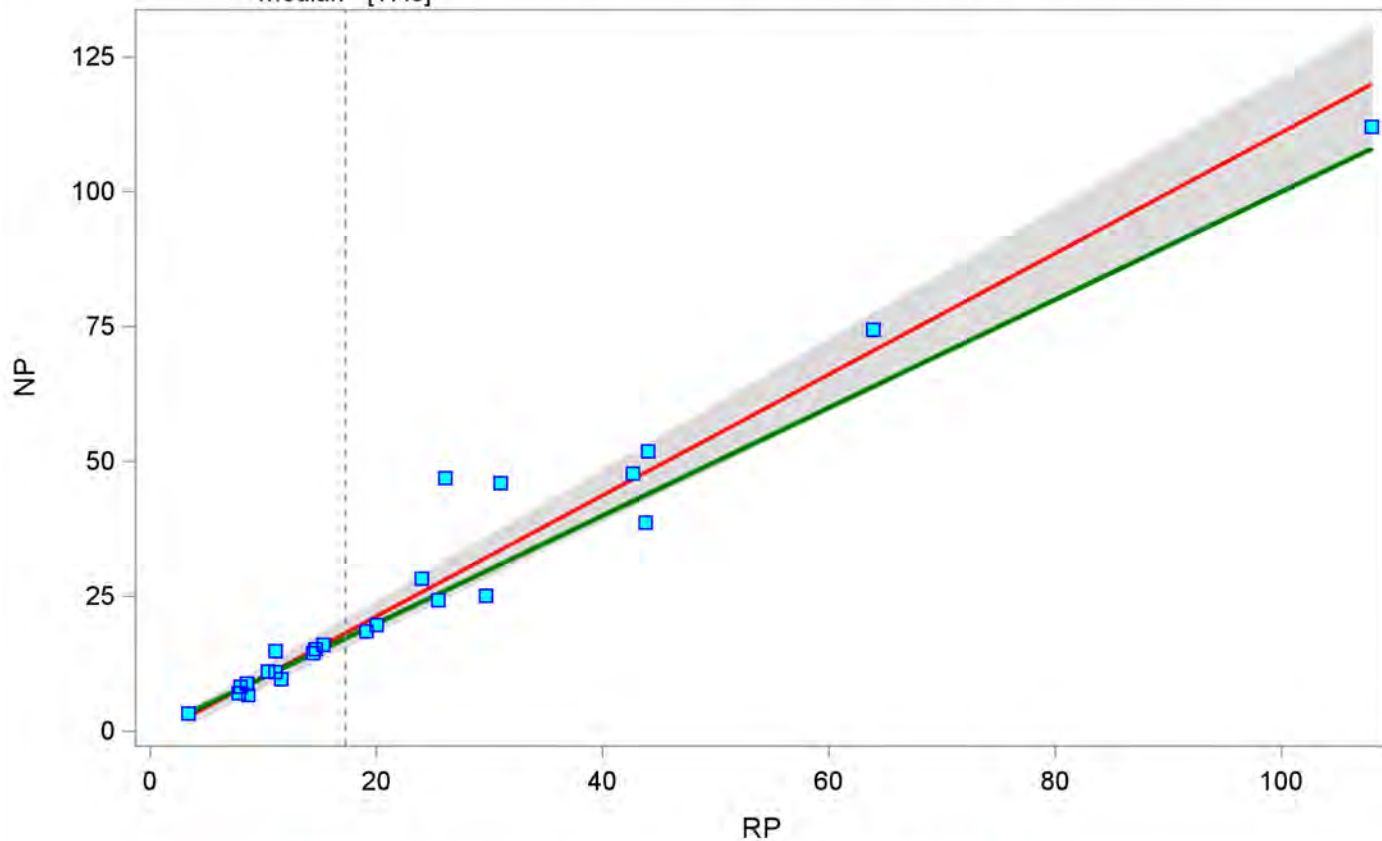
Bablok-Passing regression - RP (min= 3.4 , max= 112)
==== Chlorki ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-1.18458	-1.14367	0.87246	-2.44086	-0.03304
Slope	200	1.12087	1.13110	0.07098	1.02711	1.21356

Bablok-Passing regression - Chlorki (min=3.4 , max=112)

median= [17.3]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

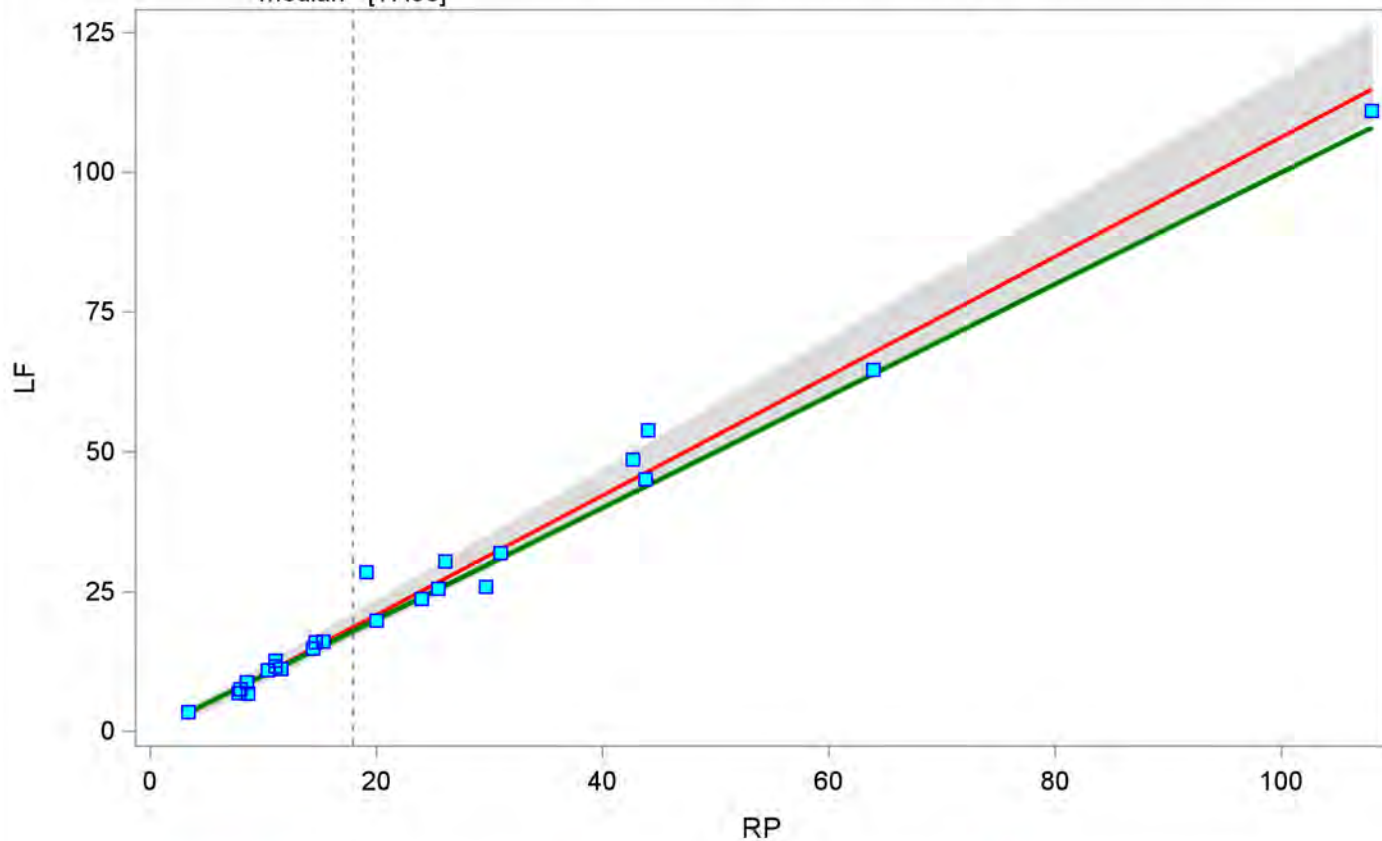
Bablok-Passing regression - RP (min= 3.4 , max= 111)
==== Chlorki ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.59683	-0.50806	0.61048	-1.75577	0.12960
Slope	200	1.06811	1.04966	0.04825	1.02547	1.16981

Bablok-Passing regression - Chlorki (min=3.4 , max=111)

median= [17.95]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

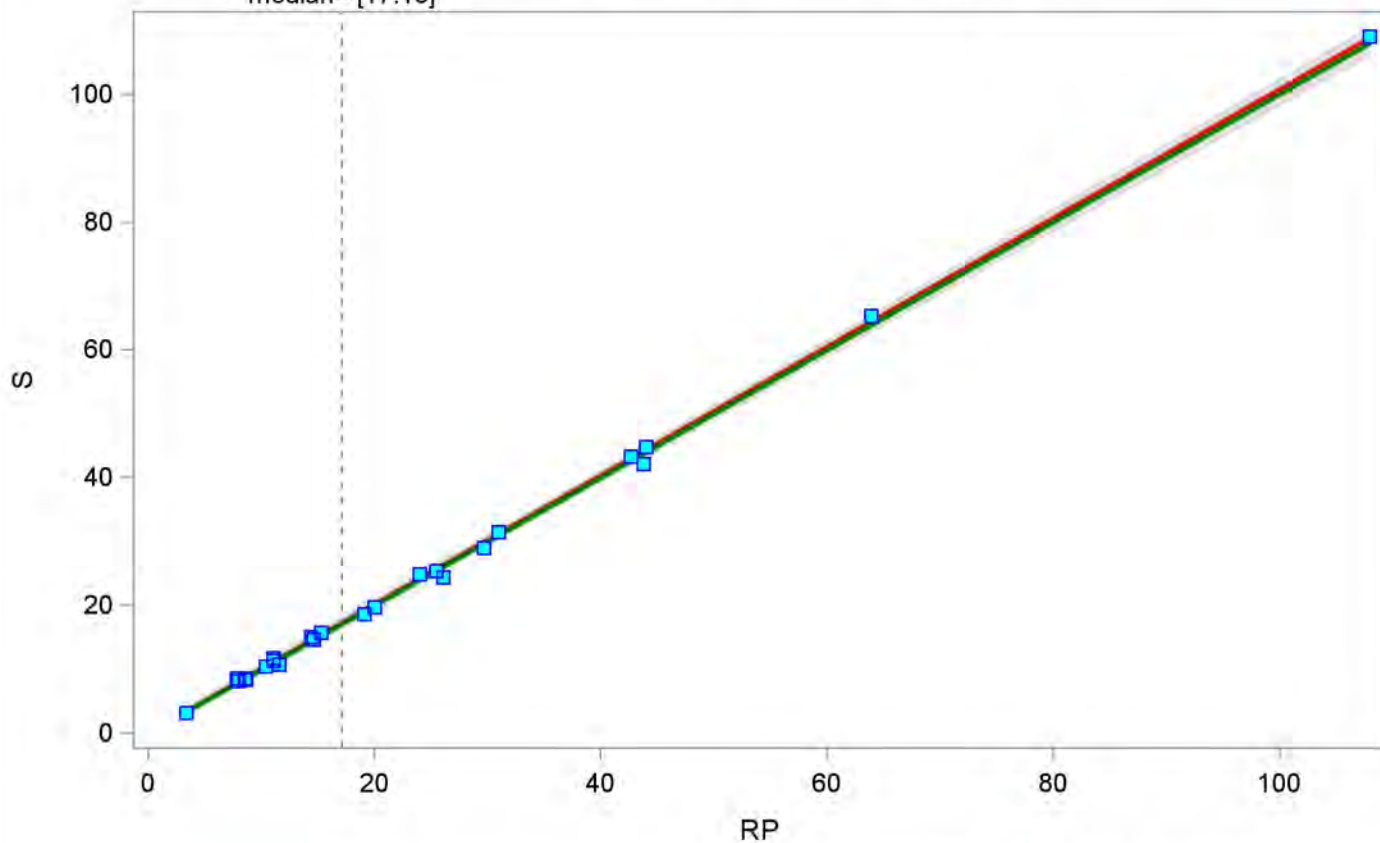
Bablok-Passing regression - RP (min= 3.4 , max= 109)
==== Chlorki ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.06243	0.06159	0.22489	-0.27804	0.37193
Slope	200	1.00671	1.00949	0.01140	0.98247	1.02083

Bablok-Passing regression - Chlorki (min=3.4 , max=109)

median= [17.15]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla S=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

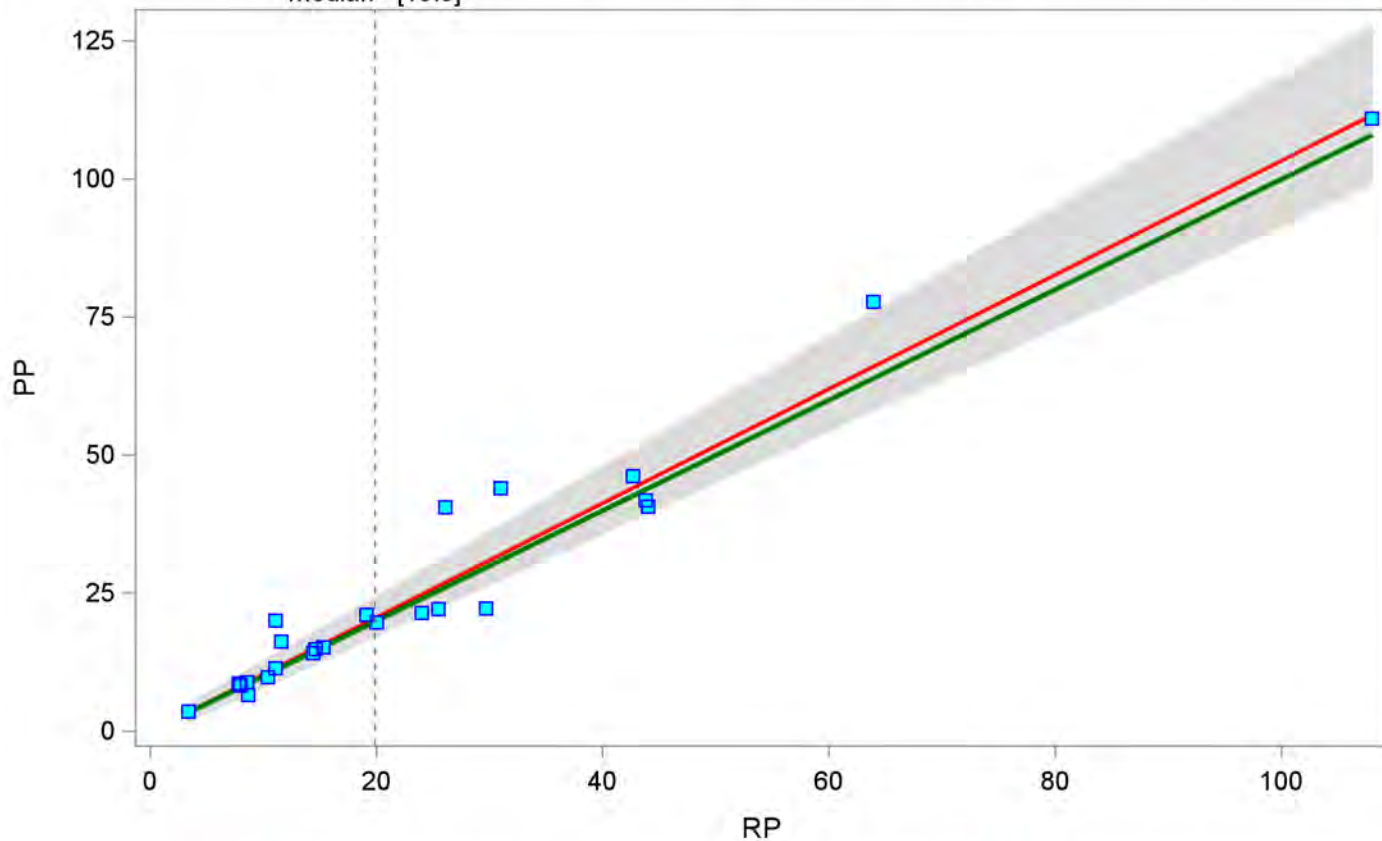
Bablok-Passing regression - RP (min= 3.4 , max= 111)
==== Chlorki ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.07400	0.06728	0.84710	-1.62020	1.04438
Slope	200	1.03315	1.02696	0.07545	0.92857	1.17591

Bablok-Passing regression - Chlorki (min=3.4 , max=111)

median= [19.9]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla PP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

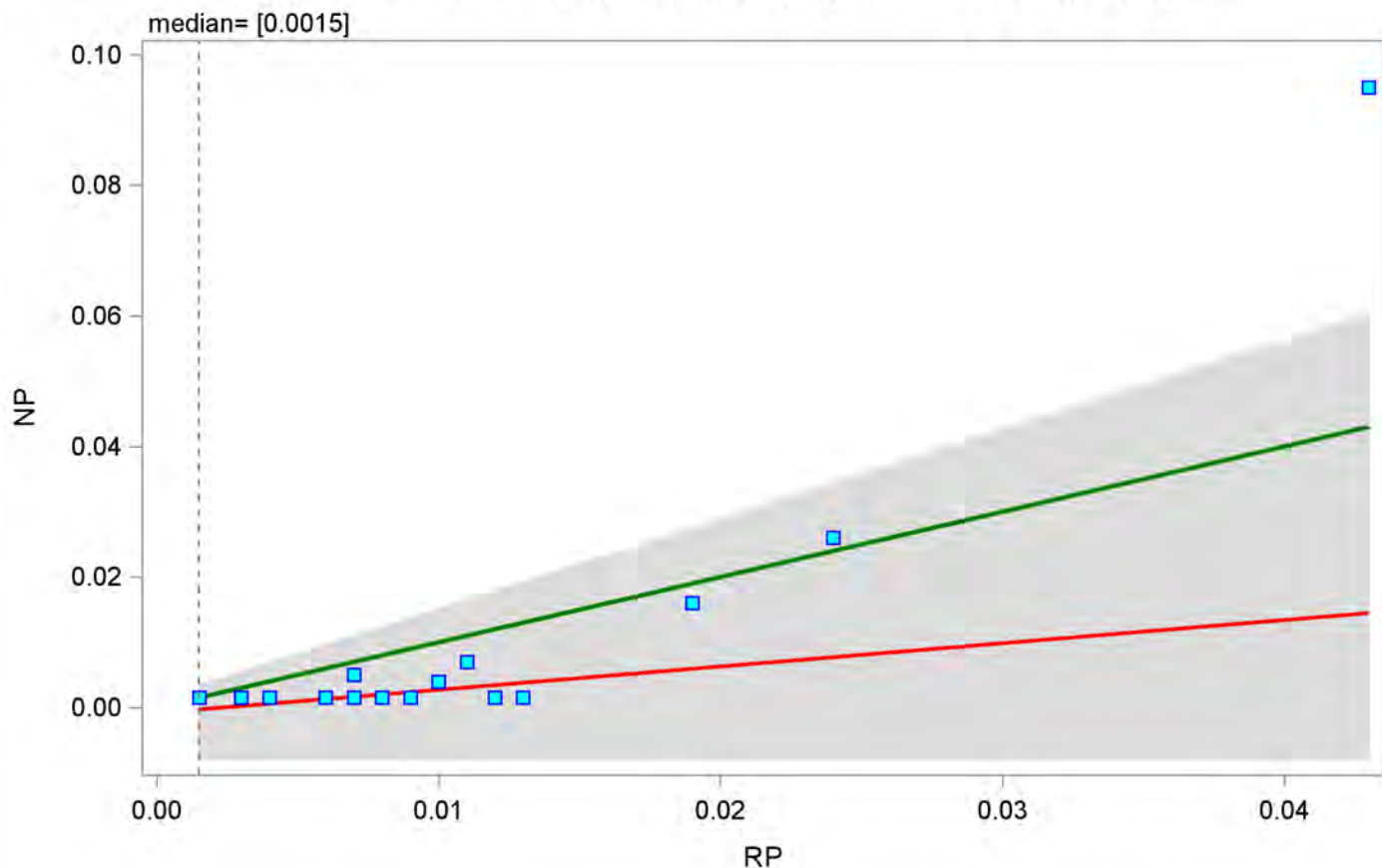
filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.0015 , max= 0.095)
===== Cynk =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00087	0.00150	0.00344	-0.00813	0.00150
Slope	200	0.35632	0.00000	0.49004	0.00000	1.37500

Bablok-Passing regression - Cynk (min=0.0015 , max=0.095)



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

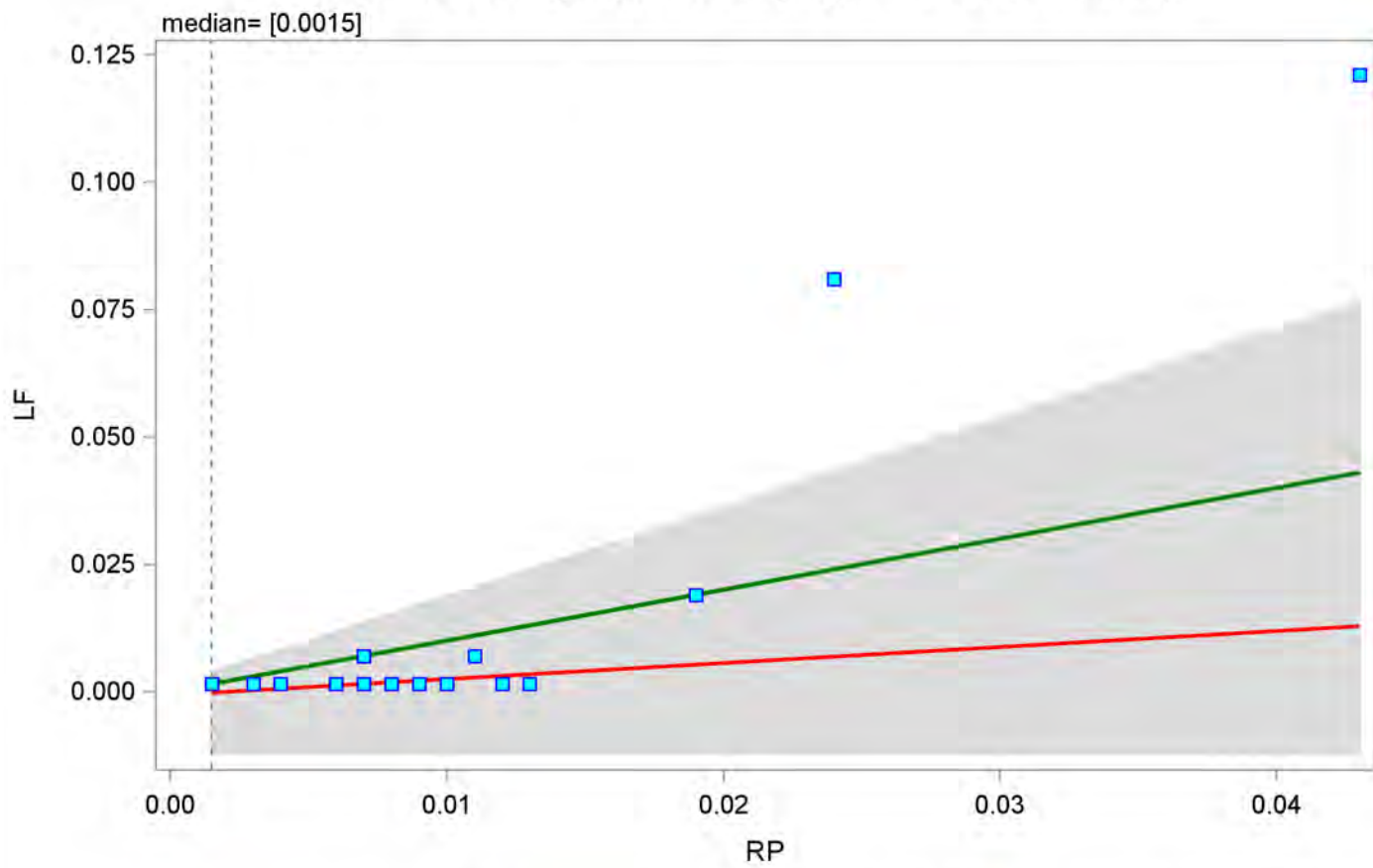
filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.0015 , max= 0.121)
===== Cynk =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00071	0.00150	0.00442	-0.01250	0.00150
Slope	200	0.31443	0.00000	0.59552	0.00000	1.75000

Bablok-Passing regression - Cynk (min=0.0015 , max=0.121)



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

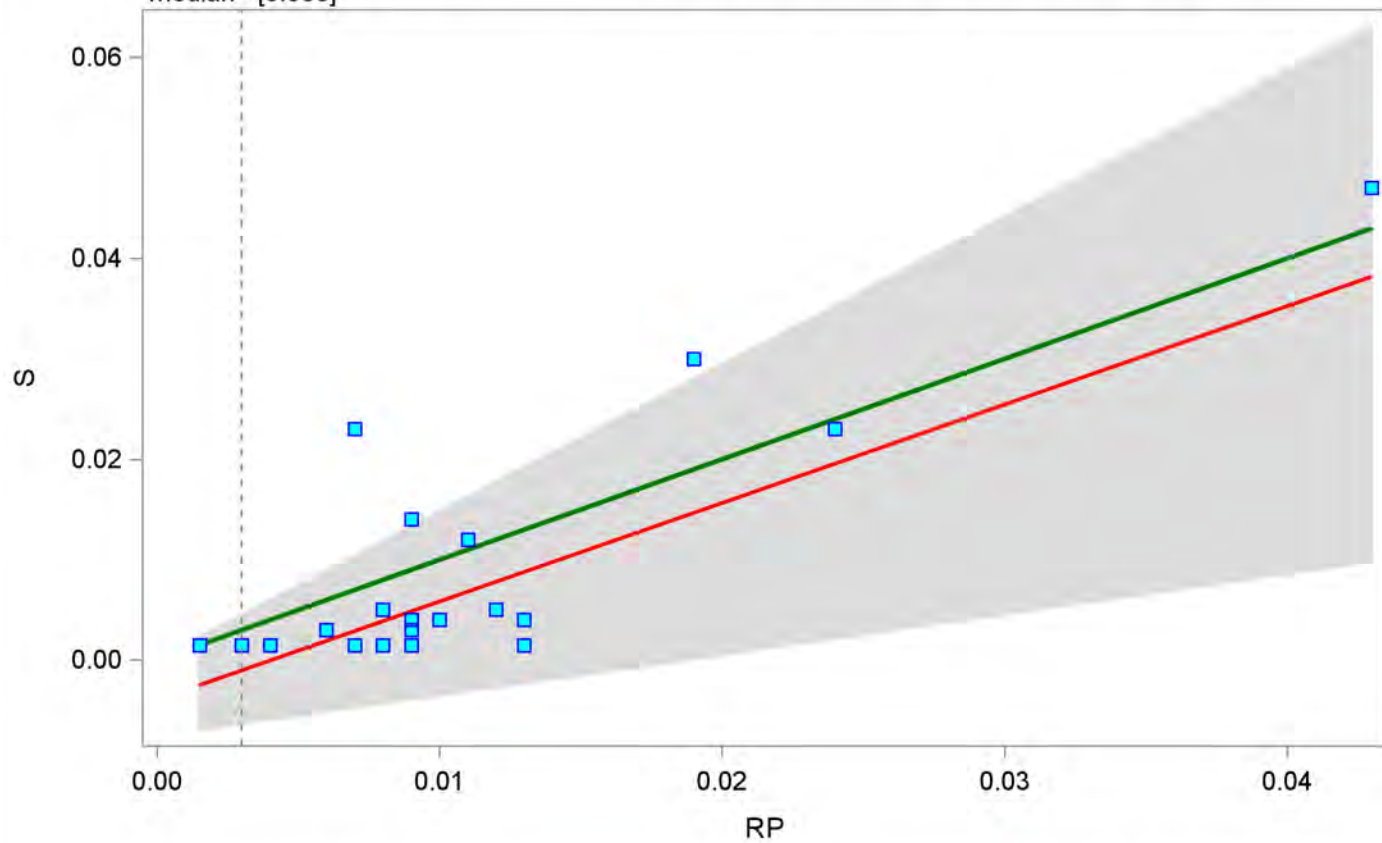
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.0015 , max= 0.047)
===== Cynk =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00399	-0.00379	0.00289	-0.00770	0.00025
Slope	200	0.98026	1.07500	0.37303	0.40278	1.46667

Bablok-Passing regression - Cynk (min=0.0015 , max=0.047)

median= [0.003]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla S=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

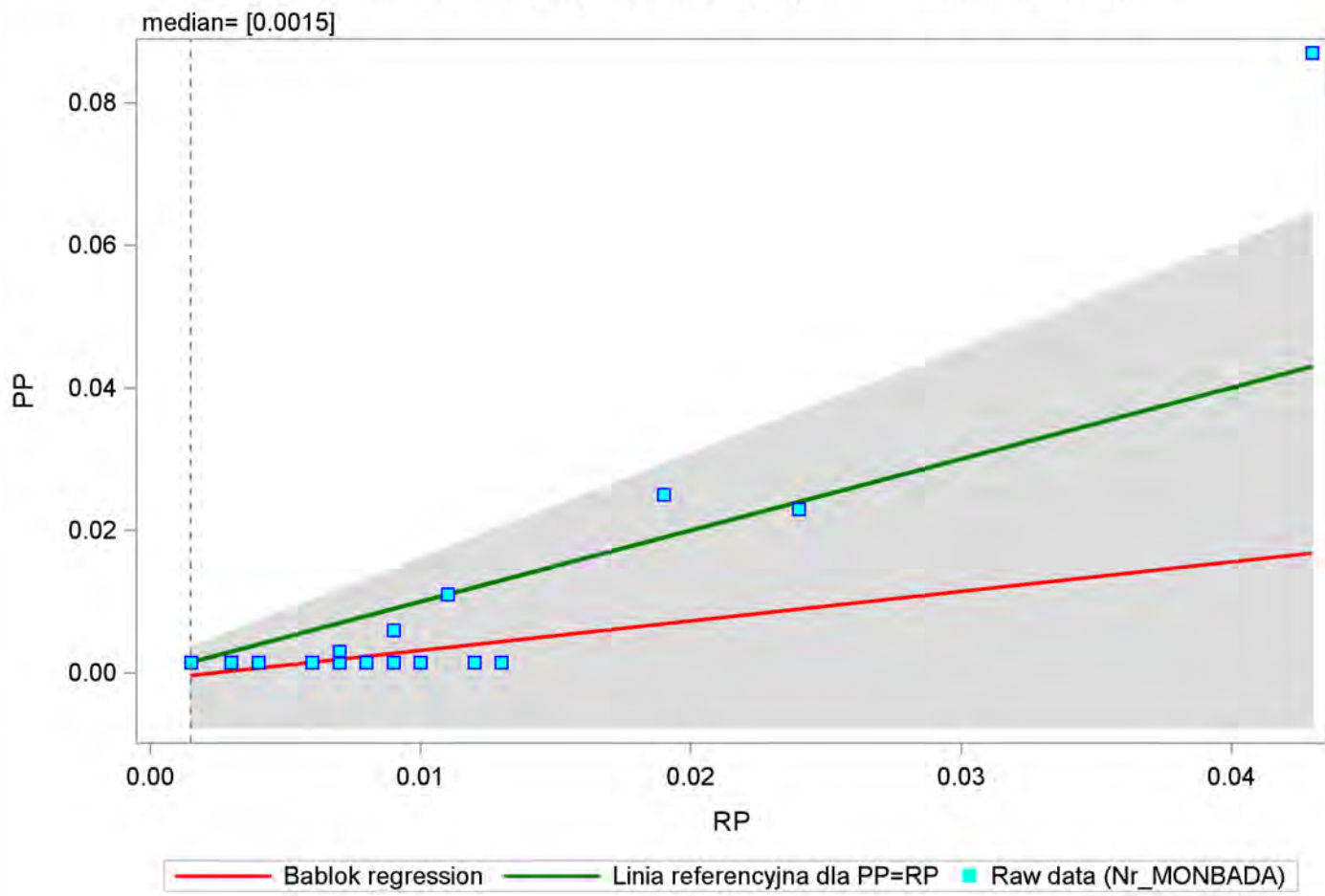
filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.0015 , max= 0.087)
===== Cynk =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00101	0.00150	0.00377	-0.00786	0.00150
Slope	200	0.41380	0.00000	0.56492	0.00000	1.46875

Bablok-Passing regression - Cynk (min=0.0015 , max=0.087)



filtr:

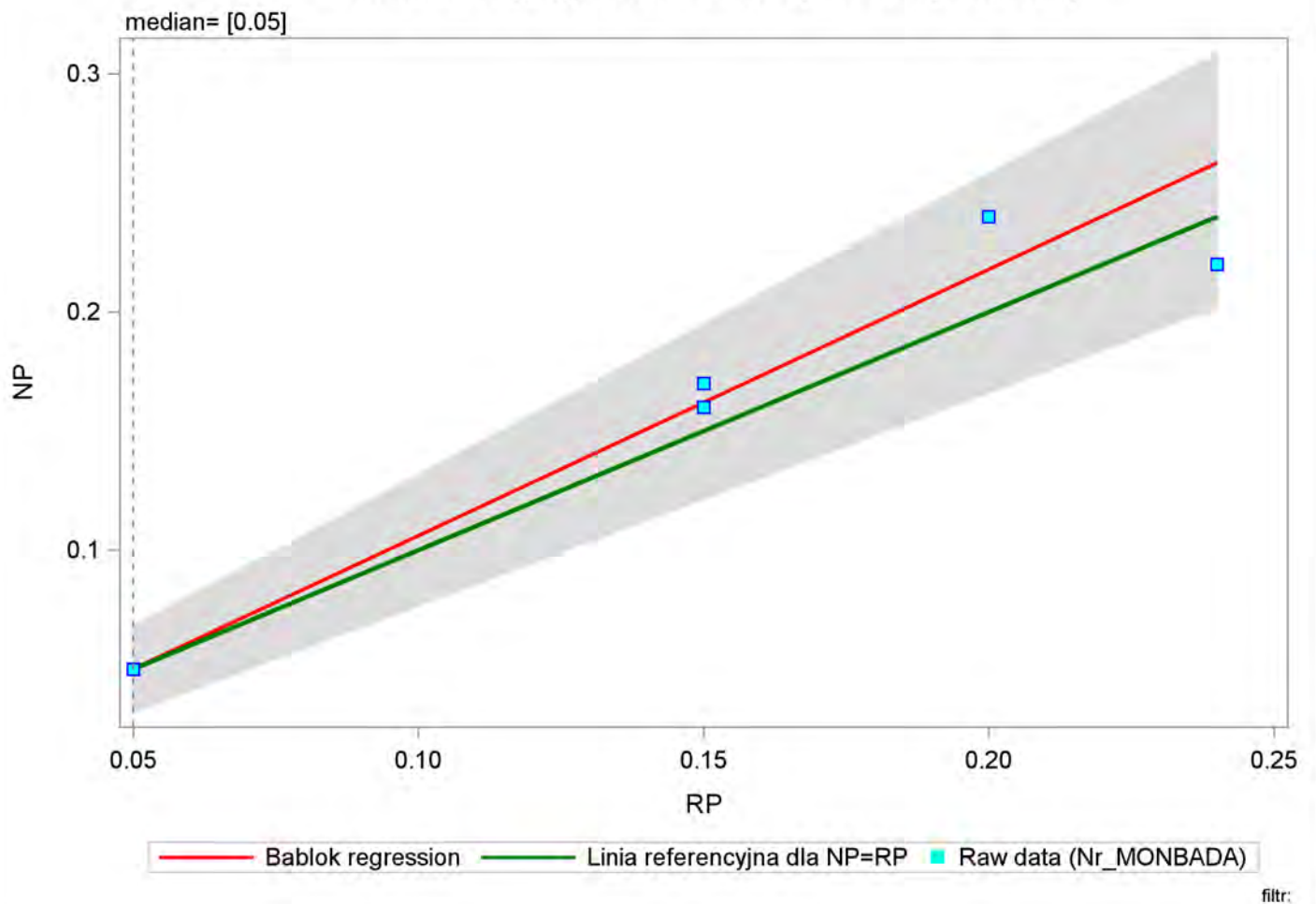
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.05 , max= 0.24)

==== Fluorki ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00592	-0.00500	0.00635	-0.01333	0.00526
Slope	200	1.11843	1.10000	0.12699	0.89474	1.26667

Bablok-Passing regression - Fluorki (min=0.05 , max=0.24)



filtr:

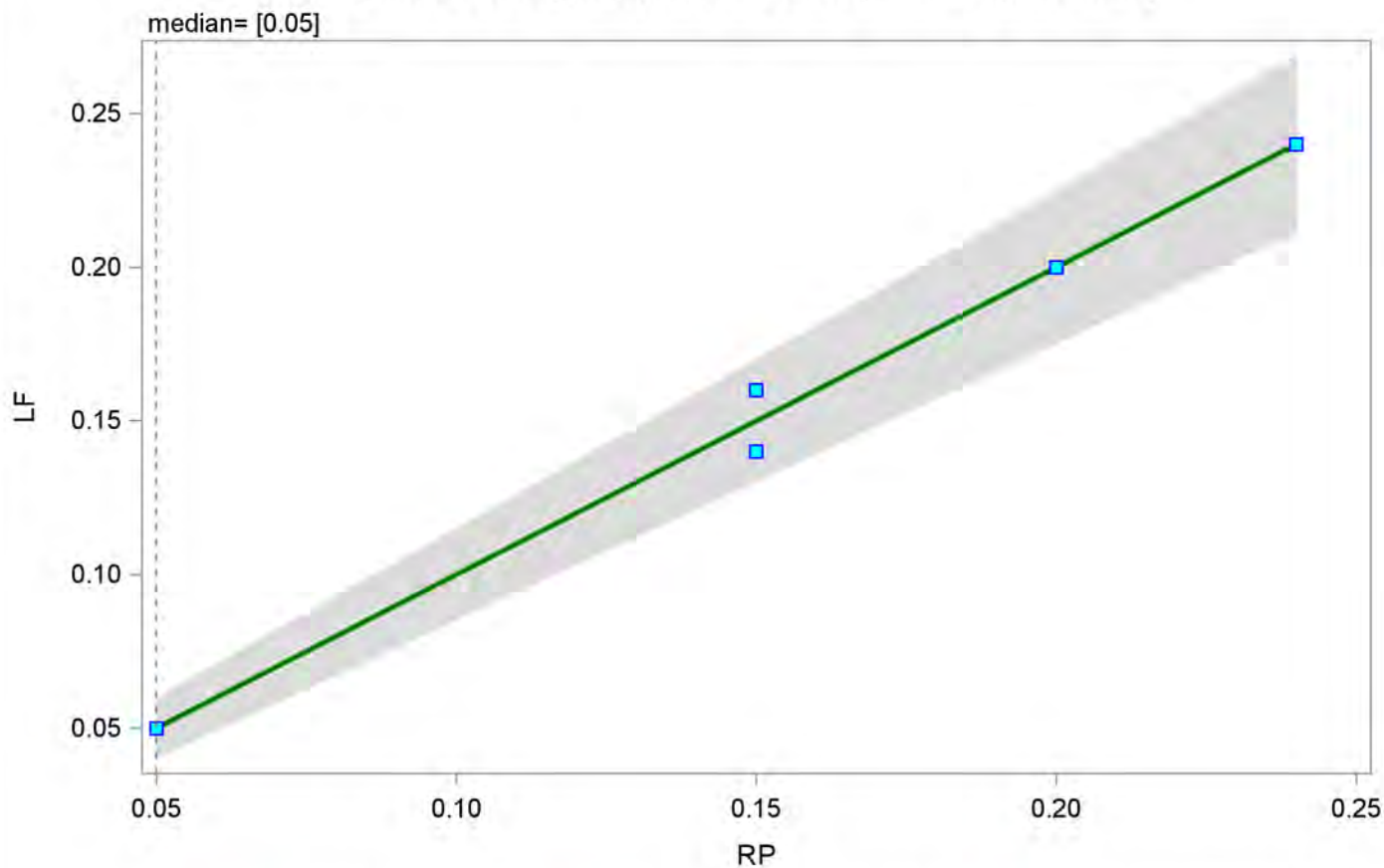
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.05 , max= 0.24)

==== Fluorki ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00003	0.00000	0.00223	-0.00500	0.00500
Slope	200	0.99946	1.00000	0.04451	0.90000	1.10000

Bablok-Passing regression - Fluorki (min=0.05 , max=0.24)



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

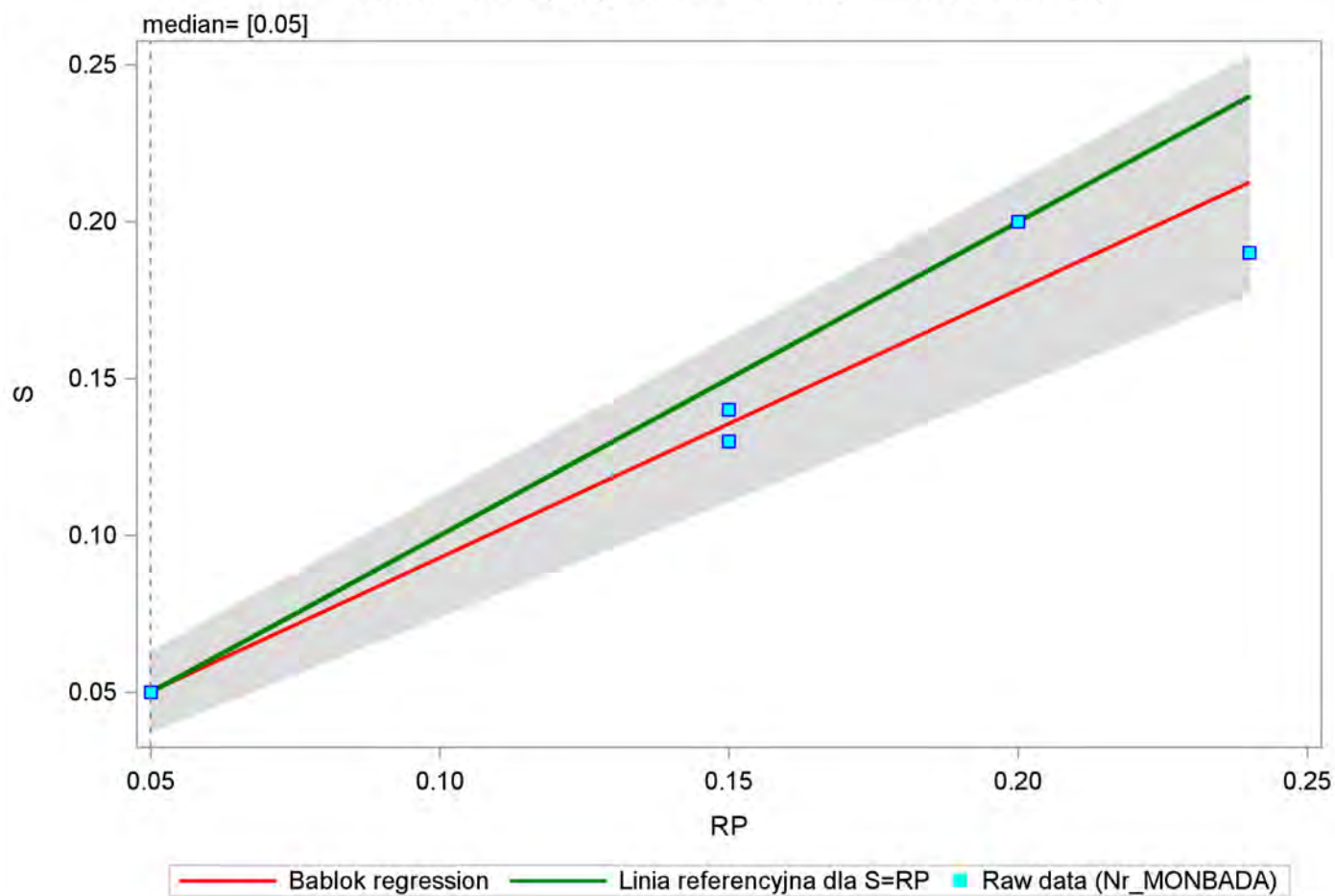
filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.05 , max= 0.2)
==== Fluorki ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00726	0.00843	0.00452	0.00000	0.01316
Slope	200	0.85479	0.83144	0.09031	0.73684	1.00000

Bablok-Passing regression - Fluorki (min=0.05 , max=0.2)



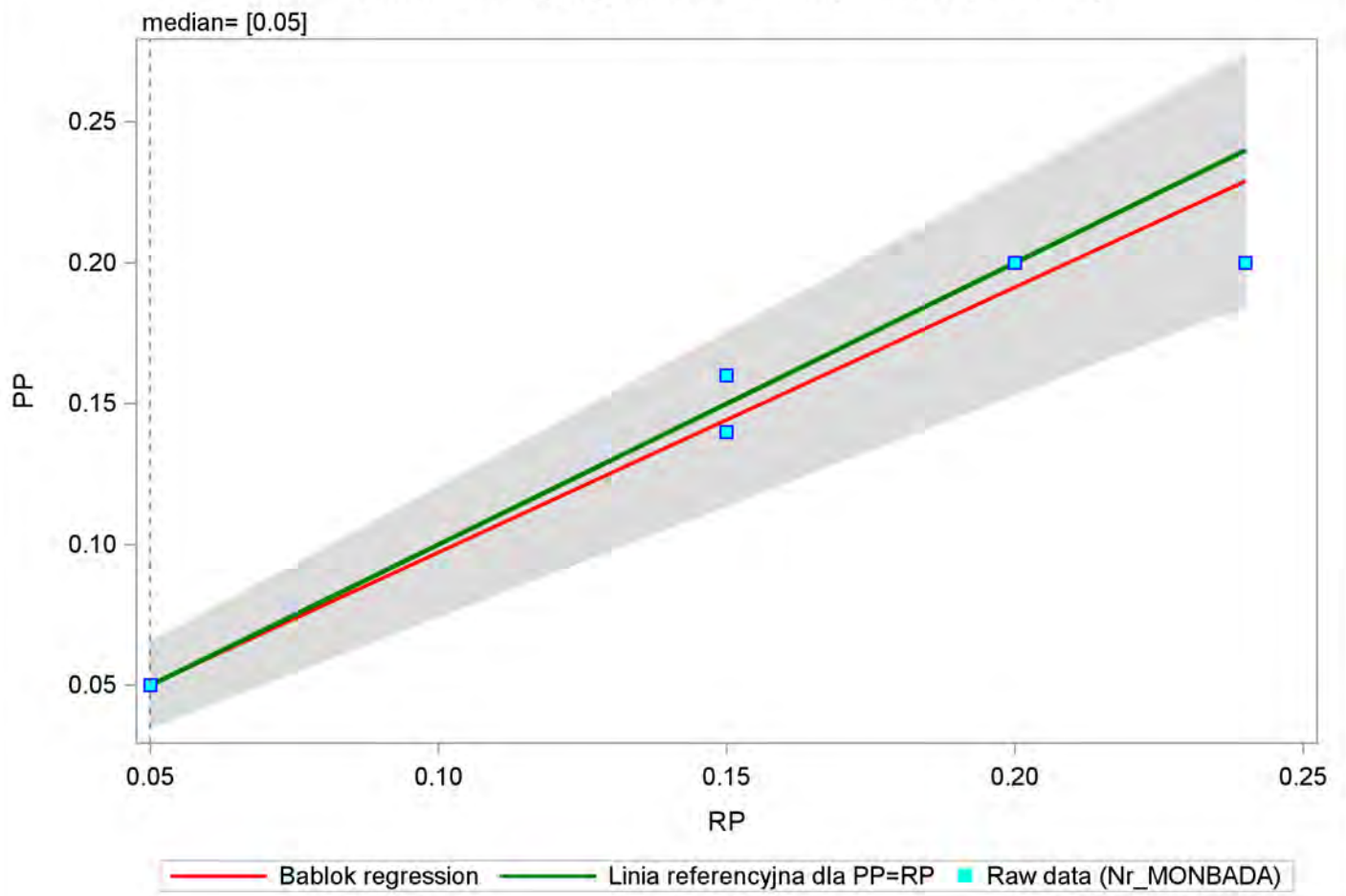
filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.05 , max= 0.2)
==== Fluorki ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00293	0.00500	0.00501	-0.00500	0.01053
Slope	200	0.94136	0.90000	0.10015	0.78947	1.10000

Bablok-Passing regression - Fluorki (min=0.05 , max=0.2)



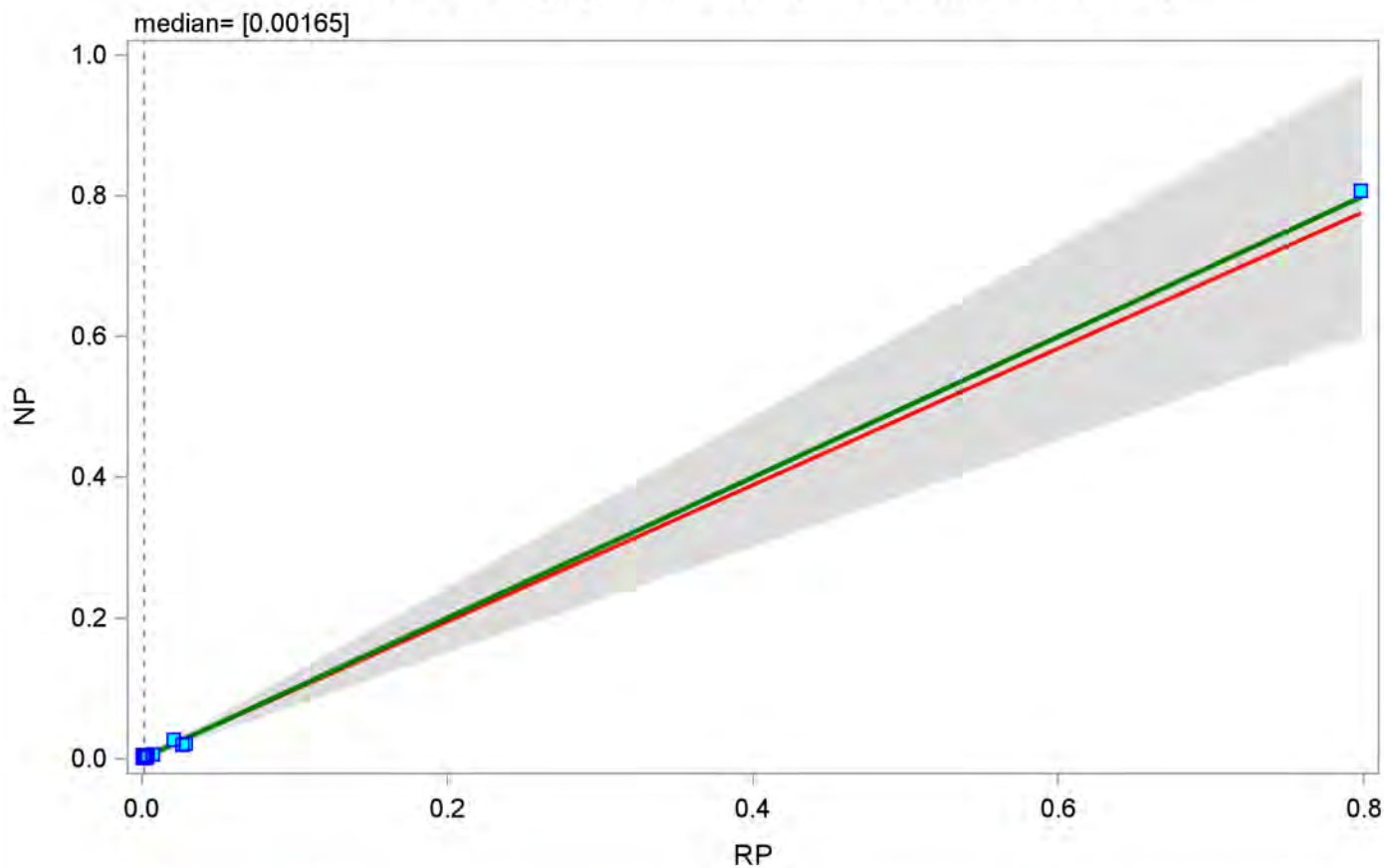
filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00025 , max= 0.8074)
===== Glin =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00002	-0.00000	0.00029	-0.00063	0.00037
Slope	200	0.97107	1.00878	0.13670	0.75233	1.21429

Bablok-Passing regression - Glin (min=0.00025 , max=0.8074)



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

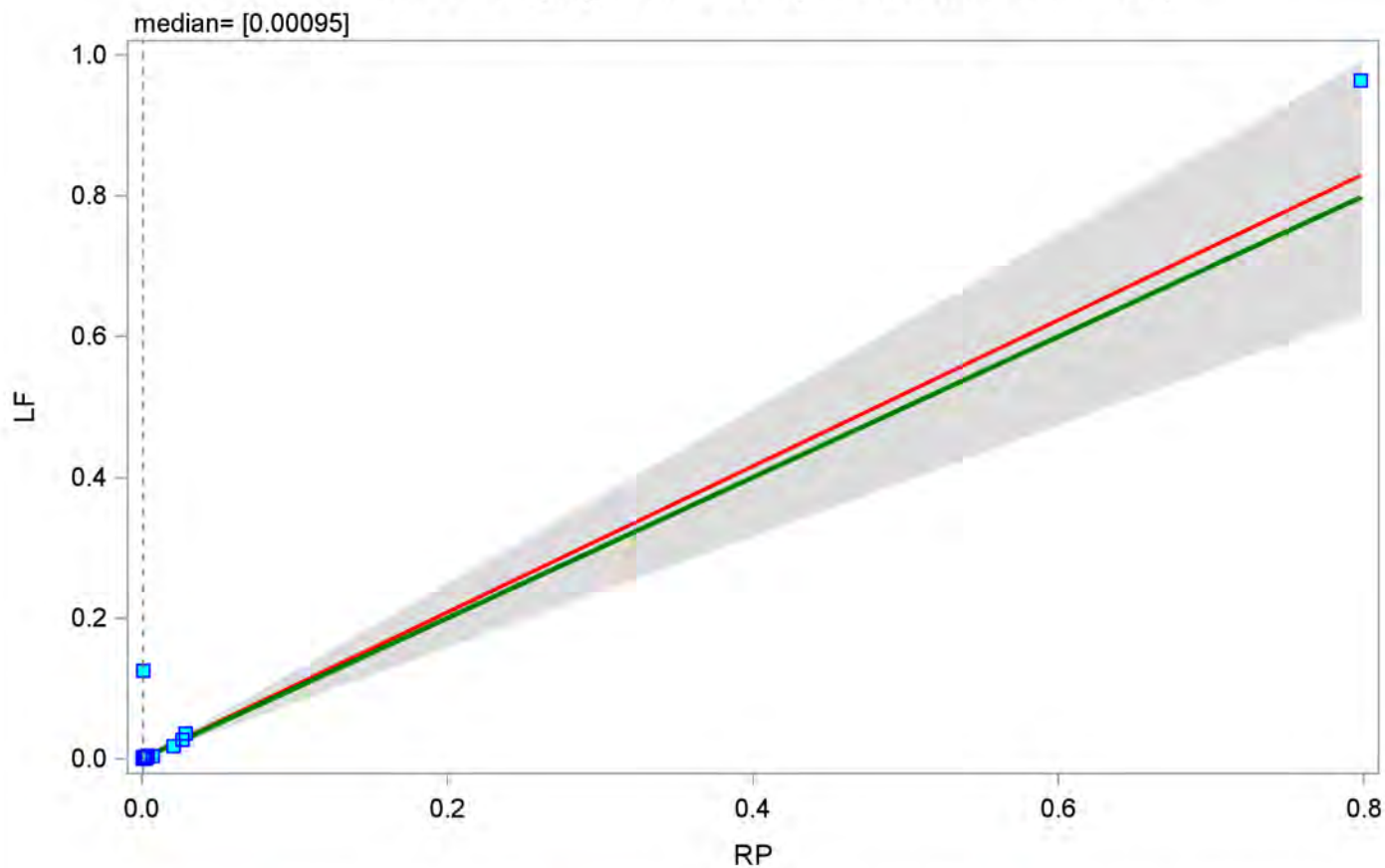
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00025 , max= 0.9639)

==== Glin ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00012	-0.00005	0.00021	-0.00045	0.00005
Slope	200	1.03835	1.03404	0.16929	0.78947	1.24096

Bablok-Passing regression - Glin (min=0.00025 , max=0.9639)



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00025 , max= 0.8506)

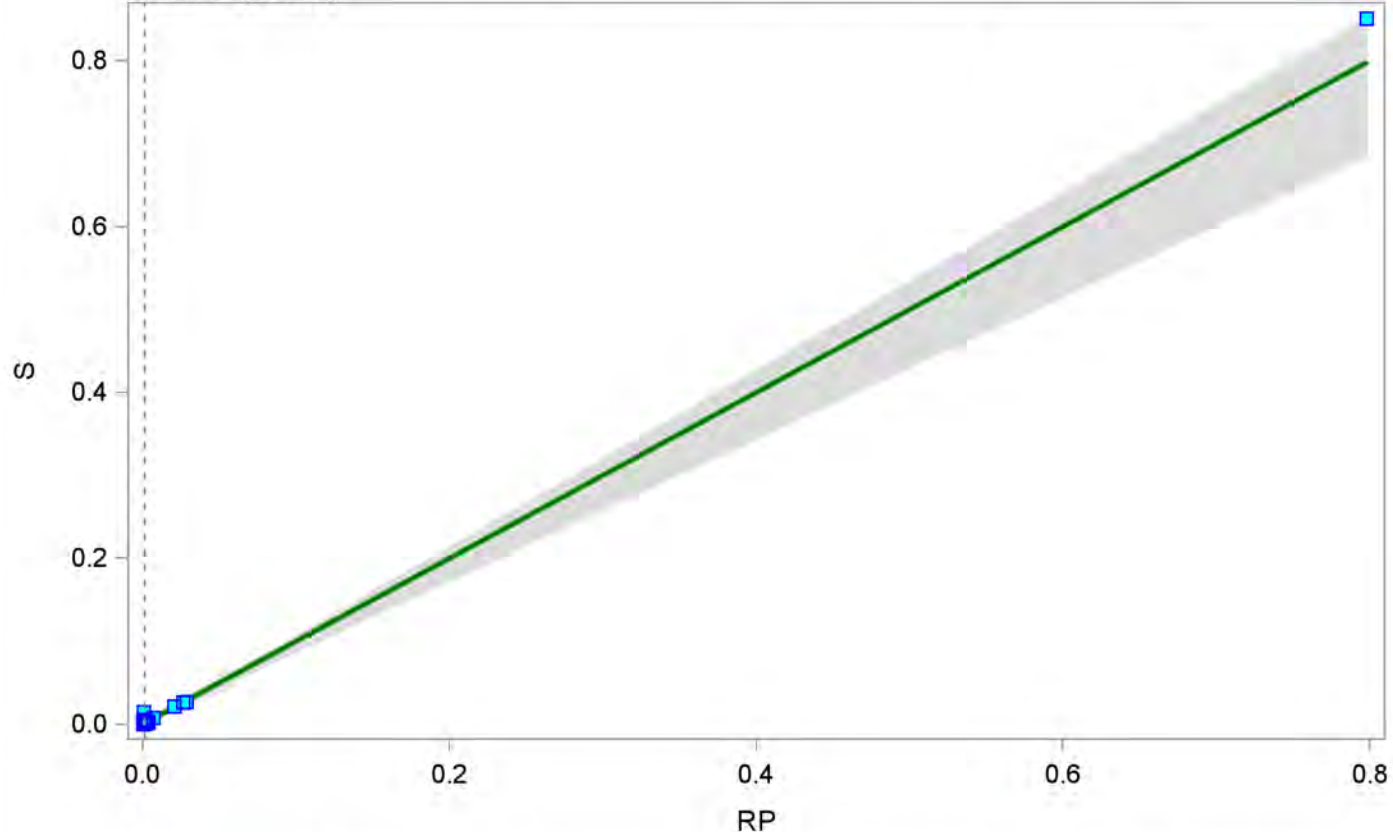
==== Glin ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00006	0.00002	0.00026	-0.00042	0.00034
Slope	200	0.99909	1.00726	0.12497	0.85714	1.06738

Bablok-Passing regression - Glin (min=0.00025 , max=0.8506)

median= [0.0016]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla S=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00025 , max= 0.6887)

==== Glin ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00010	-0.00002	0.00022	-0.00053	0.00017
Slope	200	0.95193	0.94349	0.11941	0.76471	1.20047

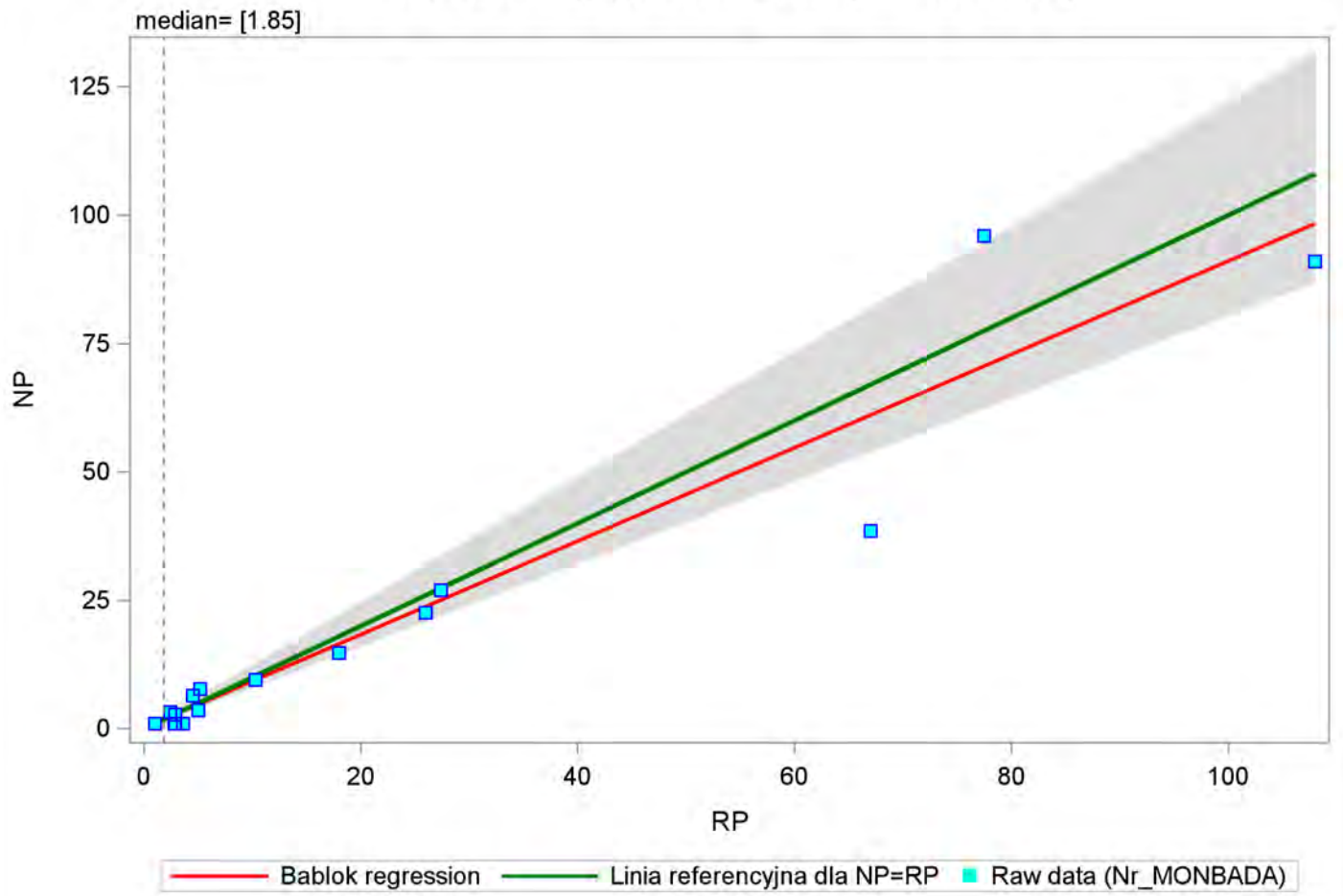
Bablok-Passing regression - RP (min= 1 , max= 96)

==== ChZT ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.08820	0.10526	0.15889	-0.22366	0.19412
Slope	200	0.90908	0.89474	0.13161	0.80588	1.21992

Bablok-Passing regression - ChZT (min=1 , max=96)



filtr:

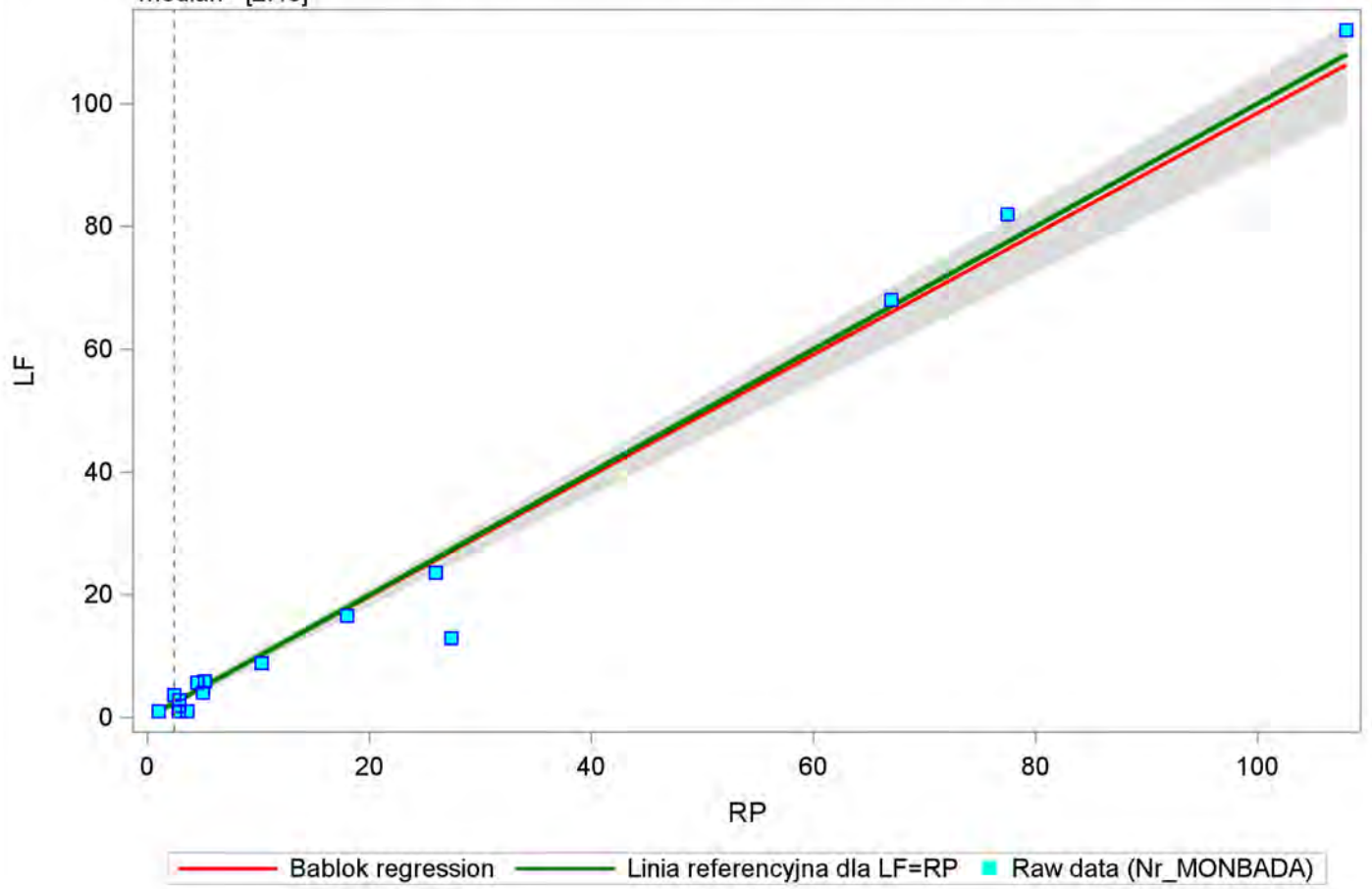
Bablok-Passing regression - RP (min= 1 , max= 112)
==== ChZT ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00901	0.00000	0.08386	-0.05007	0.09600
Slope	200	0.98375	1.00000	0.05216	0.90400	1.04521

Bablok-Passing regression - ChZT (min=1 , max=112)

median= [2.45]



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 1 , max= 95)

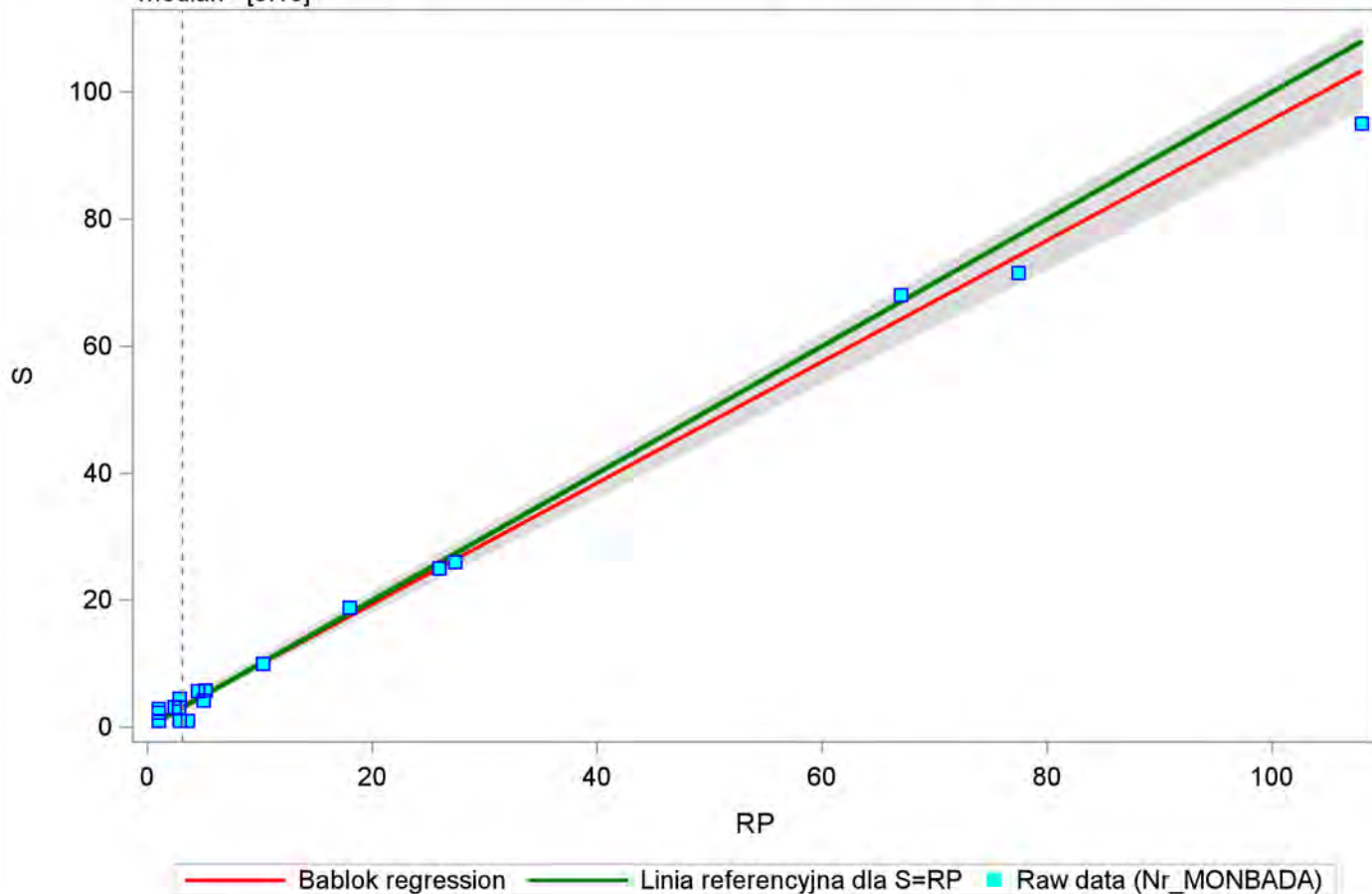
==== ChZT ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.24118	0.05303	0.36790	-0.01515	1.02516
Slope	200	0.95389	0.96000	0.03562	0.89812	1.01515

Bablok-Passing regression - ChZT (min=1 , max=95)

median= [3.15]



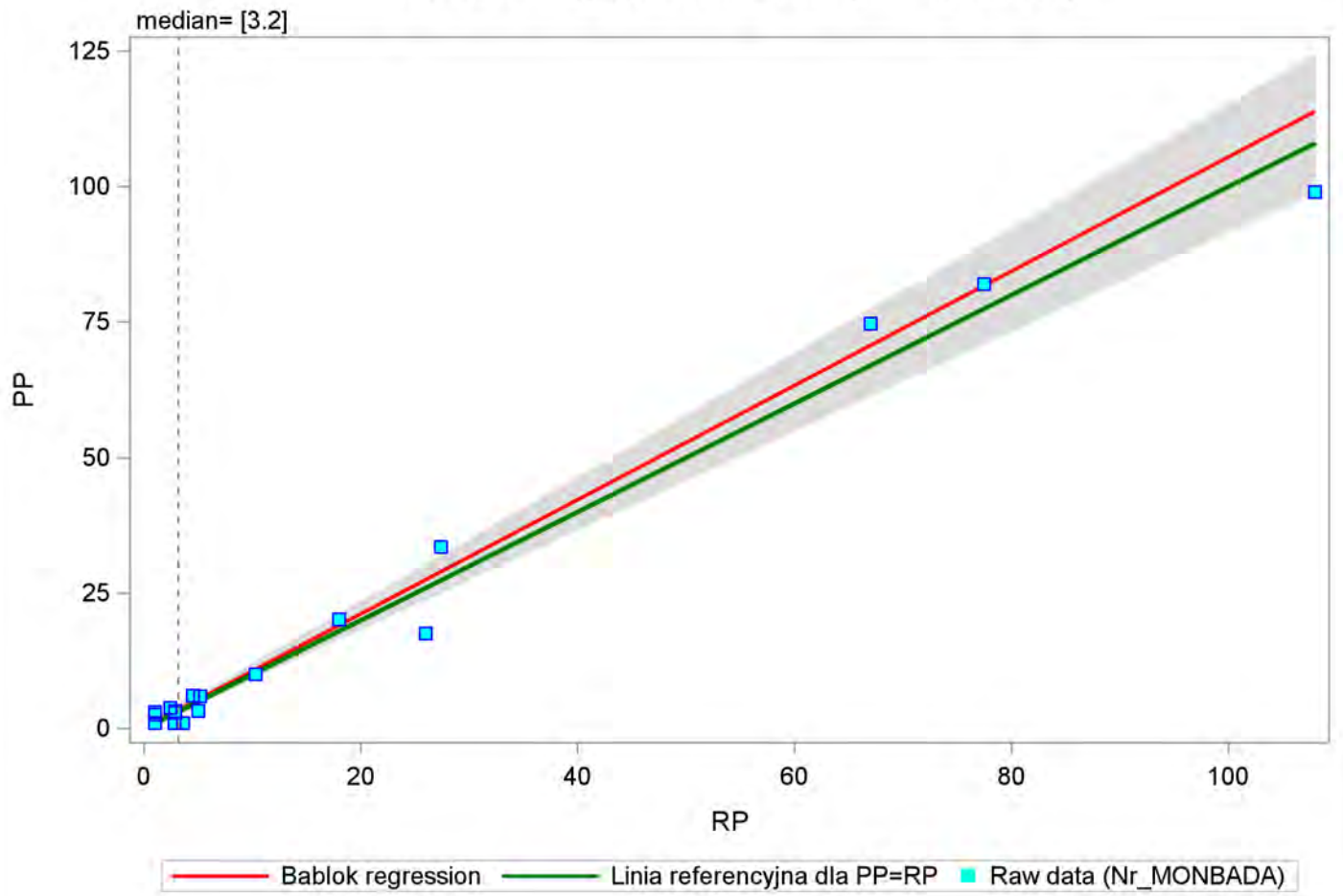
filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 1 , max= 99)
===== ChZT =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.03271	-0.05882	0.26821	-0.14630	0.59568
Slope	200	1.05354	1.05882	0.07763	0.91589	1.14630

Bablok-Passing regression - ChZT (min=1 , max=99)



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.000025 , max= 0.00031)

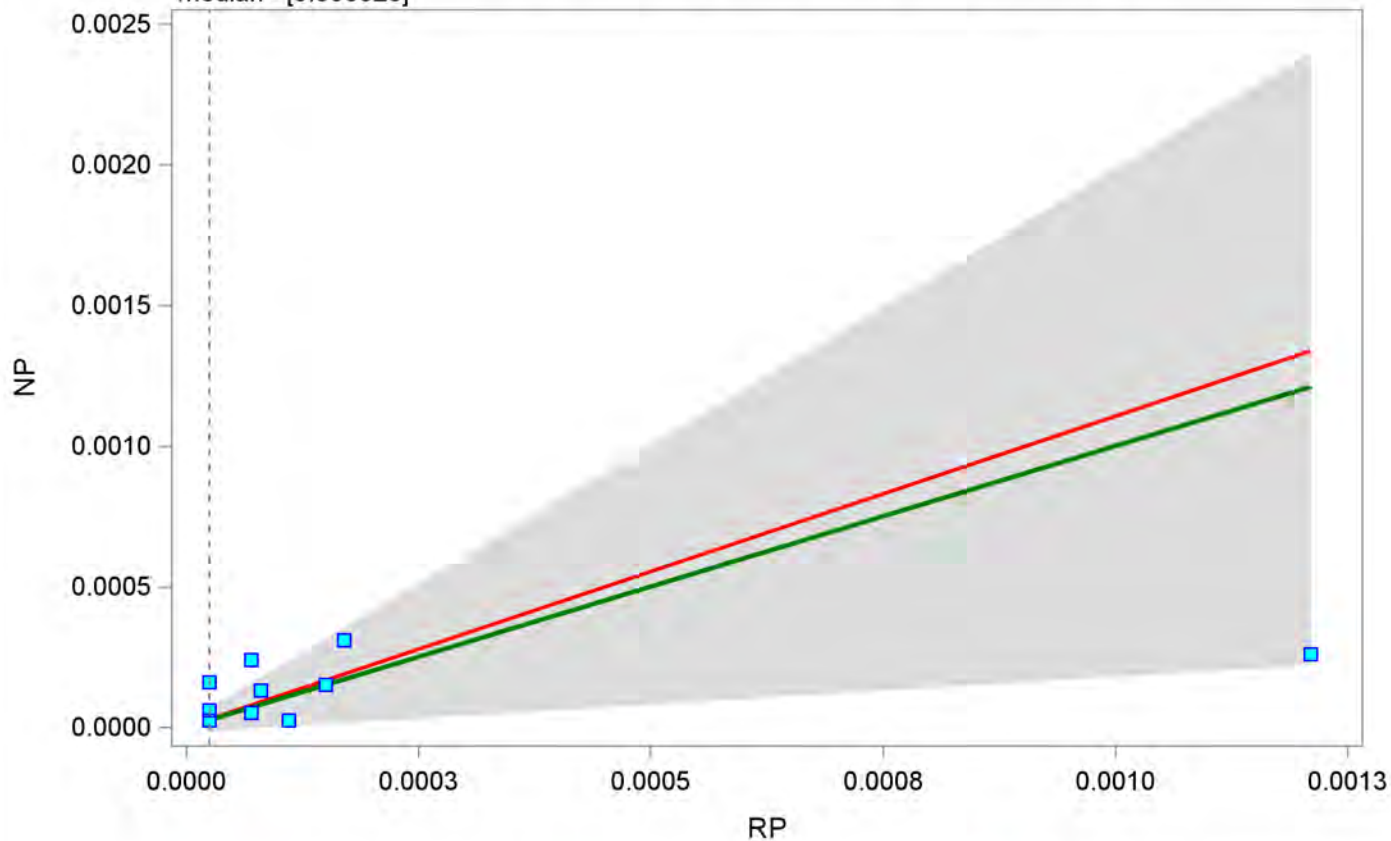
==== Kobalt ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00000	0.00000	0.00002	-0.00002	0.00002
Slope	200	1.10479	1.00000	0.67712	0.19831	1.96552

Bablok-Passing regression - Kobalt (min=0.000025 , max=0.00031)

median= [0.000025]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00025 , max= 0.00056)

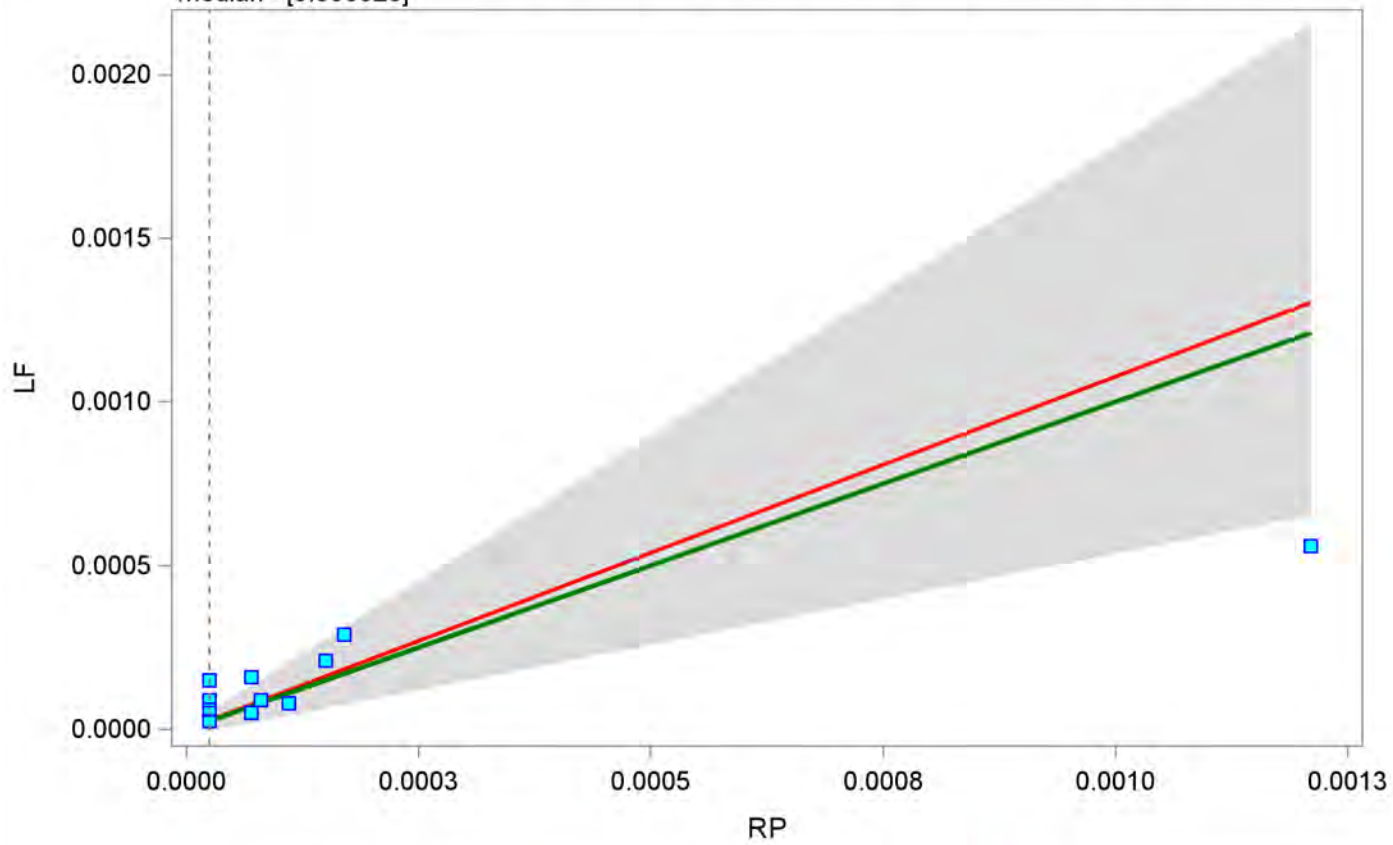
==== Kobalt ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00000	-0.00000	0.00001	-0.00002	0.00001
Slope	200	1.07591	1.18182	0.39581	0.55556	1.77094

Bablok-Passing regression - Kobalt (min=0.000025 , max=0.00056)

median= [0.000025]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.000025 , max= 0.00144)

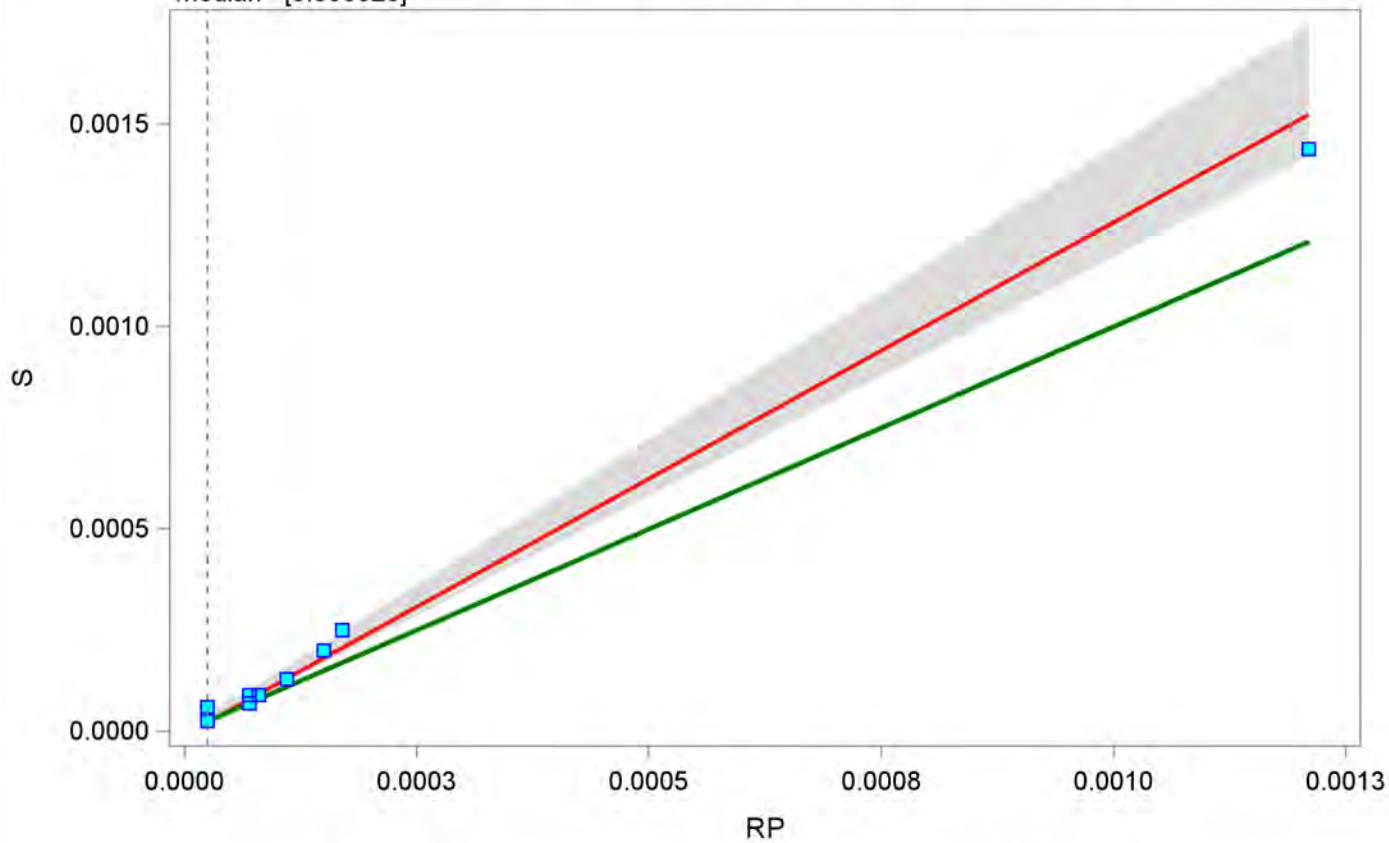
==== Kobalt ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00001	-0.00001	0.00000	-0.00001	-0.00000
Slope	200	1.26692	1.23529	0.09663	1.18182	1.44444

Bablok-Passing regression - Kobalt (min=0.000025 , max=0.00144)

median= [0.000025]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla S=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.000025 , max= 0.00067)

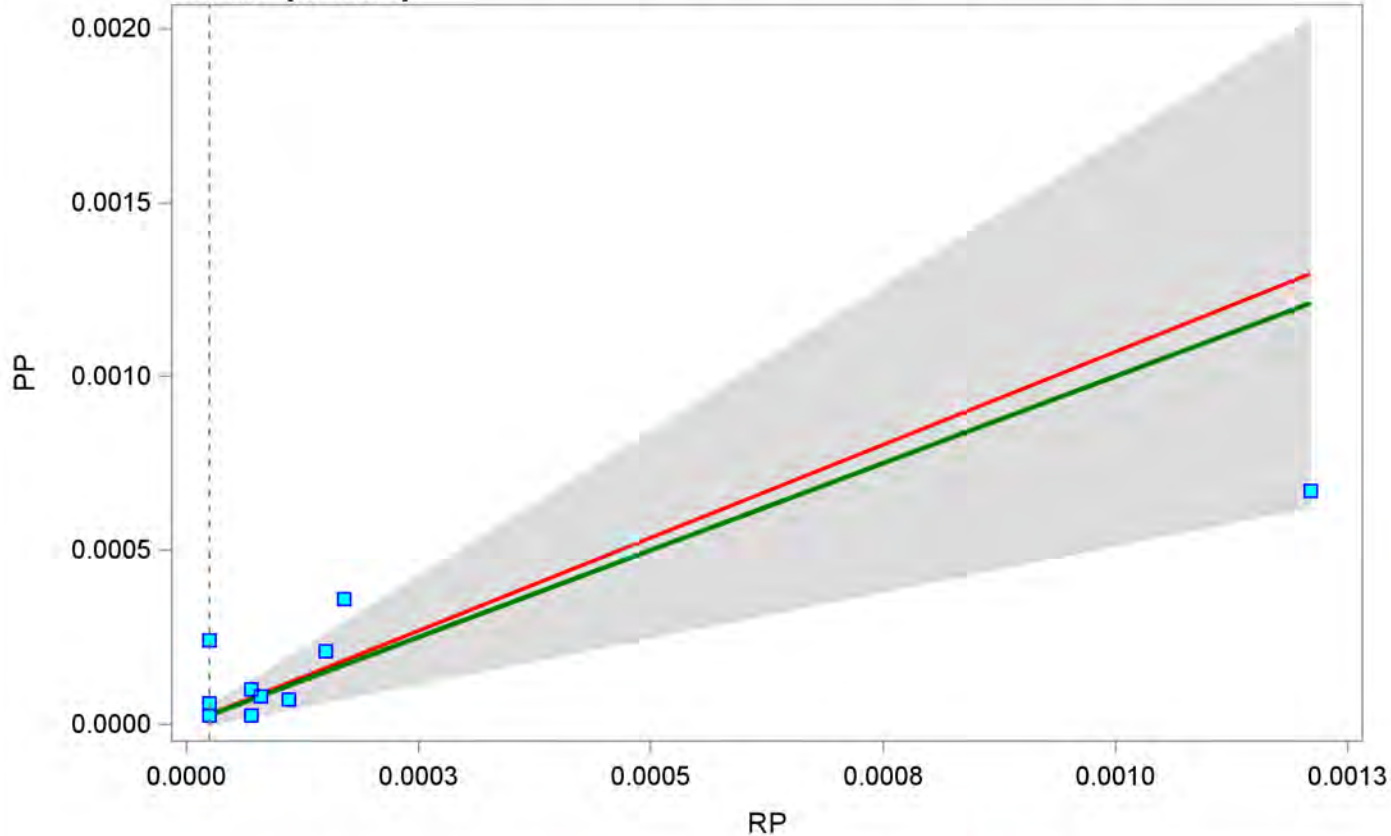
==== Kobalt ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00000	0.00000	0.00001	-0.00002	0.00001
Slope	200	1.06942	1.00000	0.44971	0.52941	1.66667

Bablok-Passing regression - Kobalt (min=0.000025 , max=0.00067)

median= [0.000025]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla PP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 6 , max= 29.8)

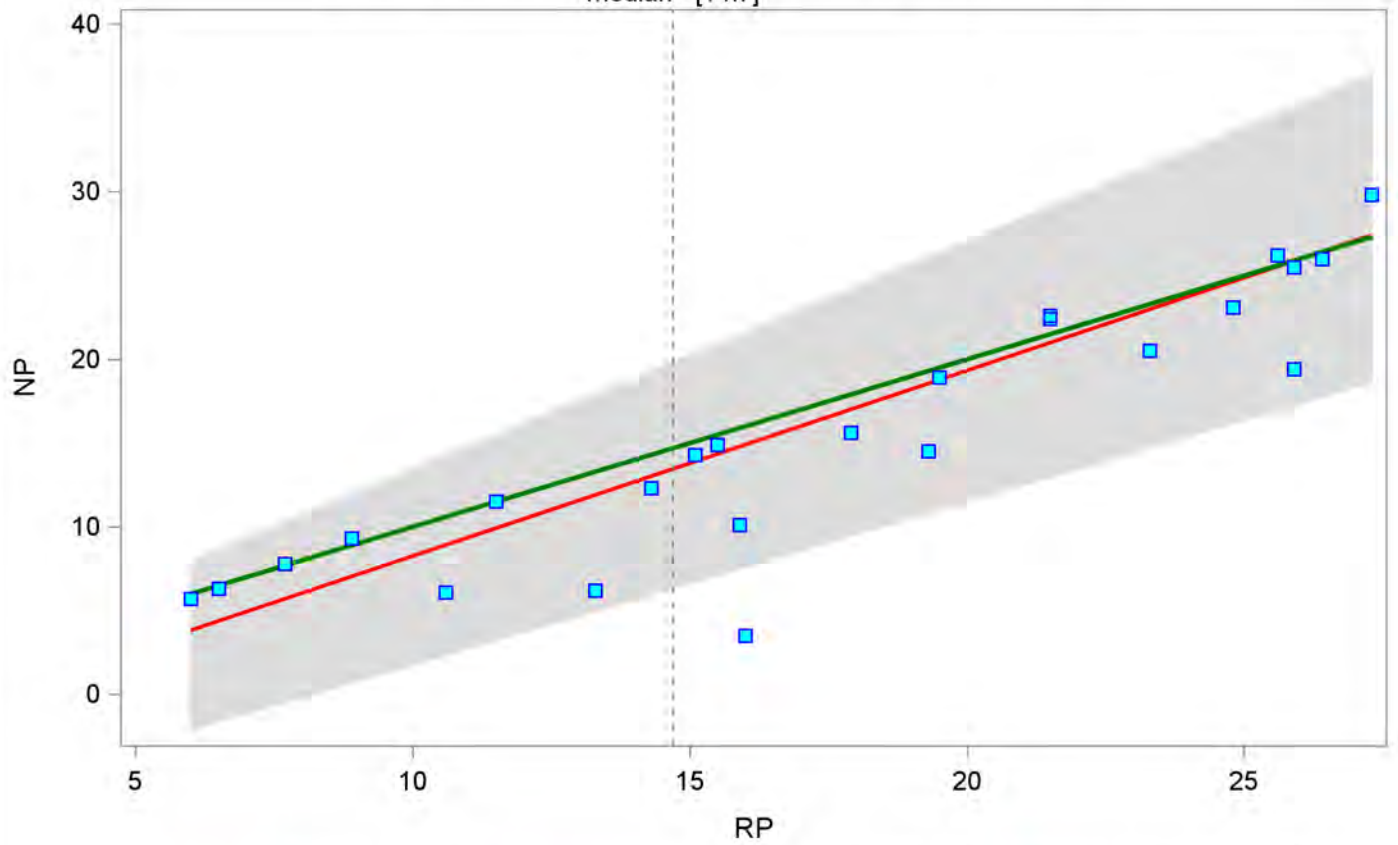
==== Krzemionka ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-2.83265	-1.92533	2.77688	-8.04632	-0.12419
Slope	200	1.10752	1.07742	0.11795	0.97347	1.36167

Bablok-Passing regression - Krzemionka (min=6 , max=29.8)

median= [14.7]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 6 , max= 28.7)

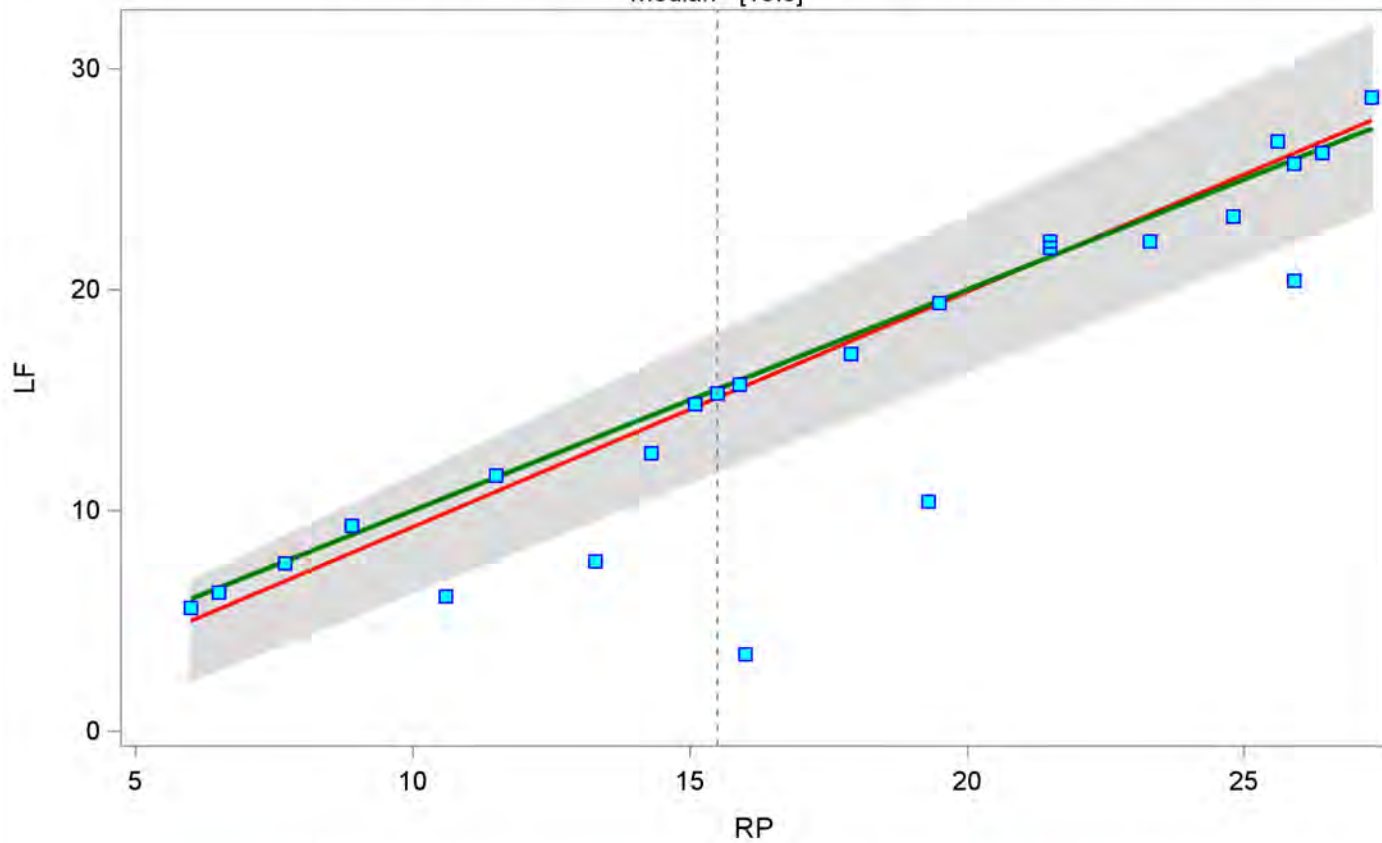
==== Krzemionka ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-1.40275	-1.13813	1.53171	-3.80474	-0.20000
Slope	200	1.06431	1.05848	0.06868	1.00000	1.18006

Bablok-Passing regression - Krzemionka (min=6 , max=28.7)

median= [15.5]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 6 , max= 28.8)

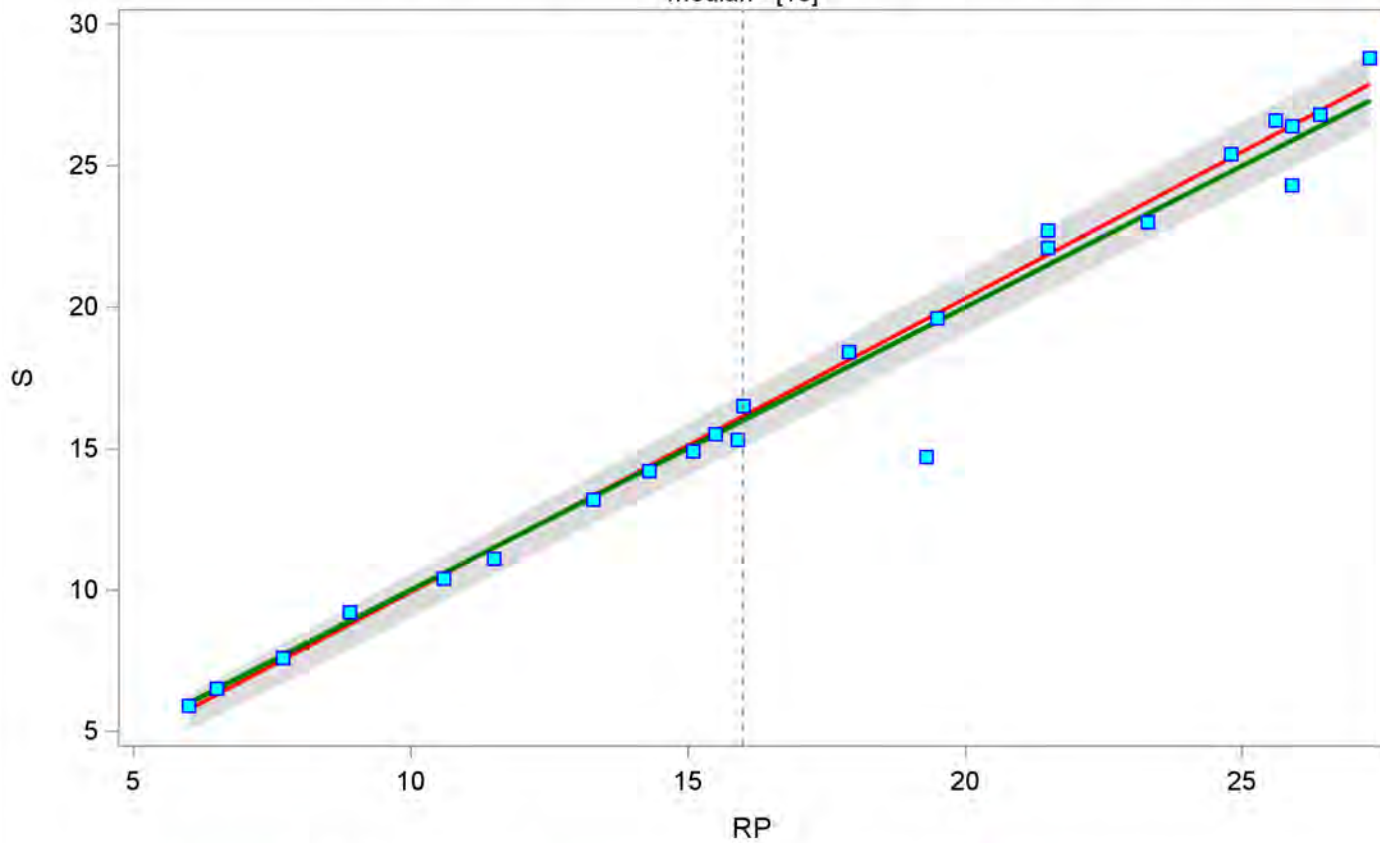
==== Krzemionka ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.47072	-0.41983	0.29314	-1.01434	-0.10000
Slope	200	1.03792	1.04023	0.01905	1.00192	1.06548

Bablok-Passing regression - Krzemionka (min=6 , max=28.8)

median= [16]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla S=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

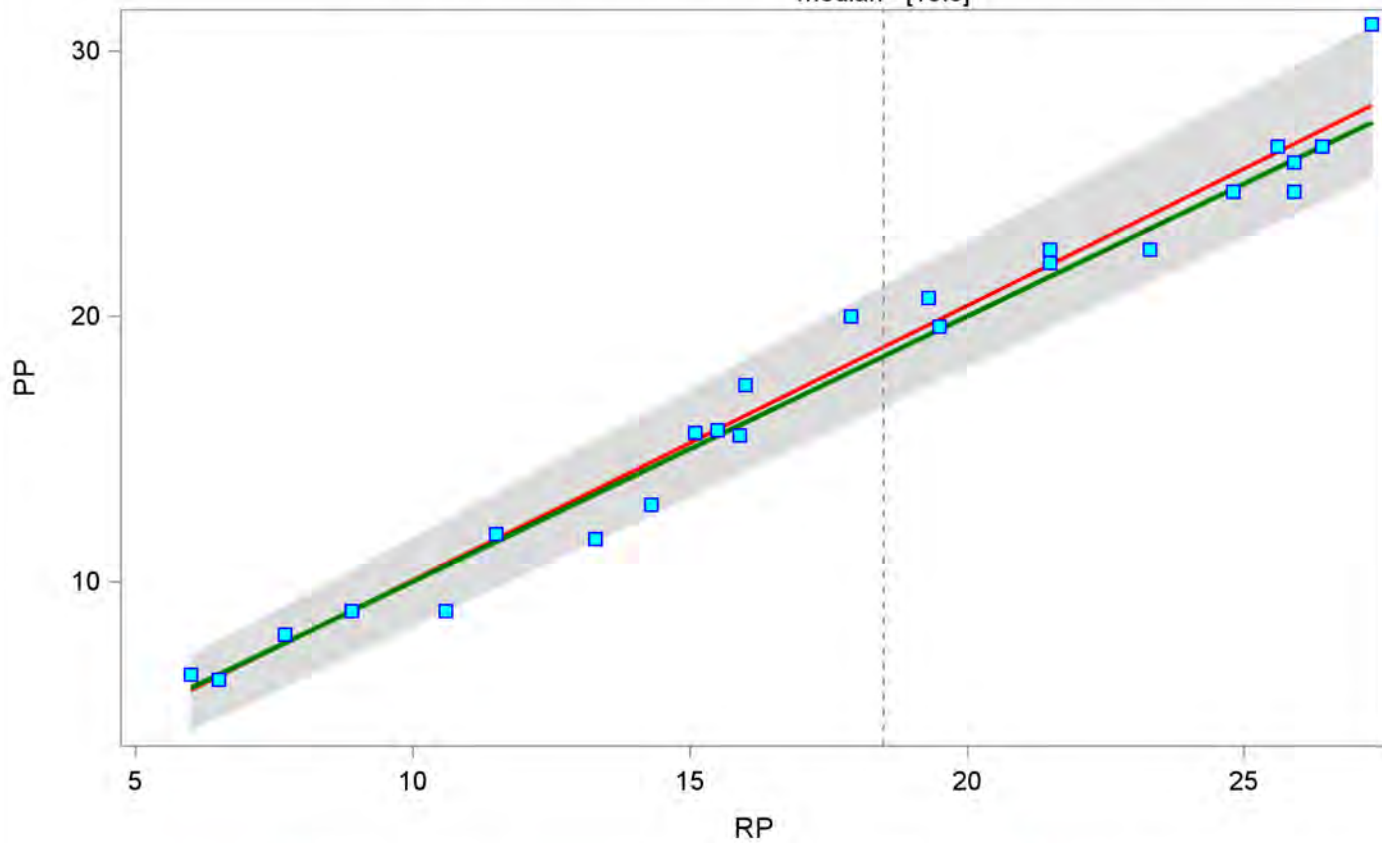
Bablok-Passing regression - RP (min= 6 , max= 31)
==== Krzemionka ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.30055	-0.22377	0.64193	-1.50630	0.51037
Slope	200	1.03398	1.03015	0.03943	0.97732	1.11570

Bablok-Passing regression - Krzemionka (min=6 , max=31)

median= [18.5]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla PP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.0006 , max= 0.0132)

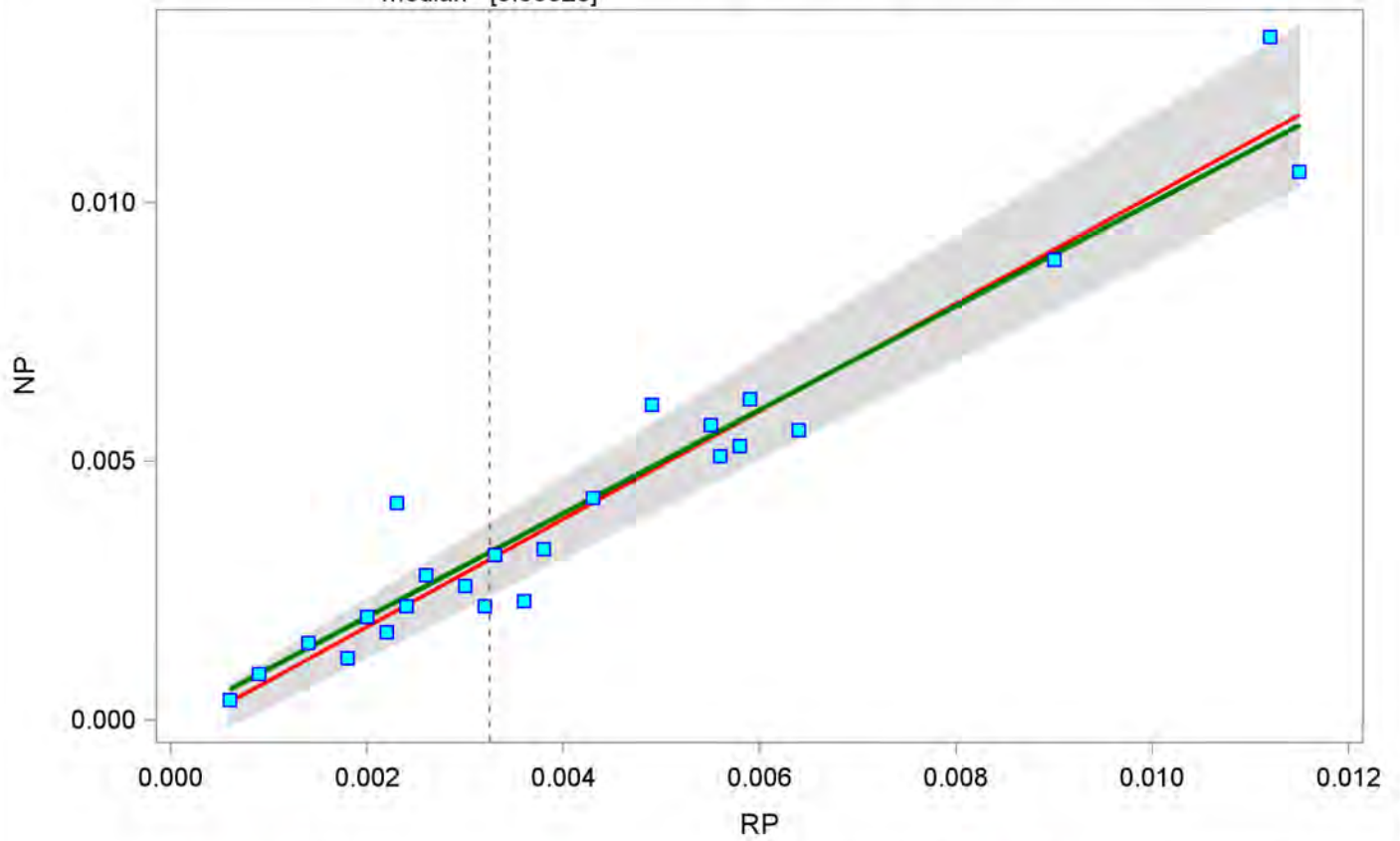
==== Lit ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00028	-0.00024	0.00023	-0.00072	0.00003
Slope	200	1.04045	1.03367	0.06326	0.95687	1.16667

Bablok-Passing regression - Lit (min=0.0006 , max=0.0132)

median= [0.00325]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.0006 , max= 0.0126)

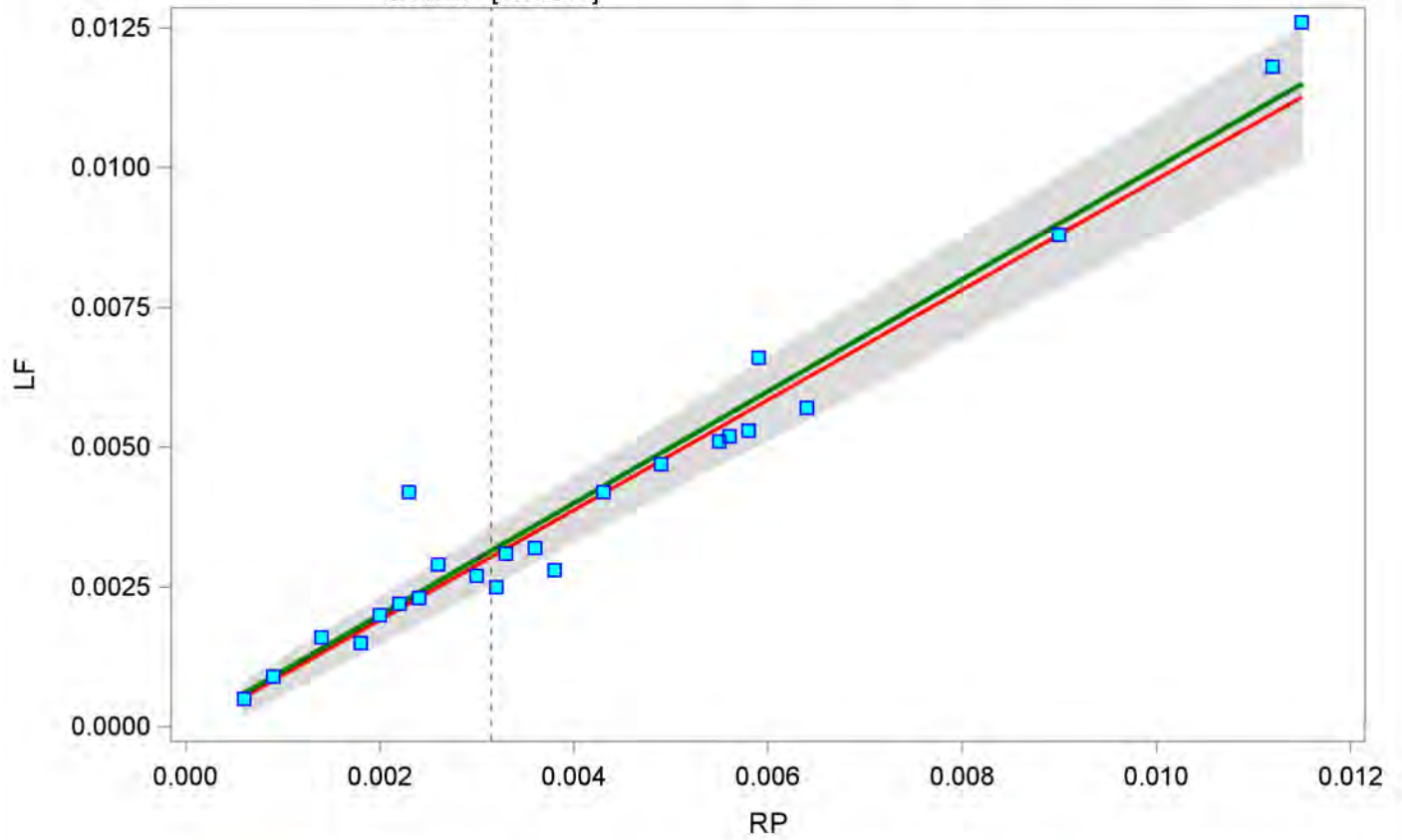
==== Lit ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00007	-0.00008	0.00016	-0.00036	0.00017
Slope	200	0.98492	0.97674	0.05144	0.91107	1.07555

Bablok-Passing regression - Lit (min=0.0006 , max=0.0126)

median= [0.00315]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.0006 , max= 0.0133)

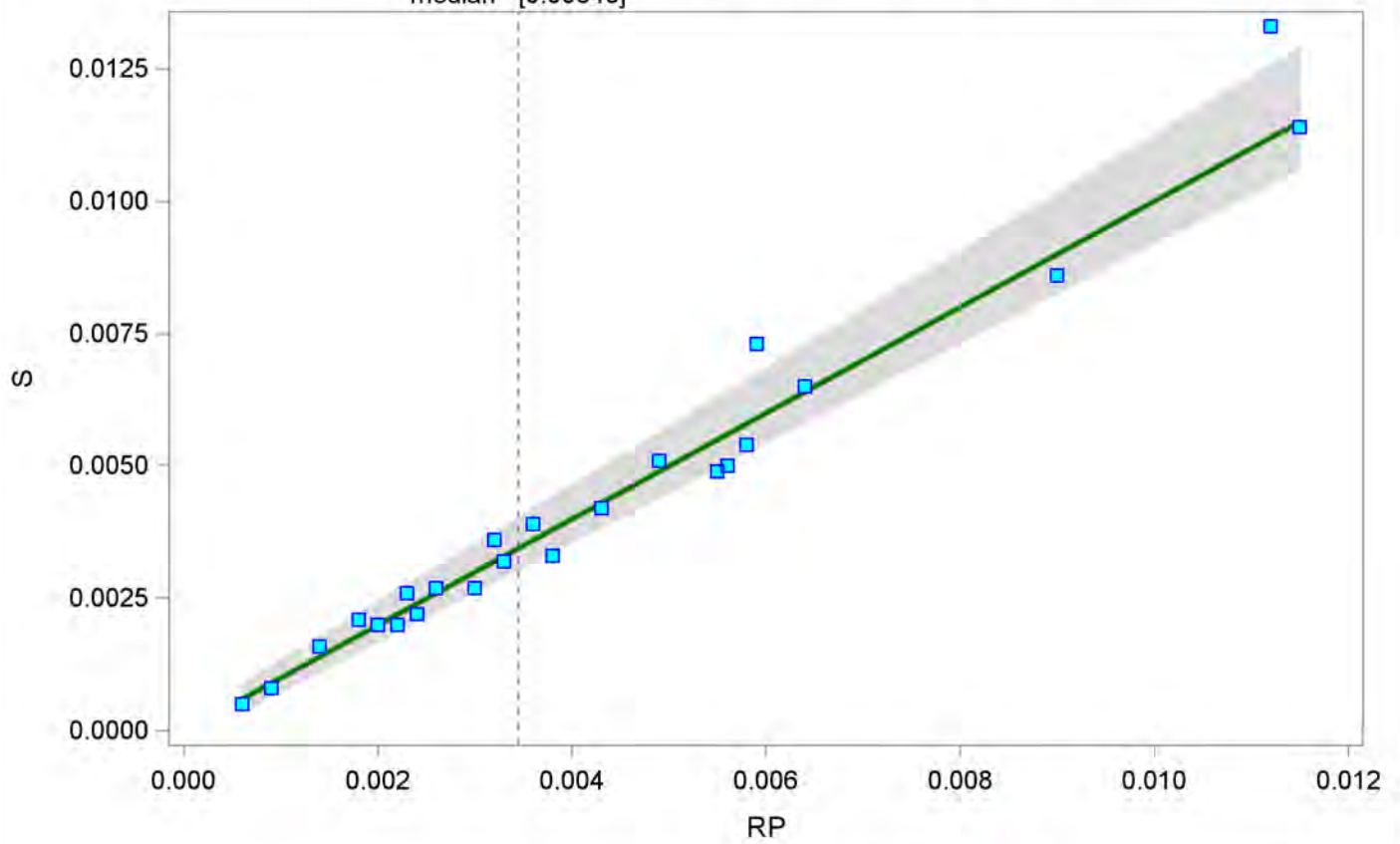
==== Lit ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00003	-0.00007	0.00014	-0.00023	0.00024
Slope	200	1.00011	1.00000	0.04900	0.94118	1.10277

Bablok-Passing regression - Lit (min=0.0006 , max=0.0133)

median= [0.00345]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla S=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.0006 , max= 0.0125)

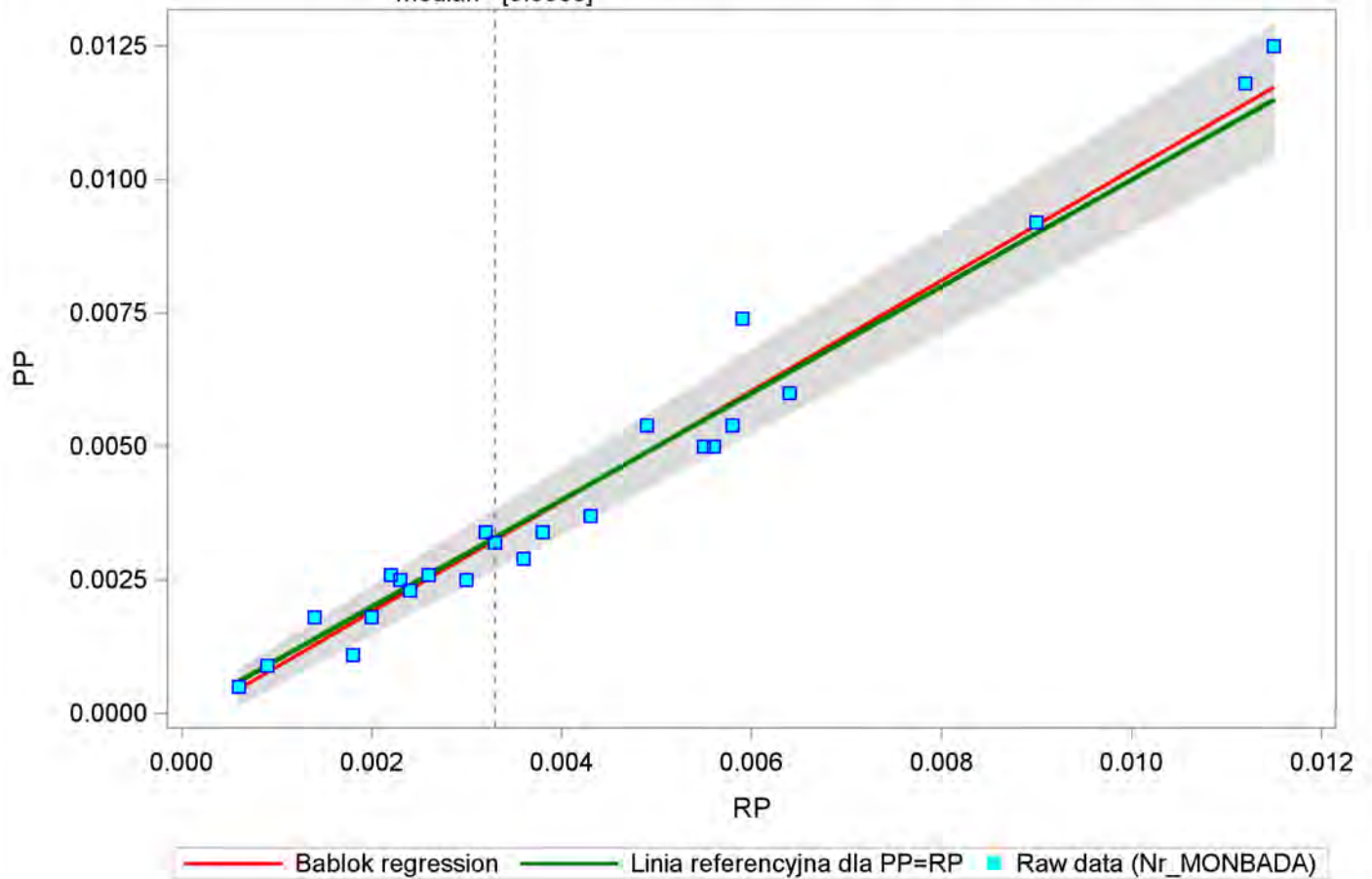
==== Lit ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00017	-0.00015	0.00020	-0.00044	0.00017
Slope	200	1.03428	1.04520	0.05208	0.94427	1.10873

Bablok-Passing regression - Lit (min=0.0006 , max=0.0125)

median= [0.0033]



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 1.2 , max= 21.8)

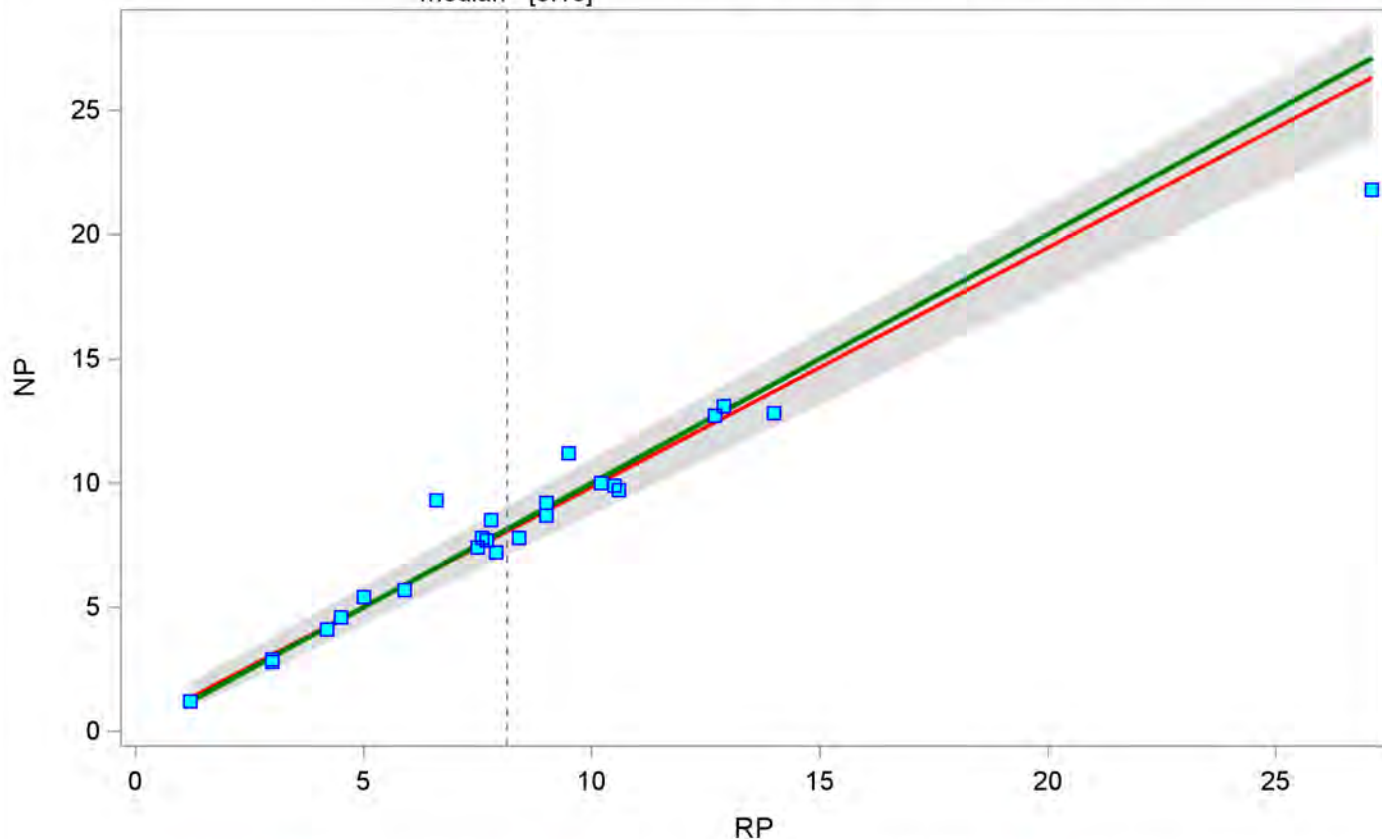
==== Magnez ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.17911	0.08377	0.32999	-0.17071	0.72249
Slope	200	0.96372	0.96878	0.05001	0.88697	1.02357

Bablok-Passing regression - Magnez (min=1.2 , max=21.8)

median= [8.15]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 1.2 , max= 26.9)

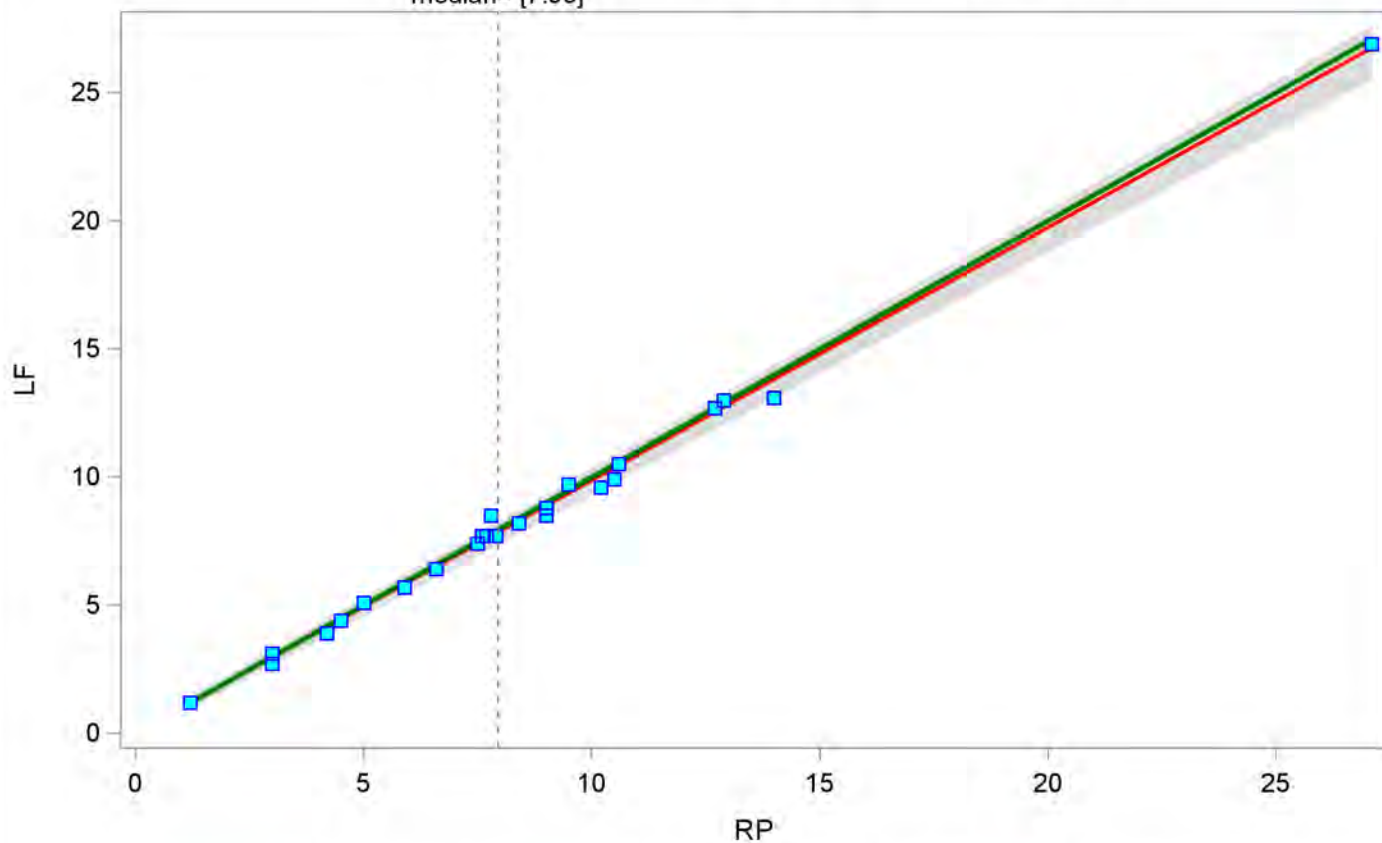
==== Magnez ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.01208	0.00000	0.14339	-0.20000	0.23333
Slope	200	0.98699	0.99418	0.01970	0.94722	1.00944

Bablok-Passing regression - Magnez (min=1.2 , max=26.9)

median= [7.95]



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 1.2 , max= 26.1)

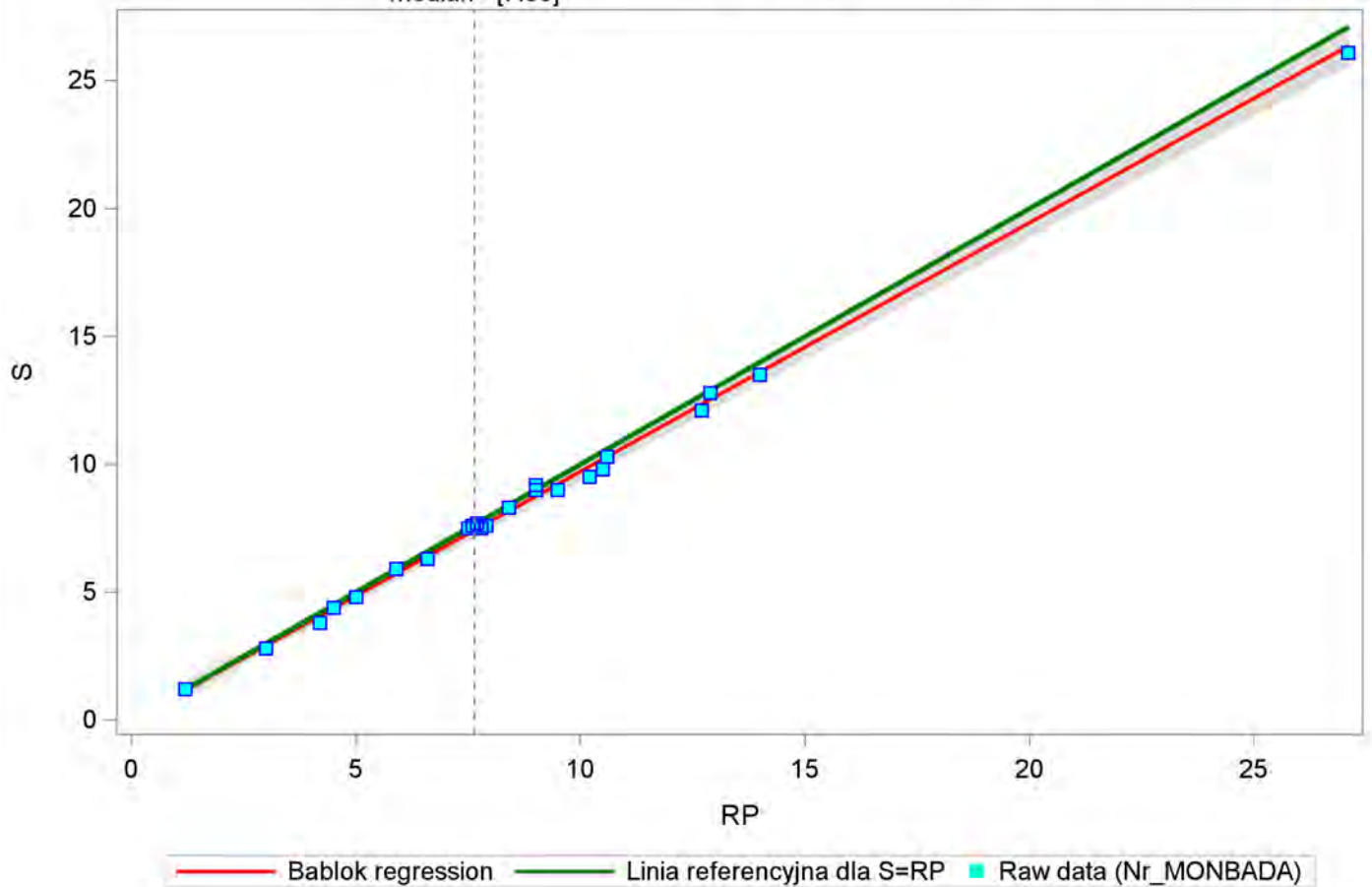
==== Magnez ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.02512	-0.03333	0.10112	-0.18076	0.11790
Slope	200	0.97268	0.97047	0.01500	0.95016	1.00000

Bablok-Passing regression - Magnez (min=1.2 , max=26.1)

median= [7.65]



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 1.2 , max= 26.6)

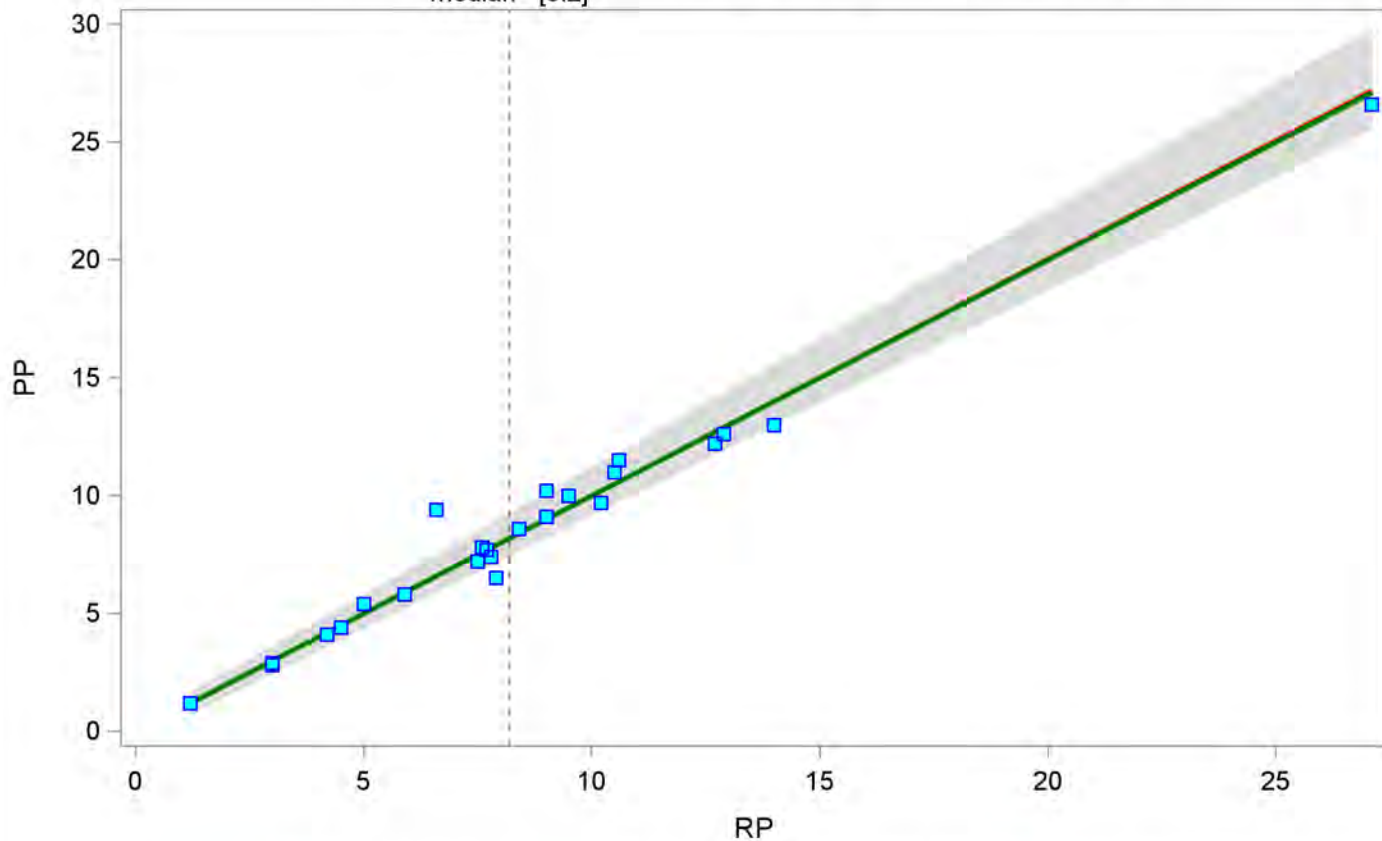
==== Magnez ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.06206	-0.05408	0.24118	-0.46087	0.35301
Slope	200	1.00542	1.00000	0.03817	0.95833	1.08696

Bablok-Passing regression - Magnez (min=1.2 , max=26.6)

median= [8.2]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla PP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

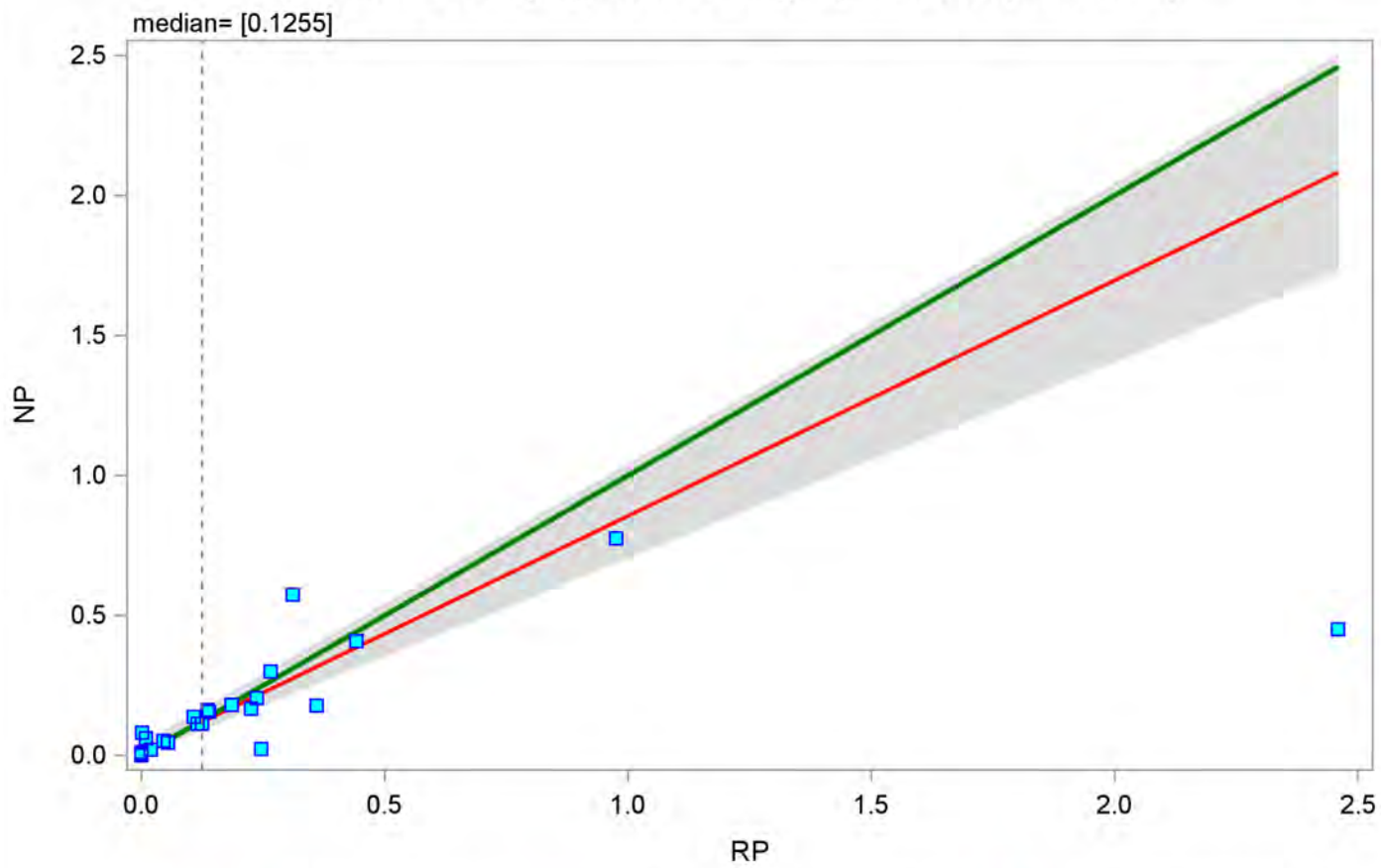
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.0005 , max= 0.774)

==== Mangan ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.01240	0.01057	0.01141	0.00049	0.04144
Slope	200	0.84101	0.84112	0.09385	0.70175	1.00046

Bablok-Passing regression - Mangan (min=0.0005 , max=0.774)



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

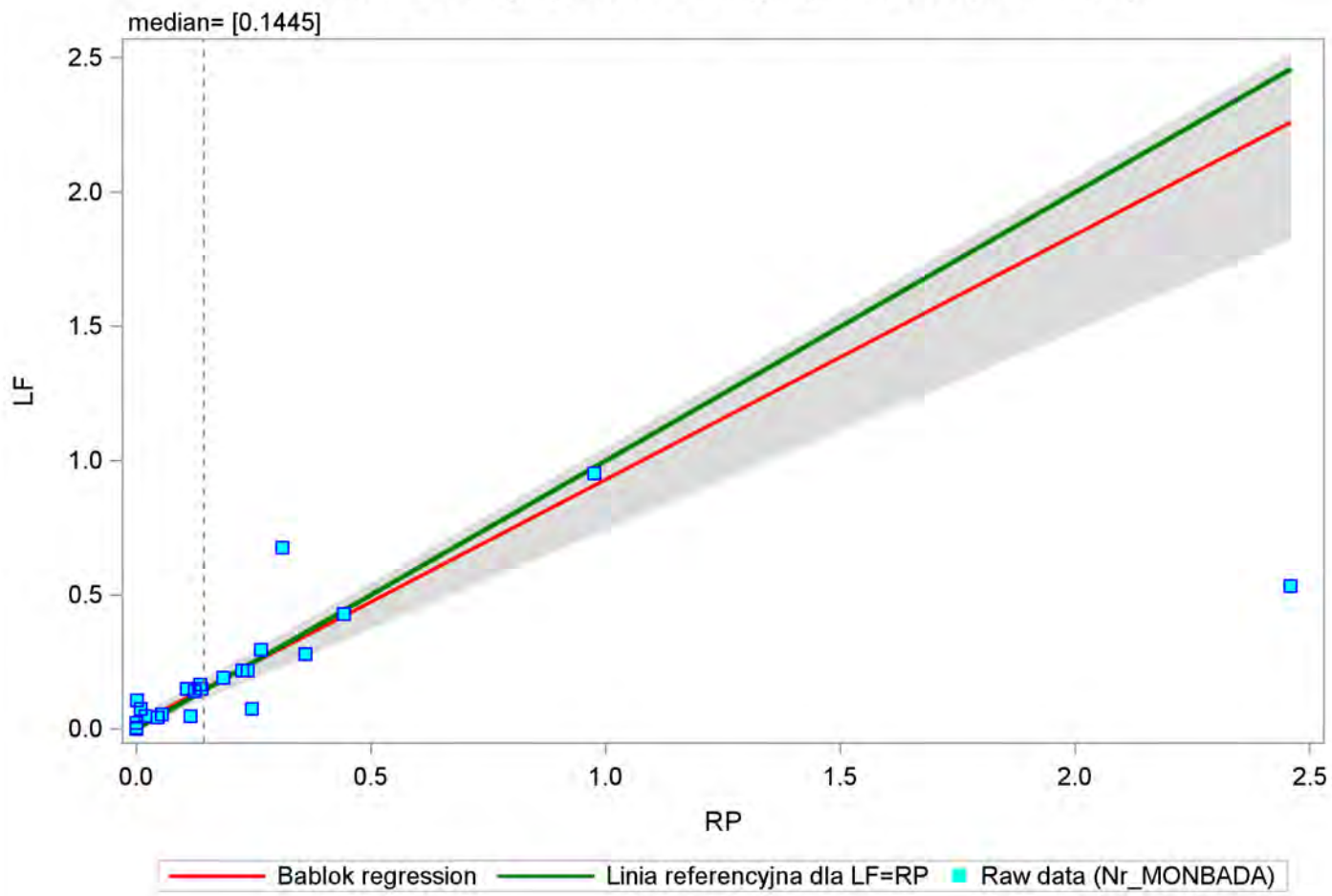
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.0005 , max= 0.953)

==== Mangan ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.01644	0.01621	0.01365	0.00005	0.03992
Slope	200	0.91182	0.92543	0.08615	0.74066	1.00813

Bablok-Passing regression - Mangan (min=0.0005 , max=0.953)



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.0005 , max= 2.626)

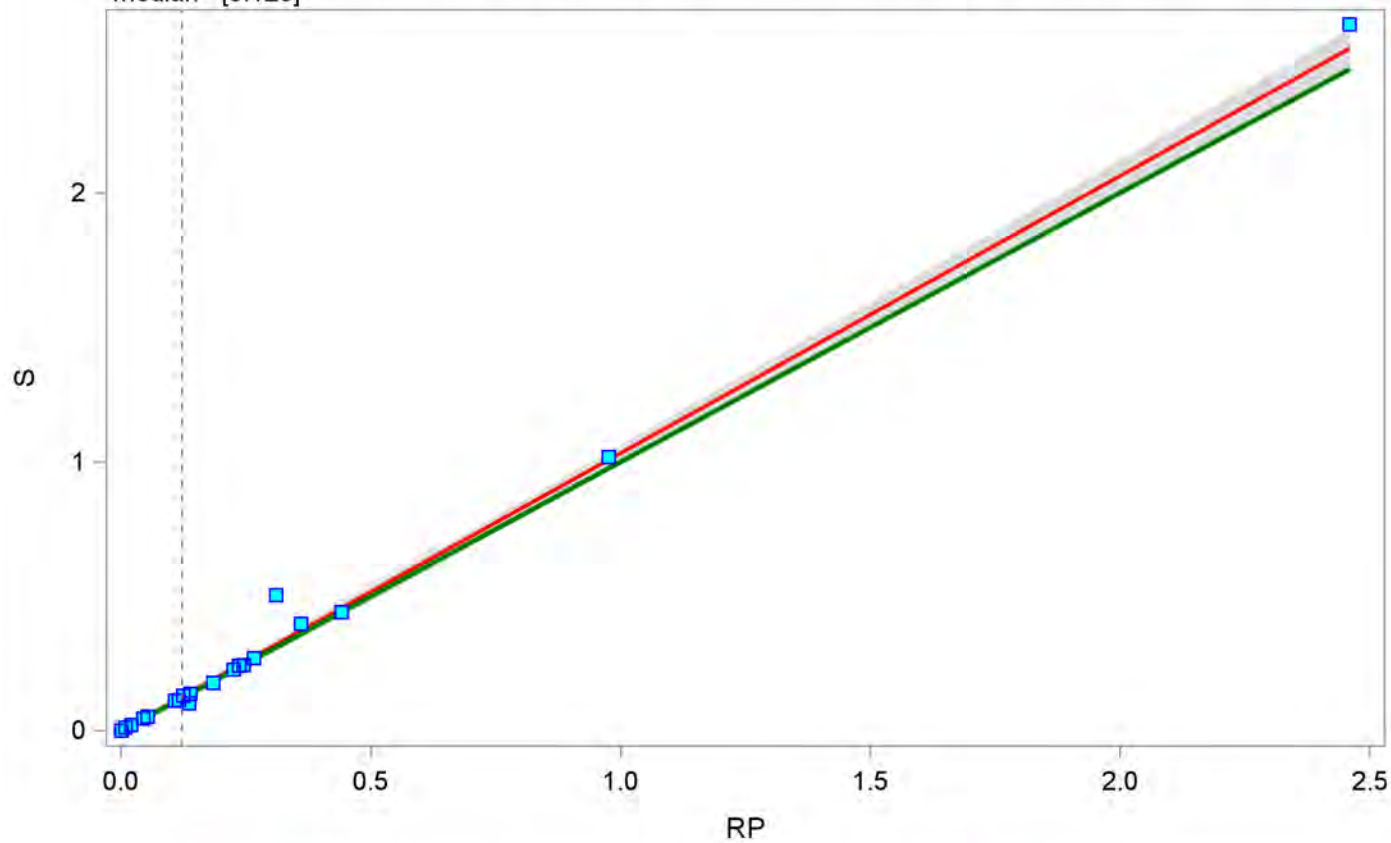
==== Mangan ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00046	-0.00002	0.00115	-0.00234	0.00000
Slope	200	1.03069	1.02791	0.01771	1.00000	1.06098

Bablok-Passing regression - Mangan (min=0.0005 , max=2.626)

median= [0.123]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla S=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.0005 , max= 2.747)

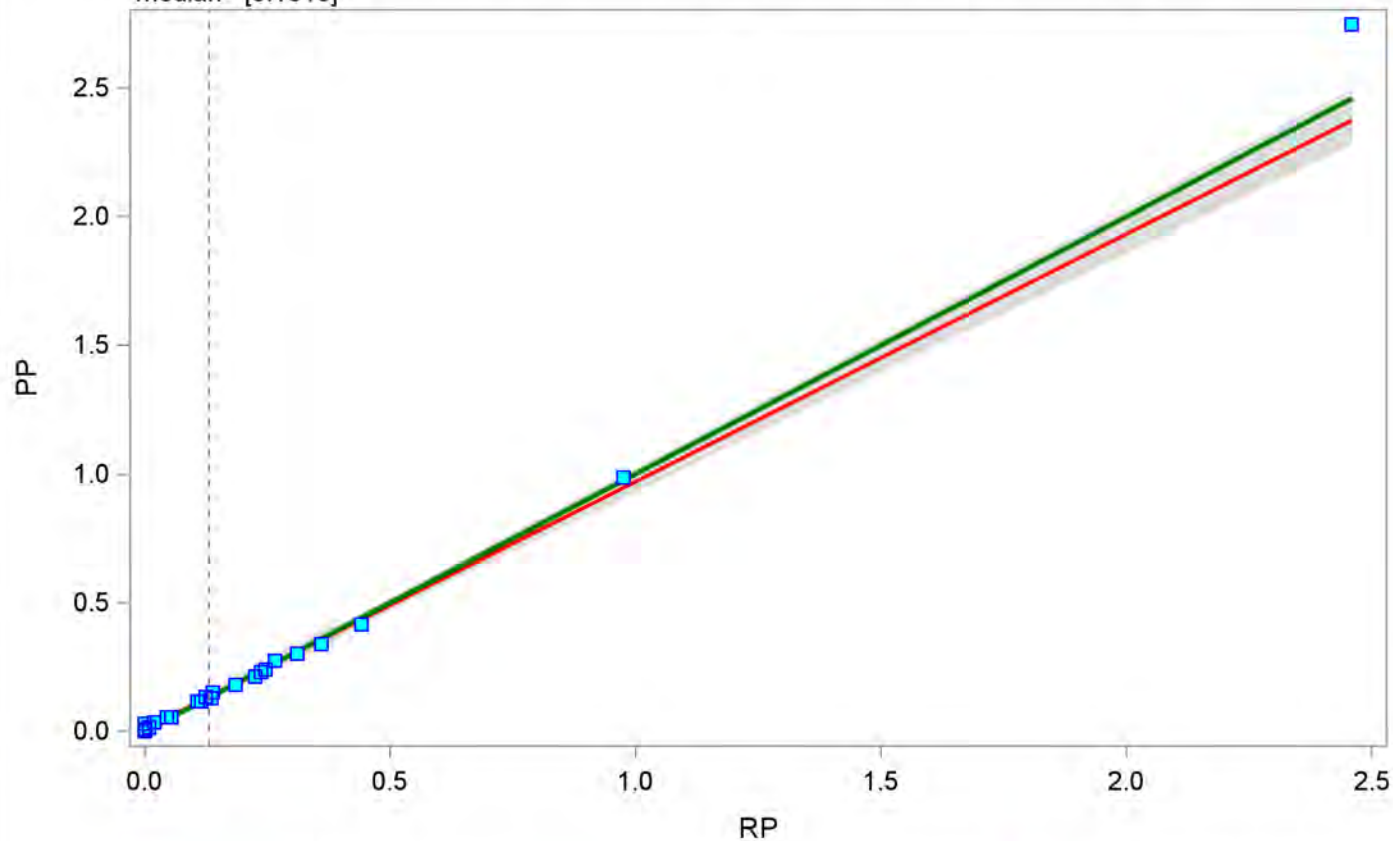
==== Mangan ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00673	0.00648	0.00264	0.00347	0.01218
Slope	200	0.96194	0.95574	0.02542	0.92526	1.00925

Bablok-Passing regression - Mangan (min=0.0005 , max=2.747)

median= [0.1315]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla PP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

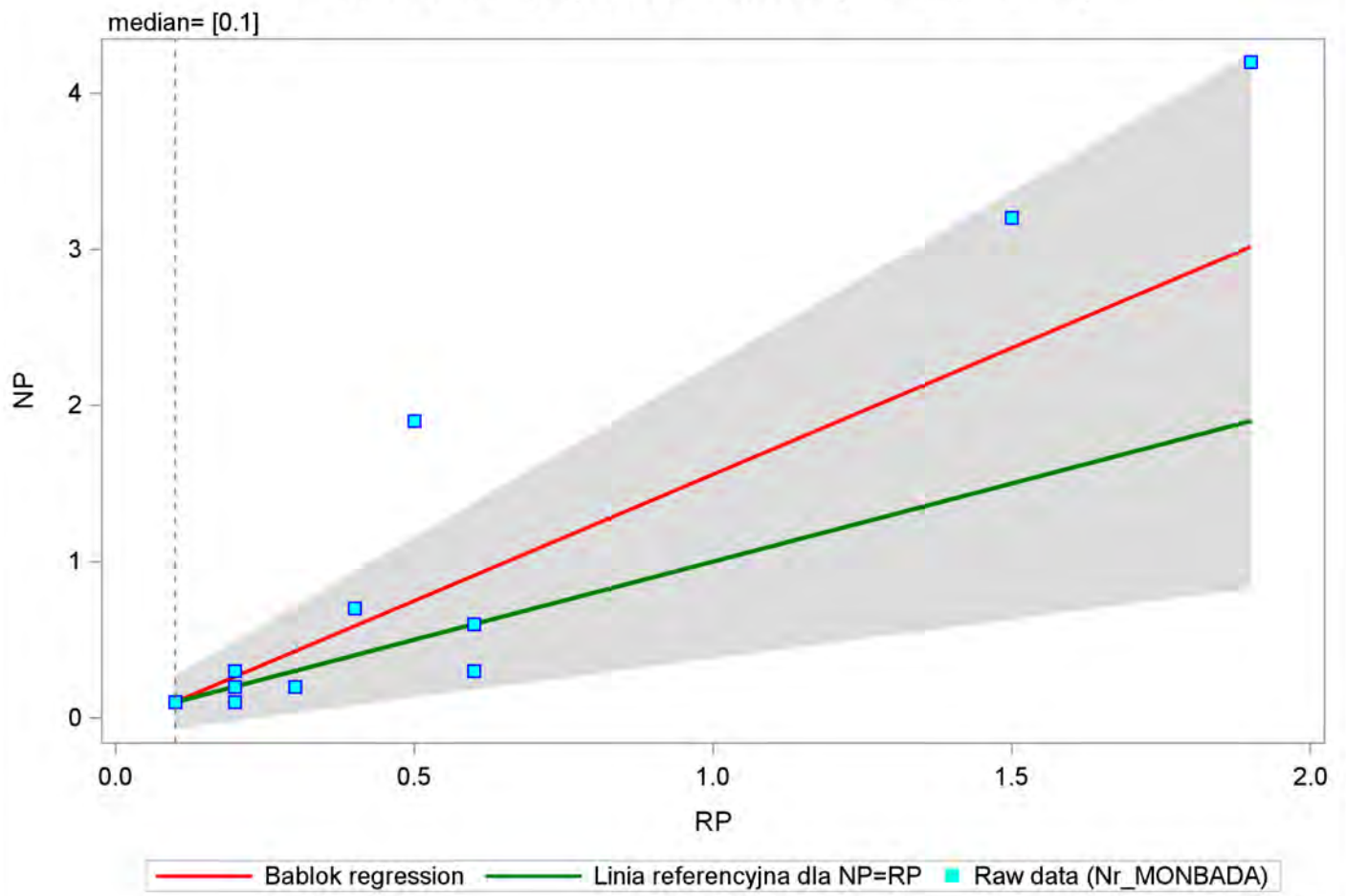
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.1 , max= 4.2)

==== Metnosc ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.06184	-0.10000	0.05755	-0.12143	0.05000
Slope	200	1.61835	2.00000	0.57550	0.50000	2.21429

Bablok-Passing regression - Metnosc (min=0.1 , max=4.2)



filtr:

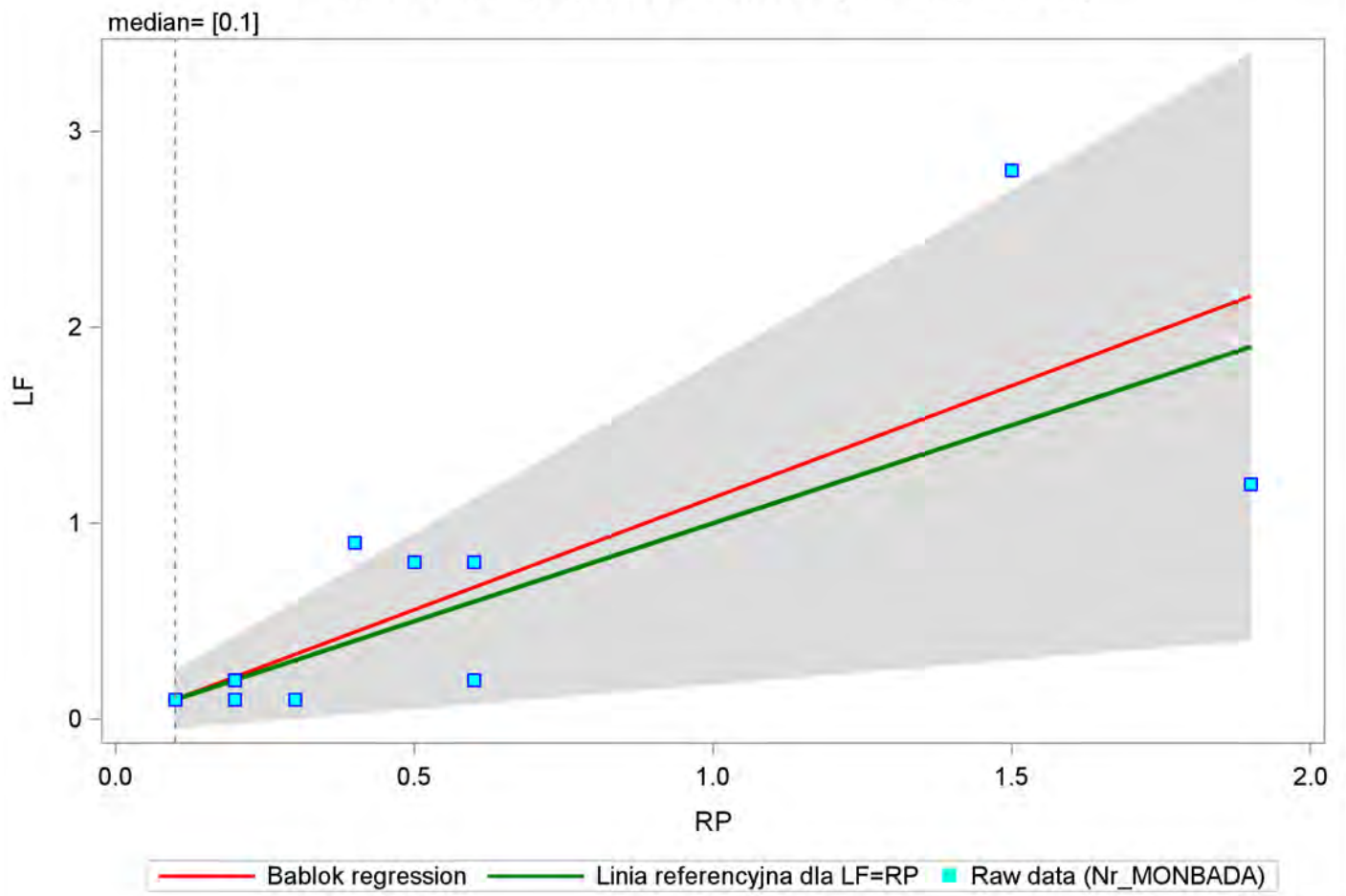
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.1 , max= 2.8)

==== Metnosc ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.01429	0.00000	0.04336	-0.07500	0.07500
Slope	200	1.14294	1.00000	0.43362	0.25000	1.75000

Bablok-Passing regression - Metnosc (min=0.1 , max=2.8)



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.1 , max= 2.3)

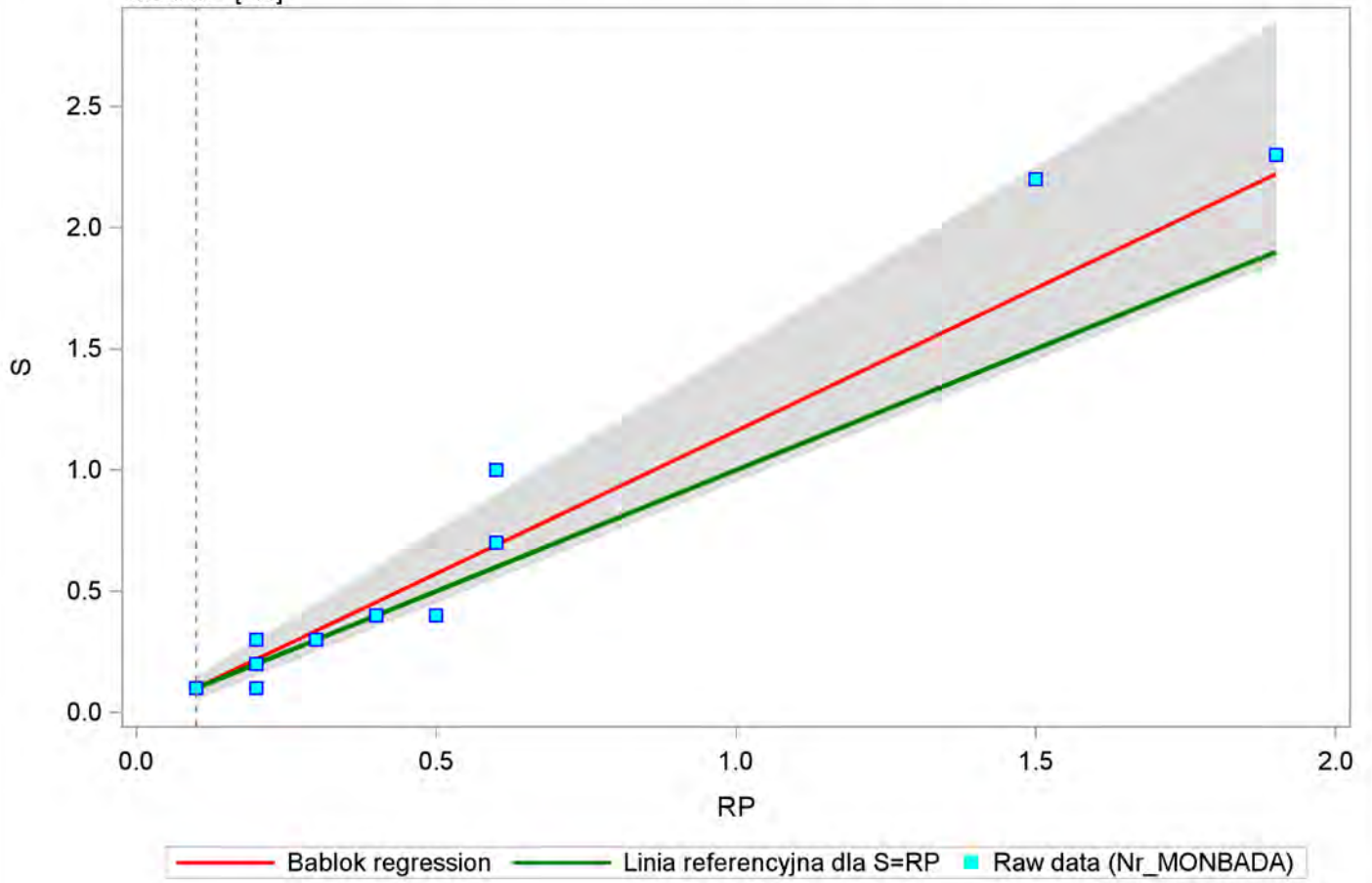
==== Metnosc ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.01777	-0.02000	0.01805	-0.05000	0.00000
Slope	200	1.17775	1.20000	0.18048	1.00000	1.50000

Bablok-Passing regression - Metnosc (min=0.1 , max=2.3)

median= [0.1]



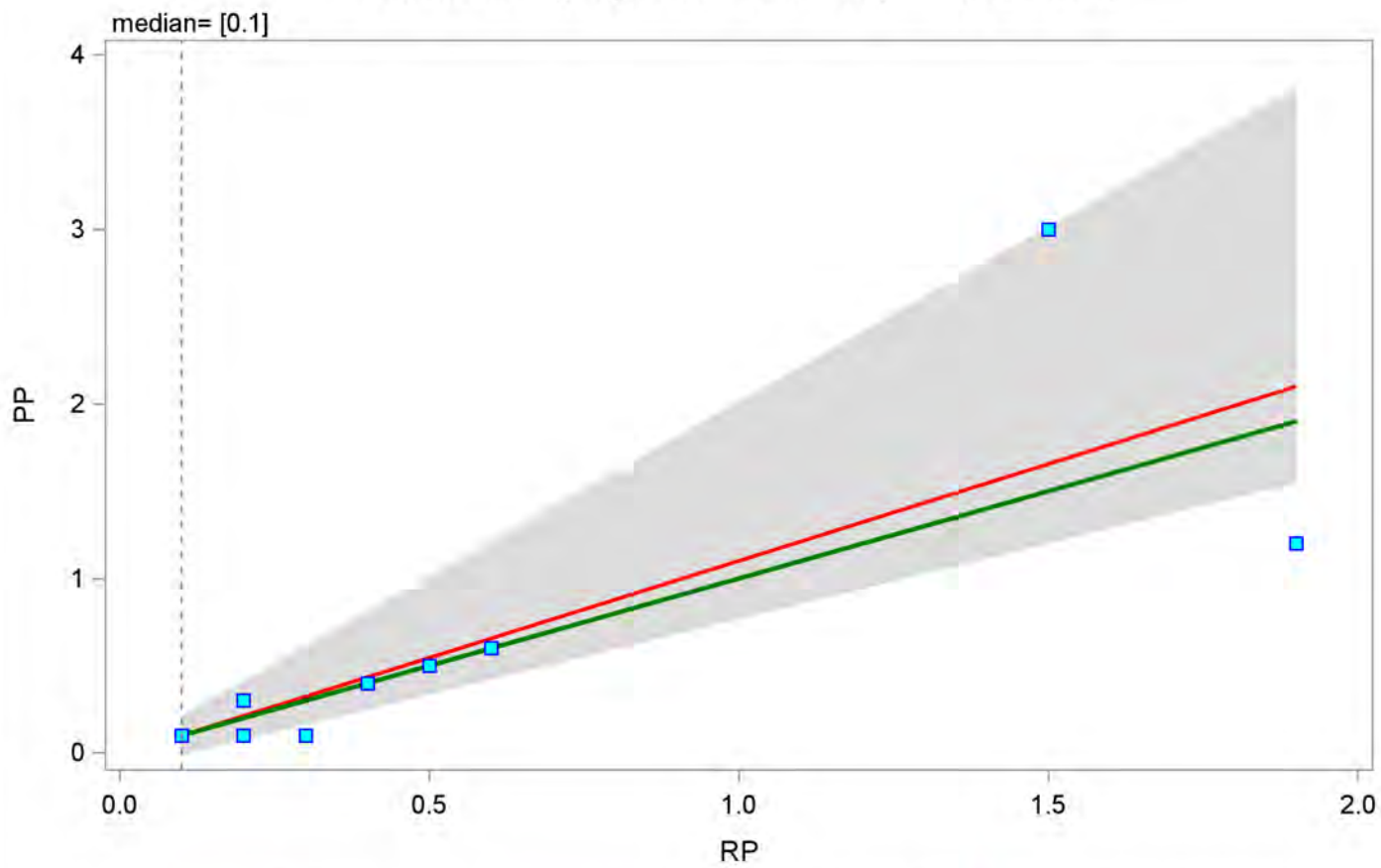
filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.1 , max= 3)
==== Metnosc ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.01103	0.00000	0.03400	-0.10000	0.01340
Slope	200	1.11027	1.00000	0.34000	0.86603	2.00000

Bablok-Passing regression - Metnosc (min=0.1 , max=3)



— Bablok regression — Linia referencyjna dla PP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00015 , max= 0.00678)

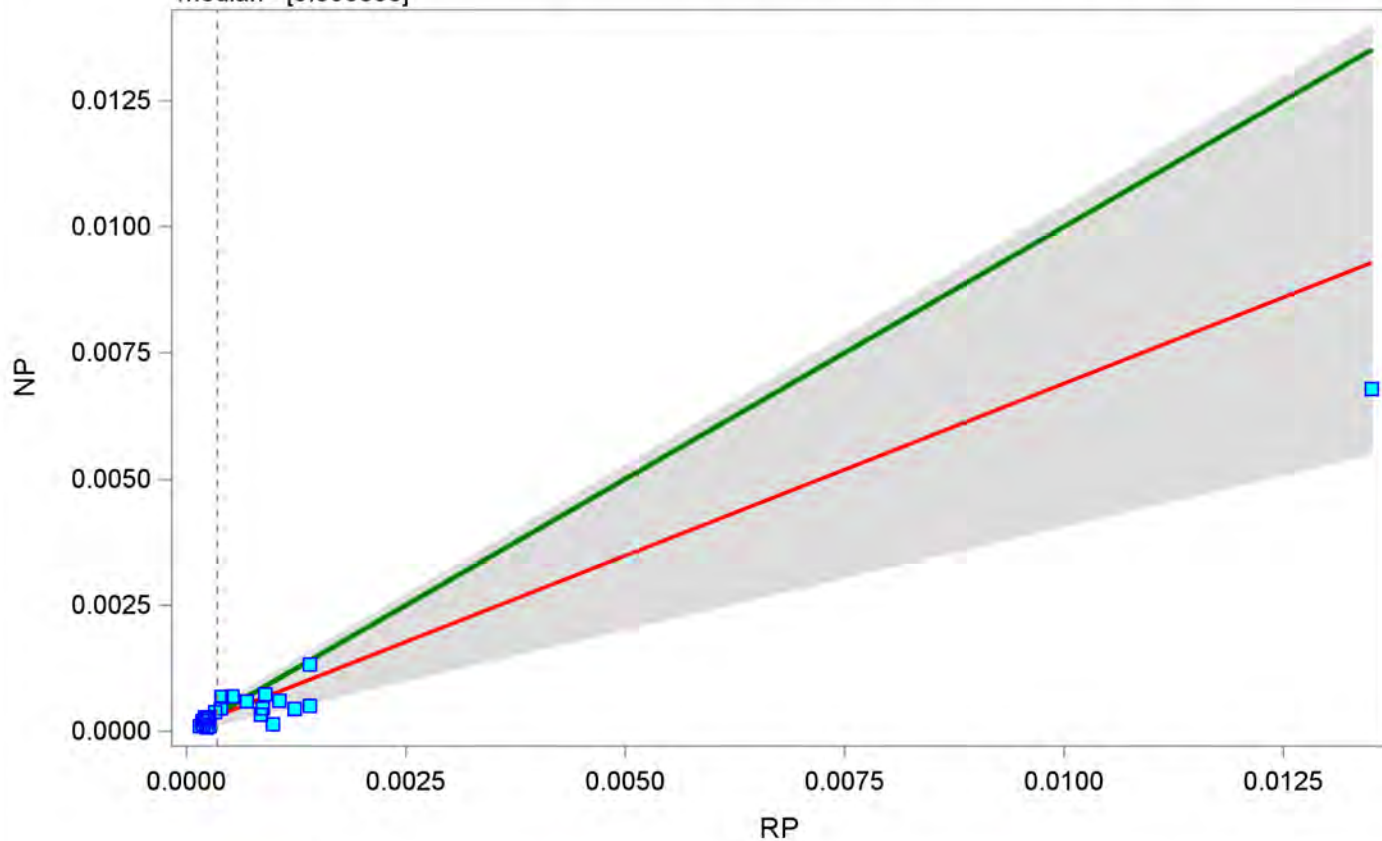
==== Miedz ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00006	0.00007	0.00006	-0.00004	0.00015
Slope	200	0.68246	0.64356	0.21641	0.40786	1.02592

Bablok-Passing regression - Miedz (min=0.00015 , max=0.00678)

median= [0.000355]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00015 , max= 0.00689)

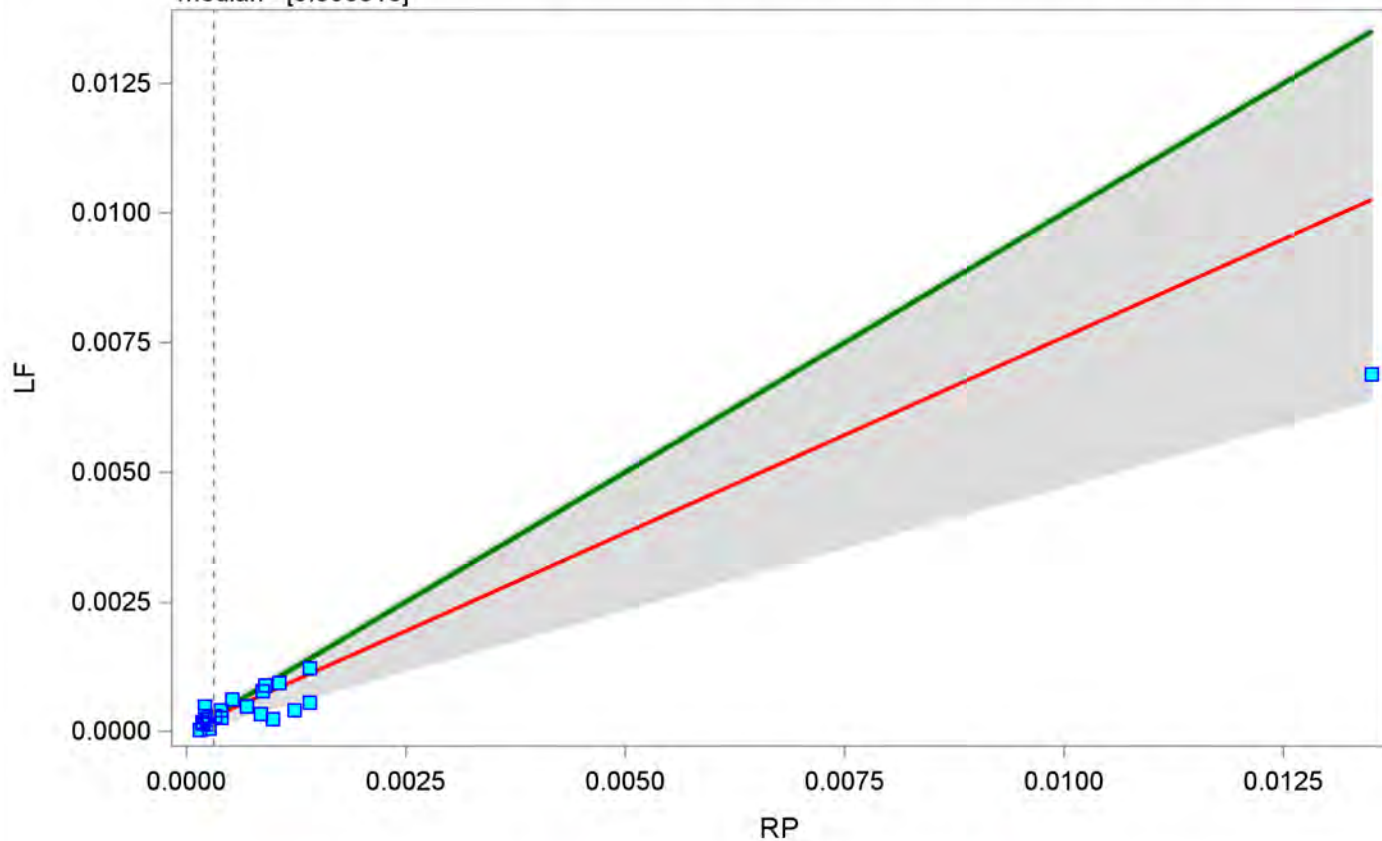
==== Miedz ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00004	0.00003	0.00006	-0.00005	0.00013
Slope	200	0.75577	0.79412	0.18680	0.47458	1.00000

Bablok-Passing regression - Miedz (min=0.00015 , max=0.00689)

median= [0.000315]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00015 , max= 0.01555)

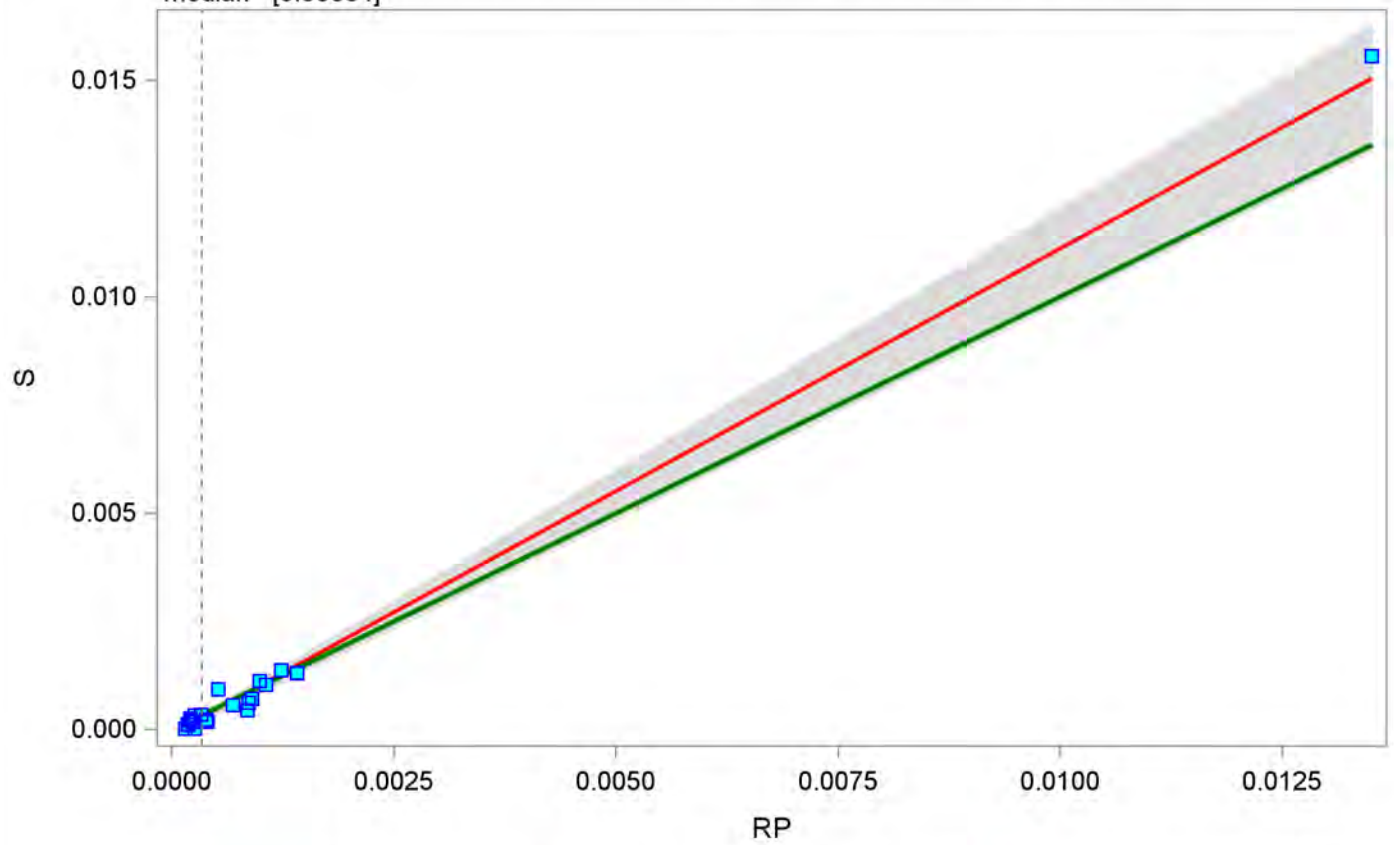
==== Miedz ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00010	-0.00009	0.00004	-0.00019	-0.00004
Slope	200	1.12031	1.11538	0.08806	1.00000	1.20896

Bablok-Passing regression - Miedz (min=0.00015 , max=0.01555)

median= [0.00034]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla S=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00015 , max= 0.01249)

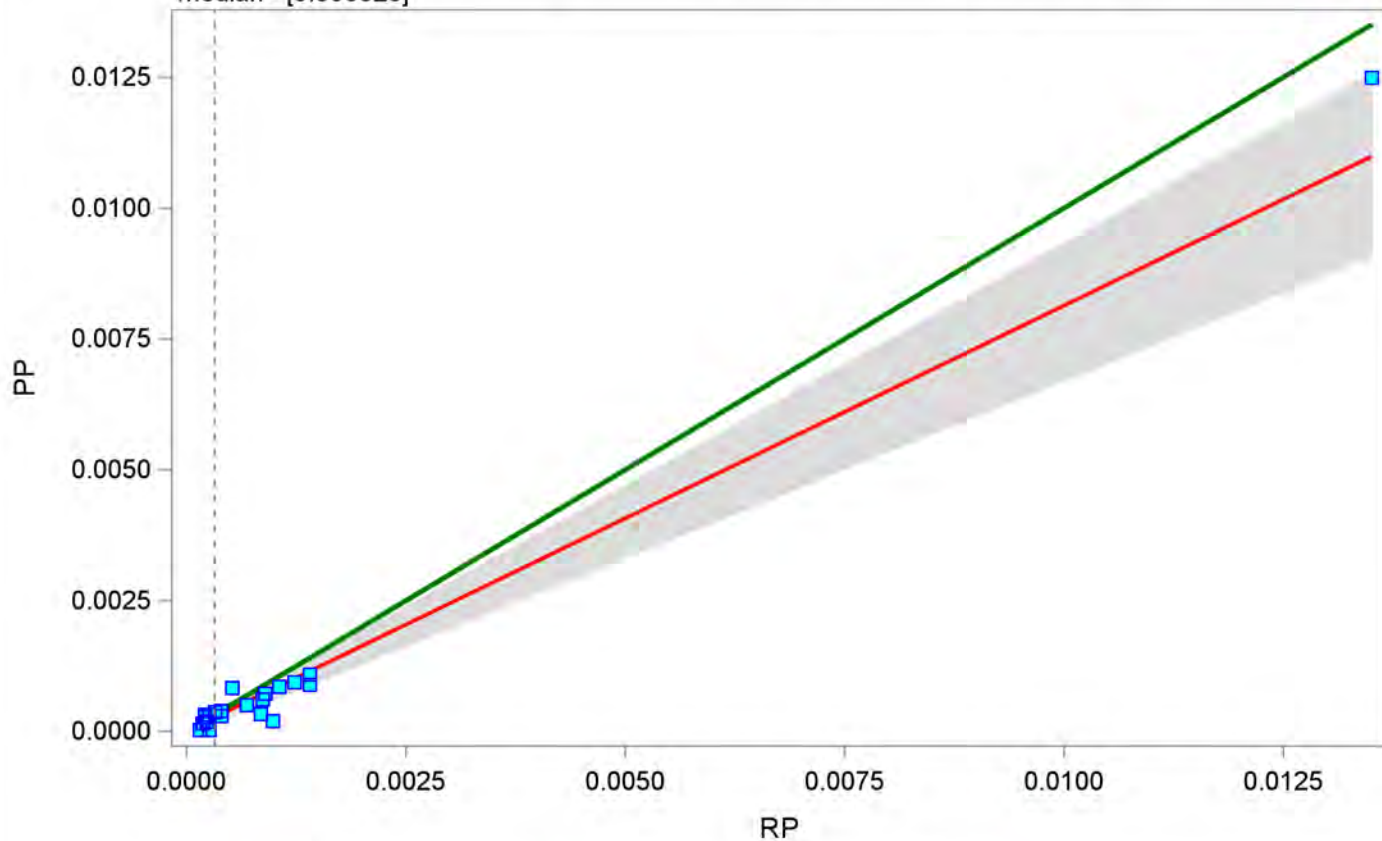
==== Miedz ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00000	-0.00000	0.00005	-0.00009	0.00007
Slope	200	0.81265	0.80282	0.11475	0.67647	0.92667

Bablok-Passing regression - Miedz (min=0.00015 , max=0.01249)

median= [0.000325]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla PP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.000025 , max= 0.01104)

==== Molibden ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00001	-0.00000	0.00004	-0.00007	0.00003
Slope	200	1.31565	1.19387	0.39536	0.94463	1.98077

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00025 , max= 0.01053)

==== Molibden ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00002	-0.00000	0.00004	-0.00009	0.00000
Slope	200	1.24143	1.14157	0.33108	0.97509	1.83333

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00025 , max= 0.01095)

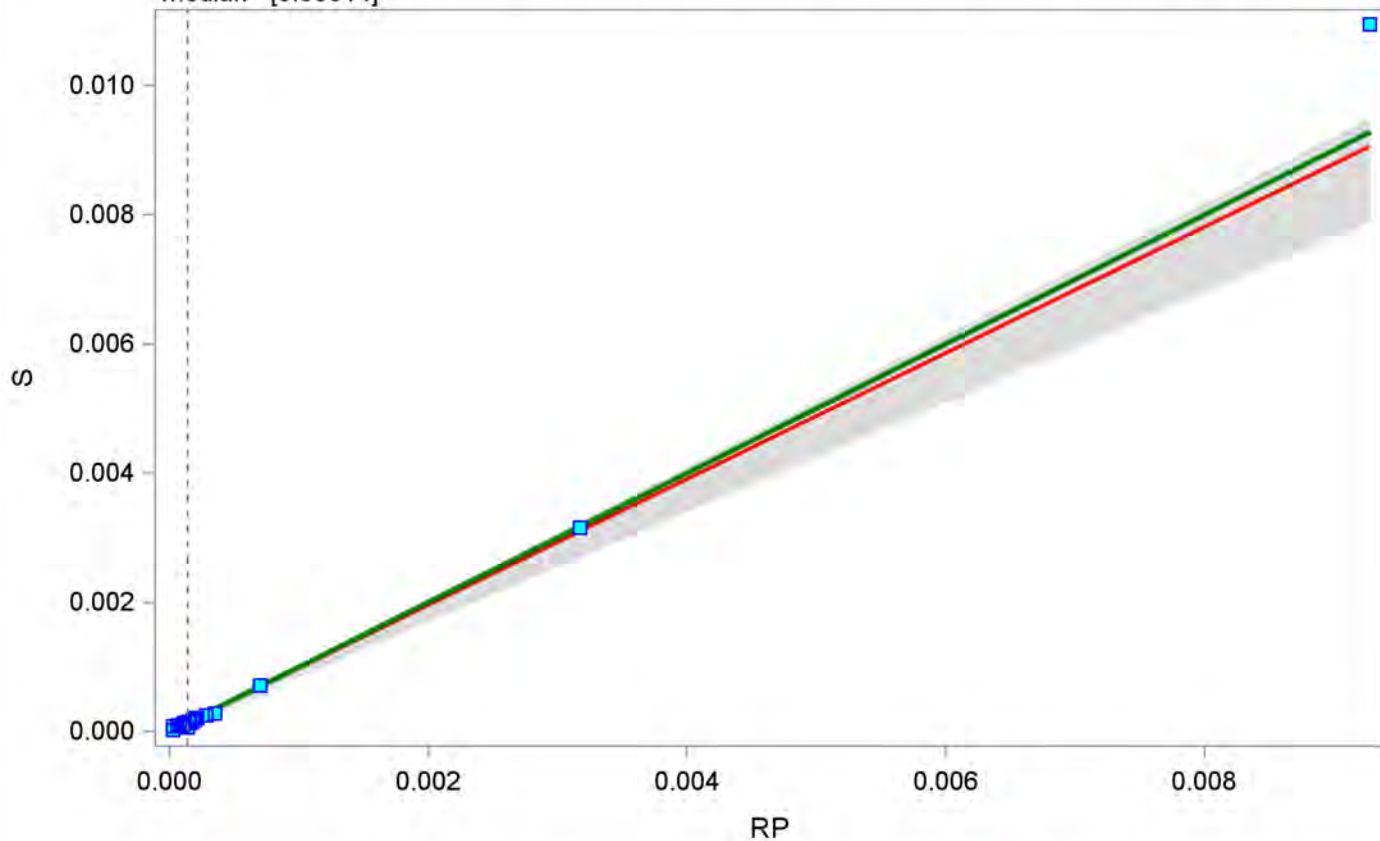
==== Molibden ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00000	0.00000	0.00001	-0.00001	0.00001
Slope	200	0.97558	1.00000	0.05702	0.84986	1.02041

Bablok-Passing regression - Molibden (min=0.000025 , max=0.01095)

median= [0.00014]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla S=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

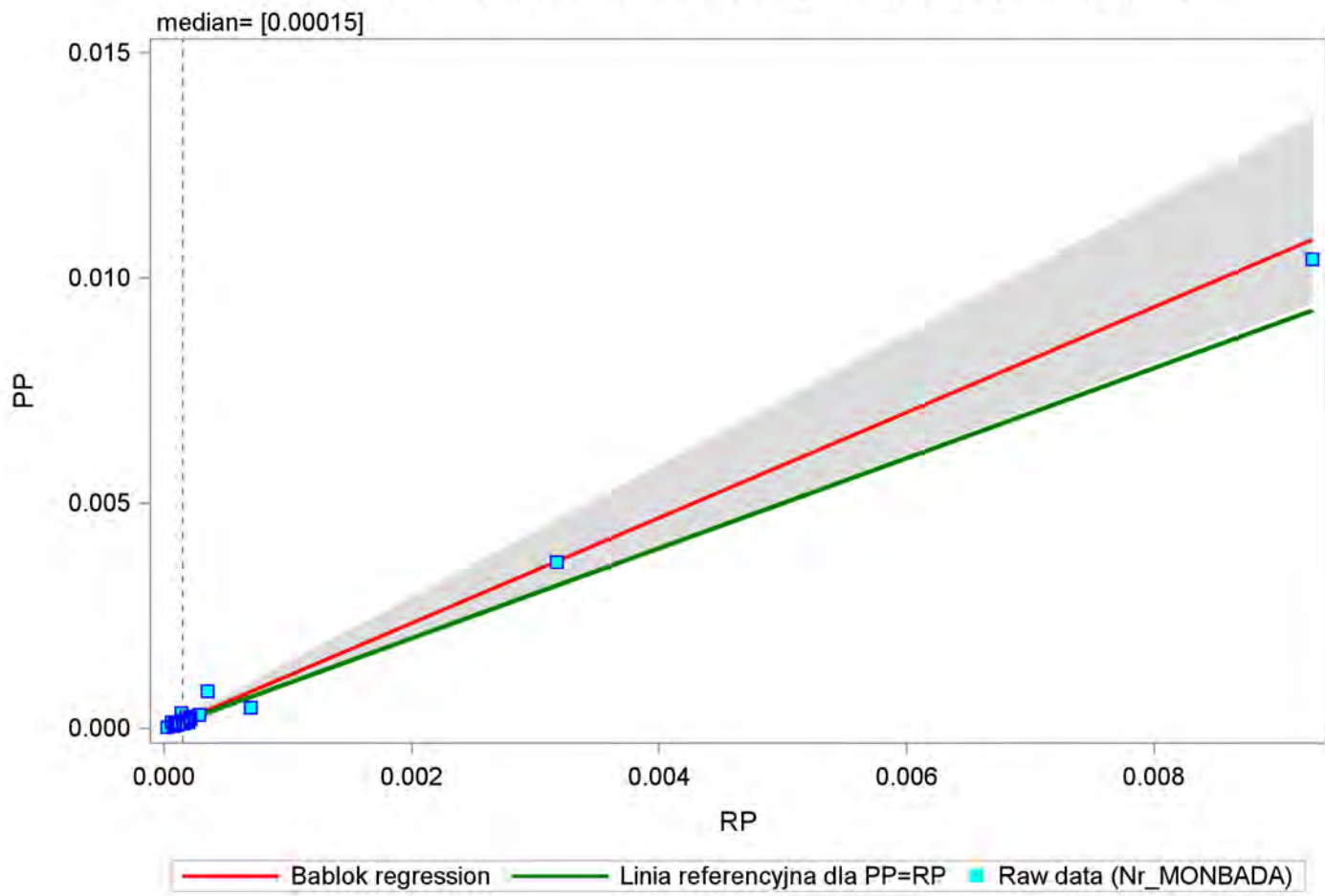
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00025 , max= 0.01042)

==== Molibden ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00001	-0.00000	0.00002	-0.00004	0.00000
Slope	200	1.16972	1.12689	0.17852	1.01887	1.46154

Bablok-Passing regression - Molibden (min=0.000025 , max=0.01042)



filtr:

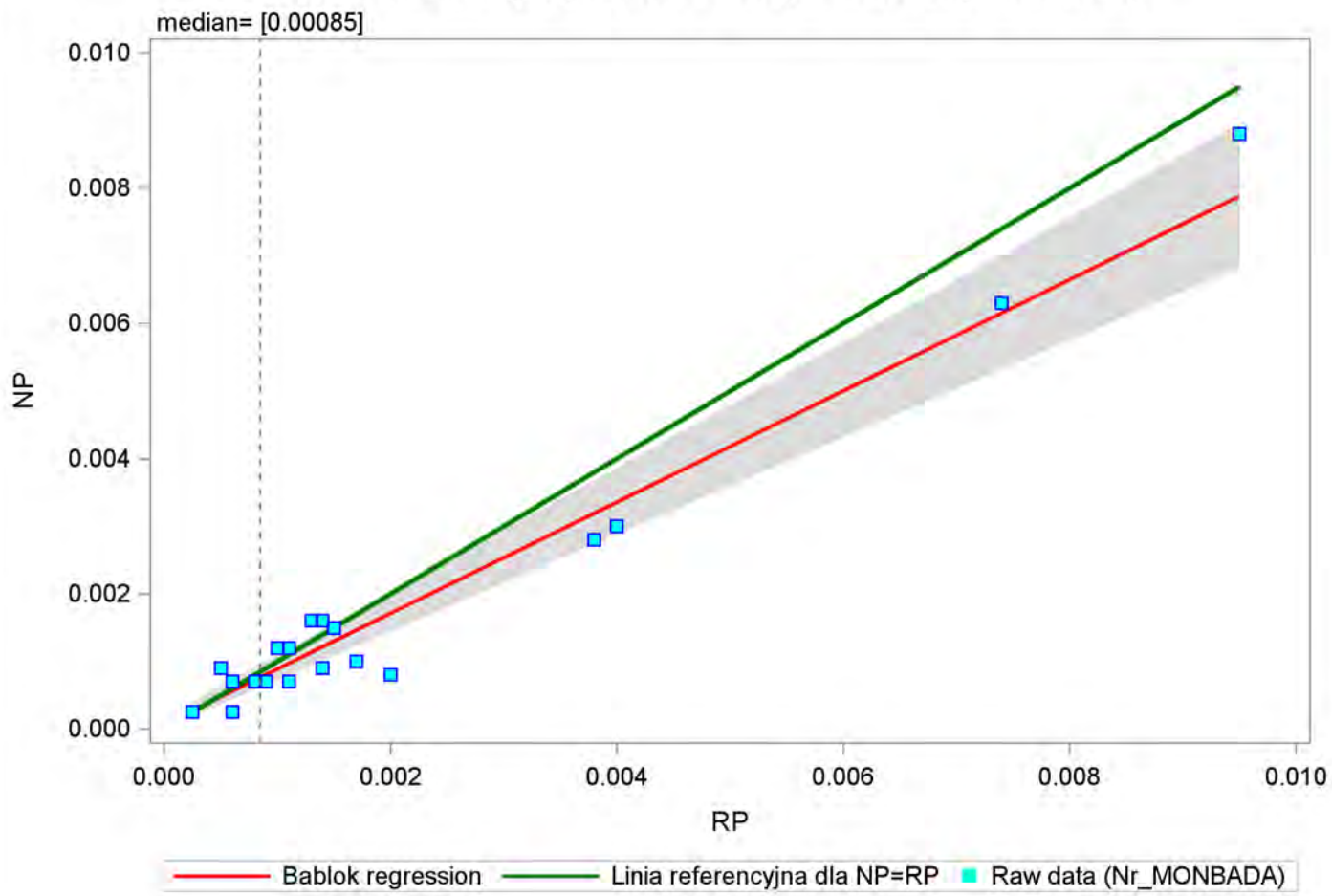
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00025 , max= 0.0088)

==== Nikiel ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00006	0.00005	0.00005	0.00000	0.00017
Slope	200	0.82258	0.81818	0.07728	0.71831	0.92432

Bablok-Passing regression - Nikiel (min=0.00025 , max=0.0088)



filtr:

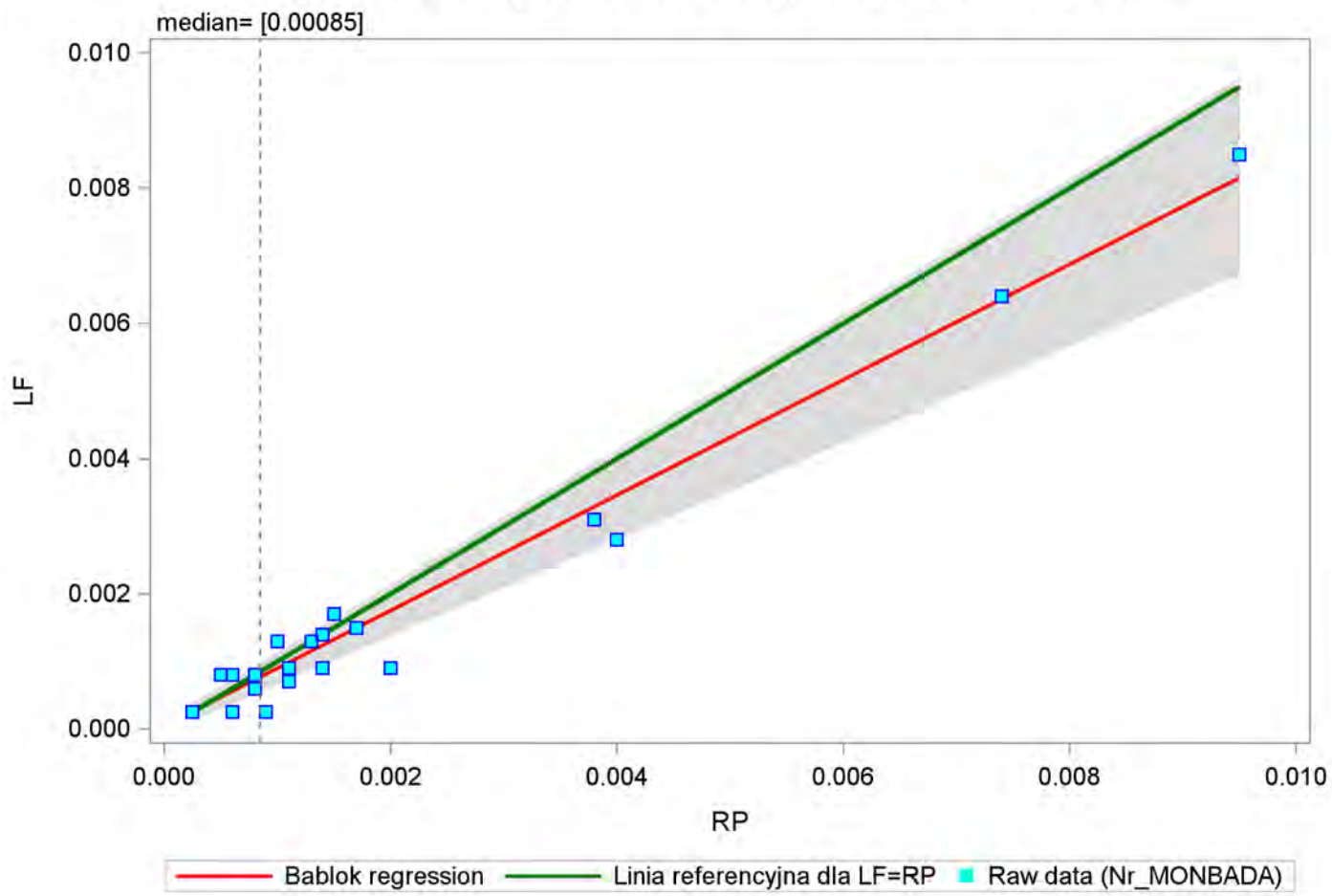
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00025 , max= 0.0085)

==== Nikiel ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00004	0.00003	0.00007	-0.00006	0.00013
Slope	200	0.85333	0.86014	0.07332	0.71390	1.00000

Bablok-Passing regression - Nikiel (min=0.00025 , max=0.0085)



filtr:

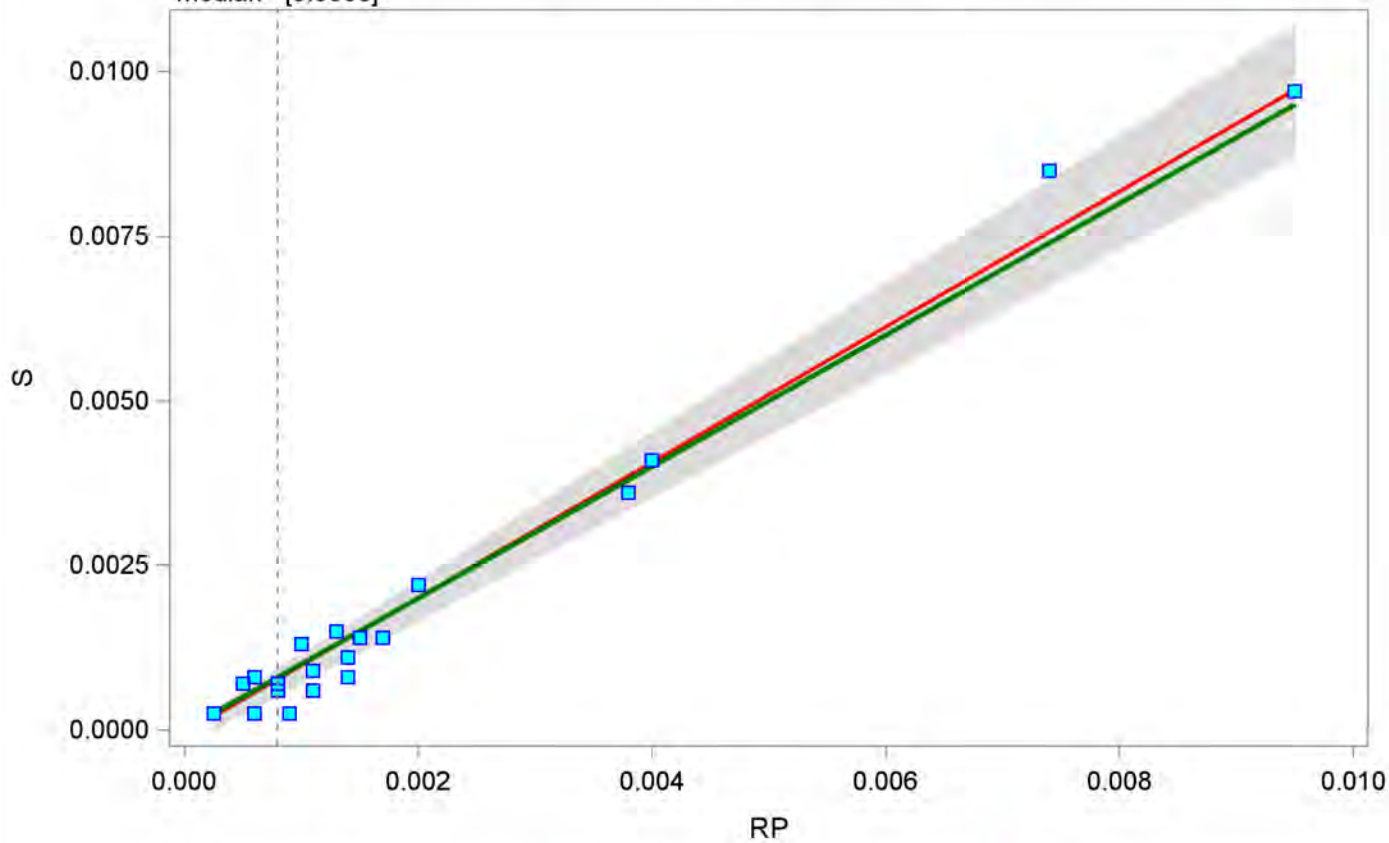
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00025 , max= 0.0097)
===== Nikiel =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00006	-0.00002	0.00010	-0.00026	0.00002
Slope	200	1.02933	1.02540	0.06068	0.94366	1.12636

Bablok-Passing regression - Nikiel (min=0.00025 , max=0.0097)

median= [0.0008]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla S=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

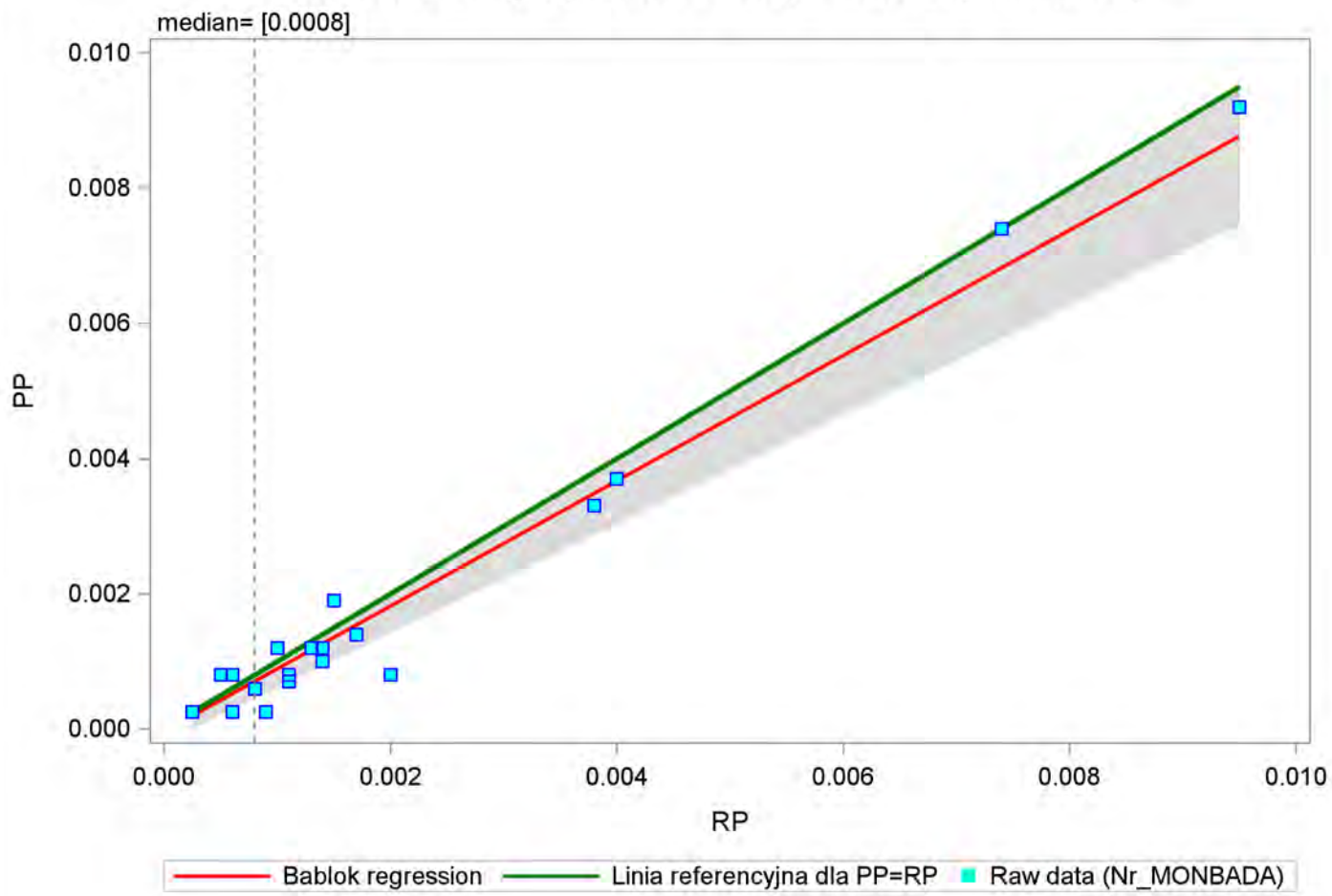
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00025 , max= 0.0092)

==== Nikiel ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00004	0.00001	0.00010	-0.00020	0.00005
Slope	200	0.92652	0.93750	0.06828	0.80647	1.00000

Bablok-Passing regression - Nikiel (min=0.00025 , max=0.0092)



filtr:

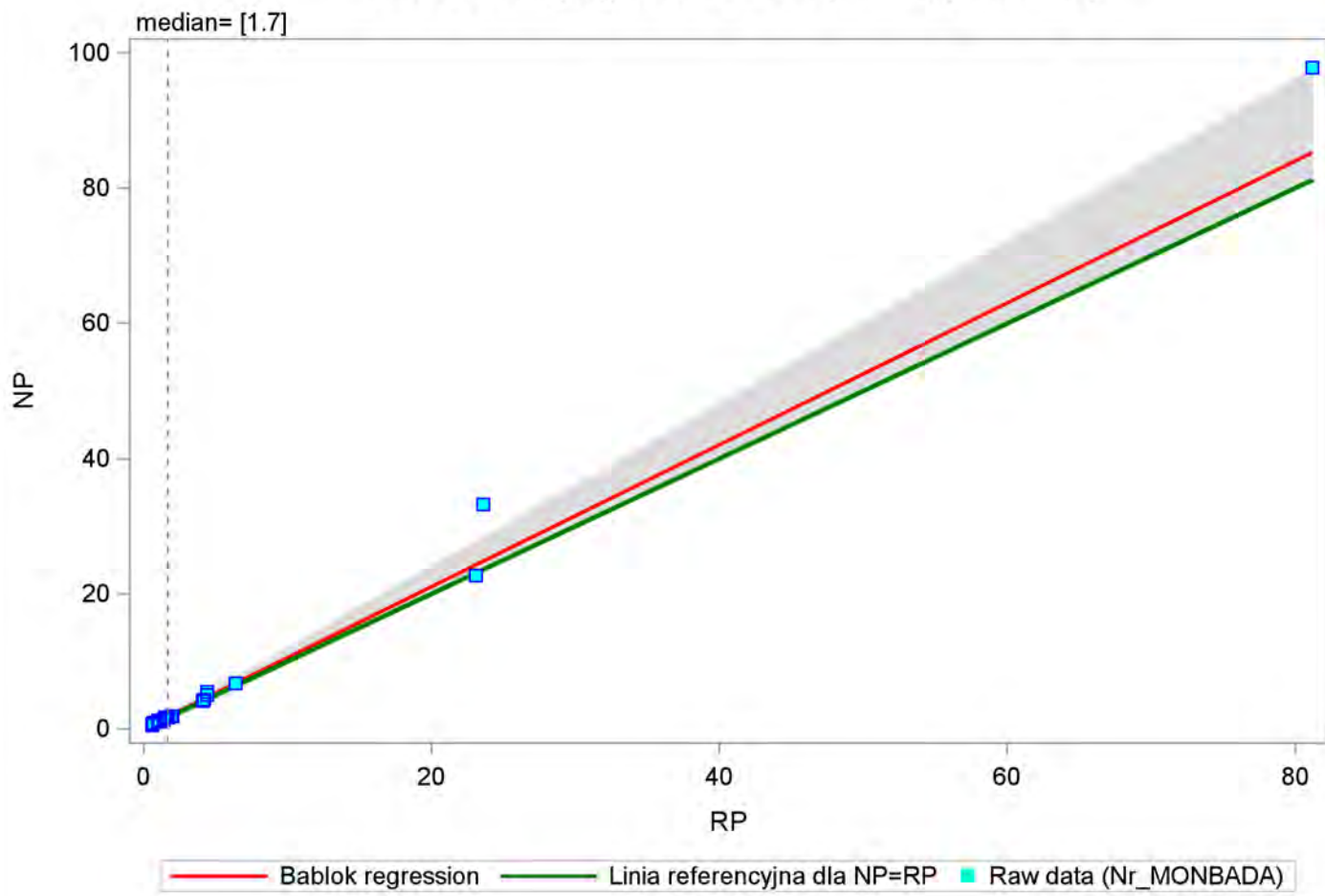
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.6 , max= 97.8)

==== Potas ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00640	0.00000	0.08528	-0.18000	0.10000
Slope	200	1.04928	1.03529	0.06157	1.00000	1.20218

Bablok-Passing regression - Potas (min=0.6 , max=97.8)



filtr:

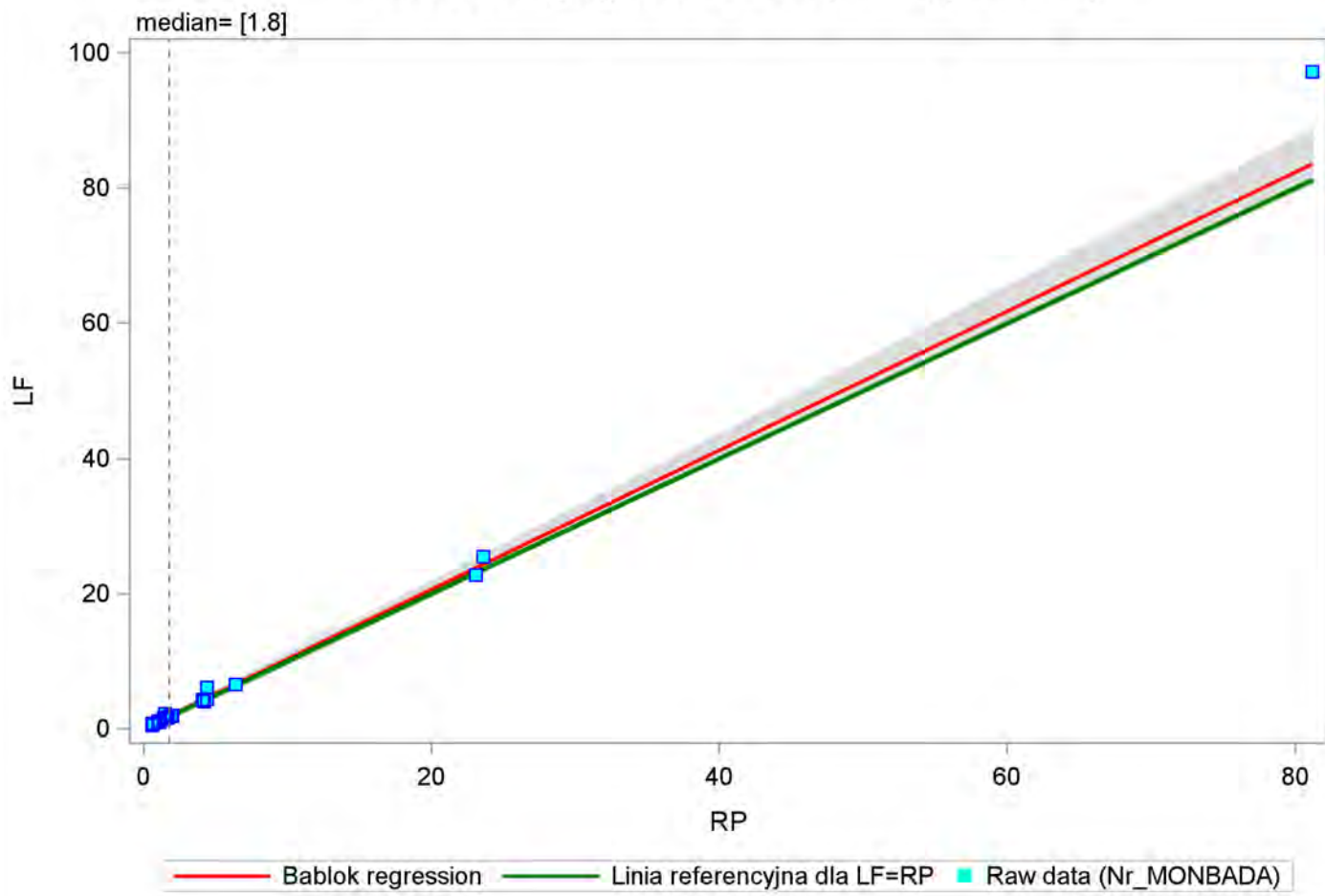
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.6 , max= 97.2)

==== Potas ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.03926	0.05830	0.06680	-0.08103	0.10000
Slope	200	1.02801	1.00000	0.04108	0.99091	1.09188

Bablok-Passing regression - Potas (min=0.6 , max=97.2)



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.6 , max= 87.4)

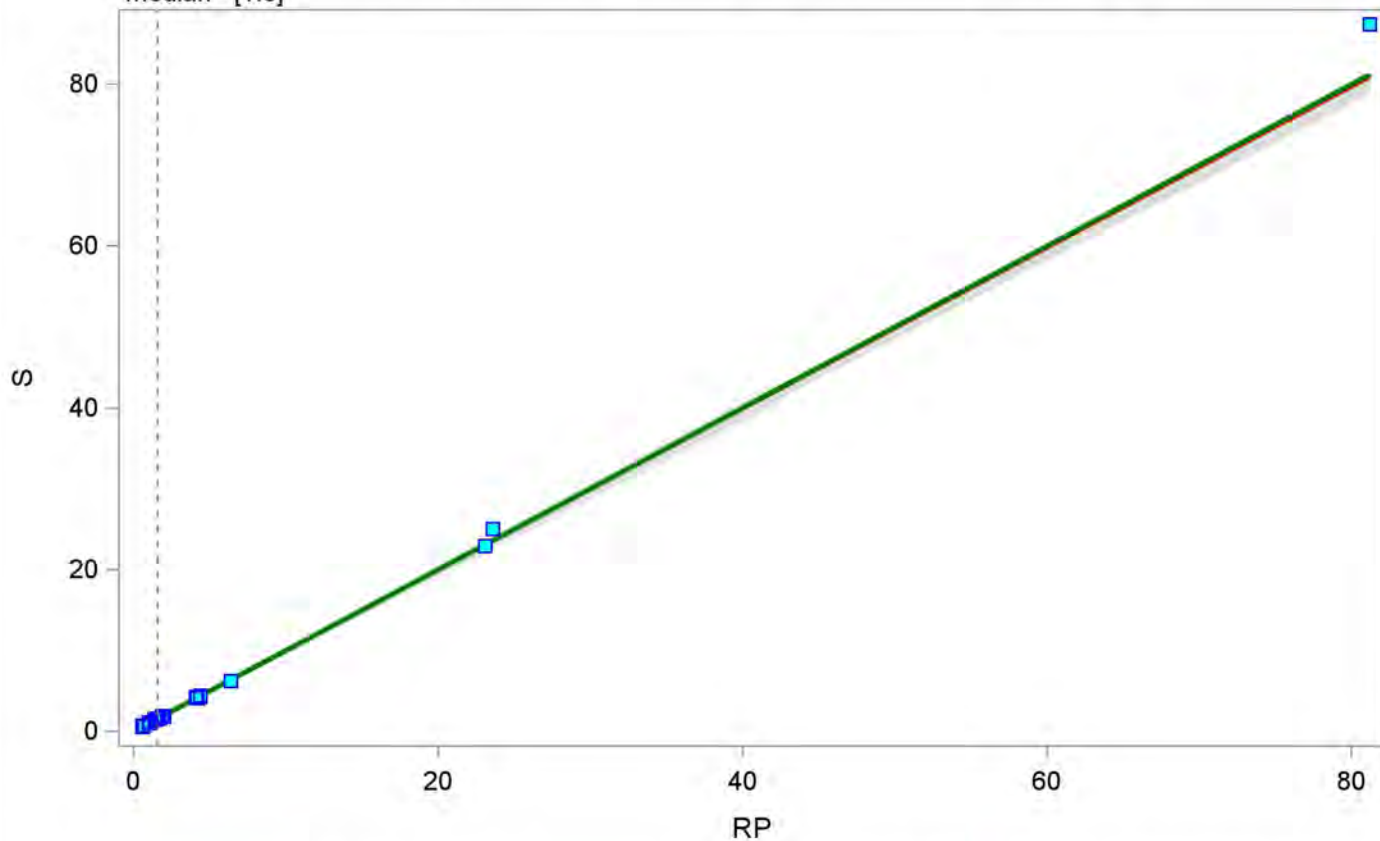
==== Potas ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00767	0.00000	0.01936	0.00000	0.04876
Slope	200	0.99511	1.00000	0.01126	0.96872	1.00000

Bablok-Passing regression - Potas (min=0.6 , max=87.4)

median= [1.6]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla S=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.6 , max= 90.9)

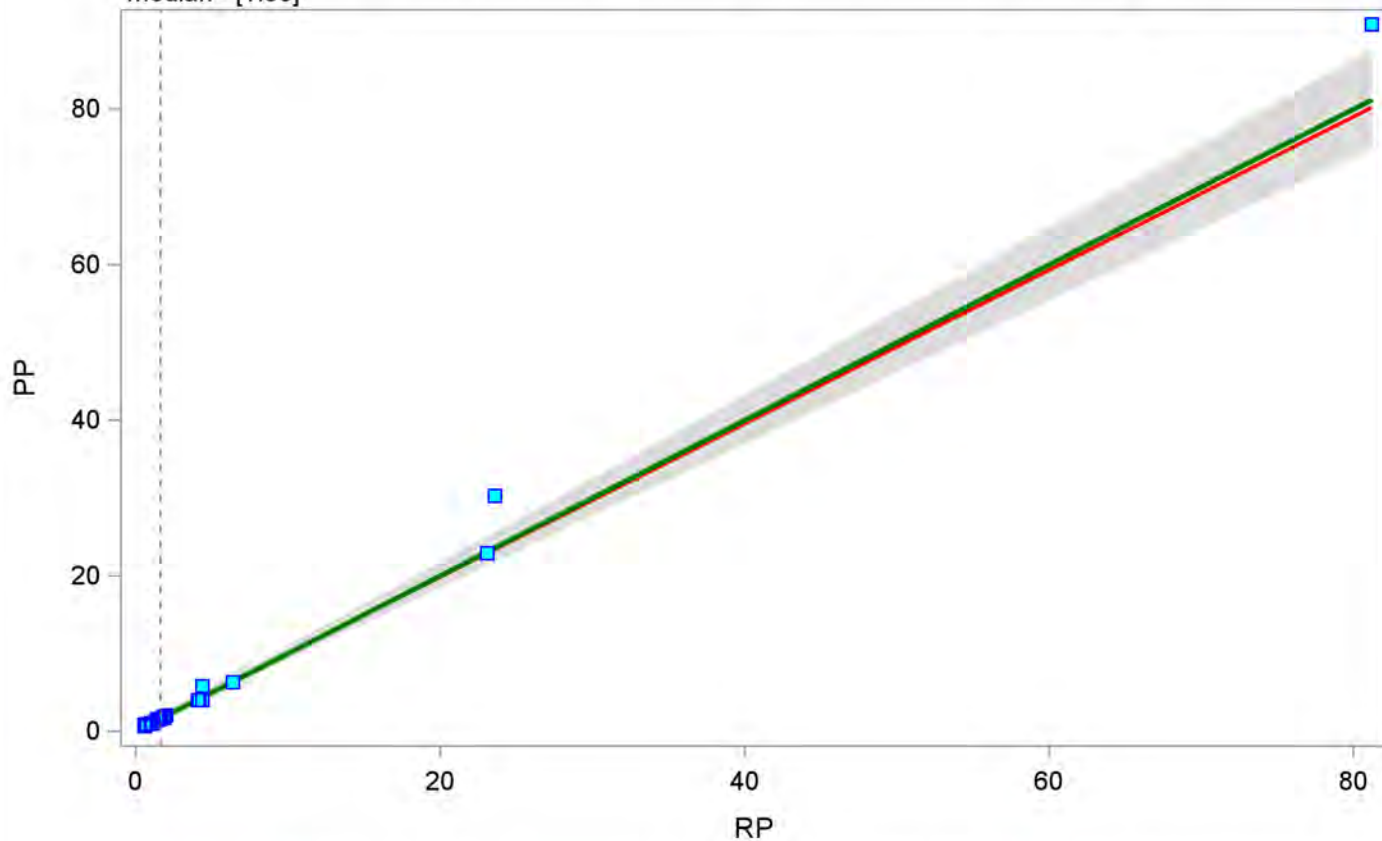
==== Potas ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.07010	0.10000	0.07669	-0.05469	0.20358
Slope	200	0.98631	0.98661	0.04219	0.92308	1.07604

Bablok-Passing regression - Potas (min=0.6 , max=90.9)

median= [1.65]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla PP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 2.98 , max= 145)

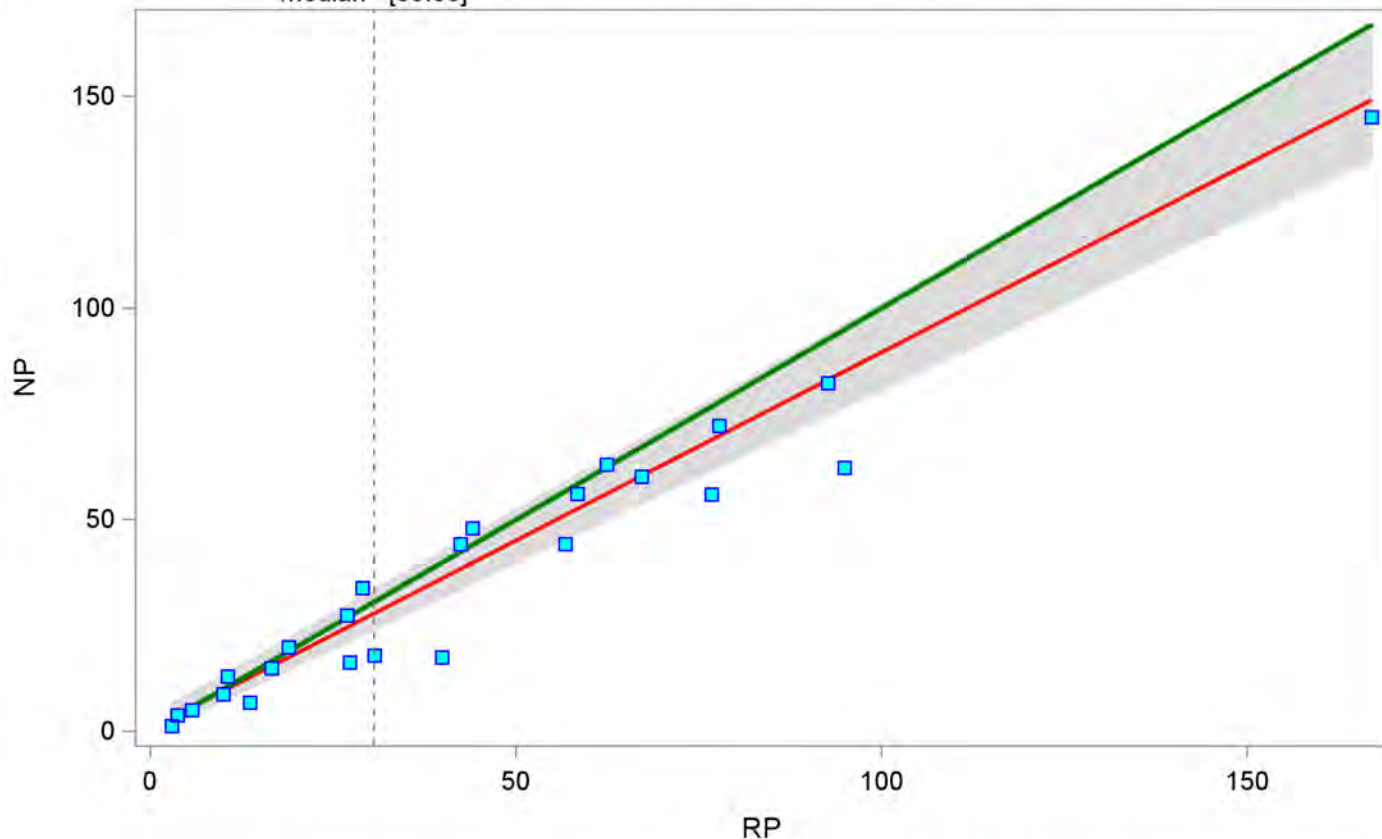
==== Siarczany ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.54848	0.30774	1.34829	-1.32052	3.79006
Slope	200	0.88909	0.88670	0.04775	0.81479	0.97556

Bablok-Passing regression - Siarczany (min=2.98 , max=145)

median= [30.65]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 2.98 , max= 143)

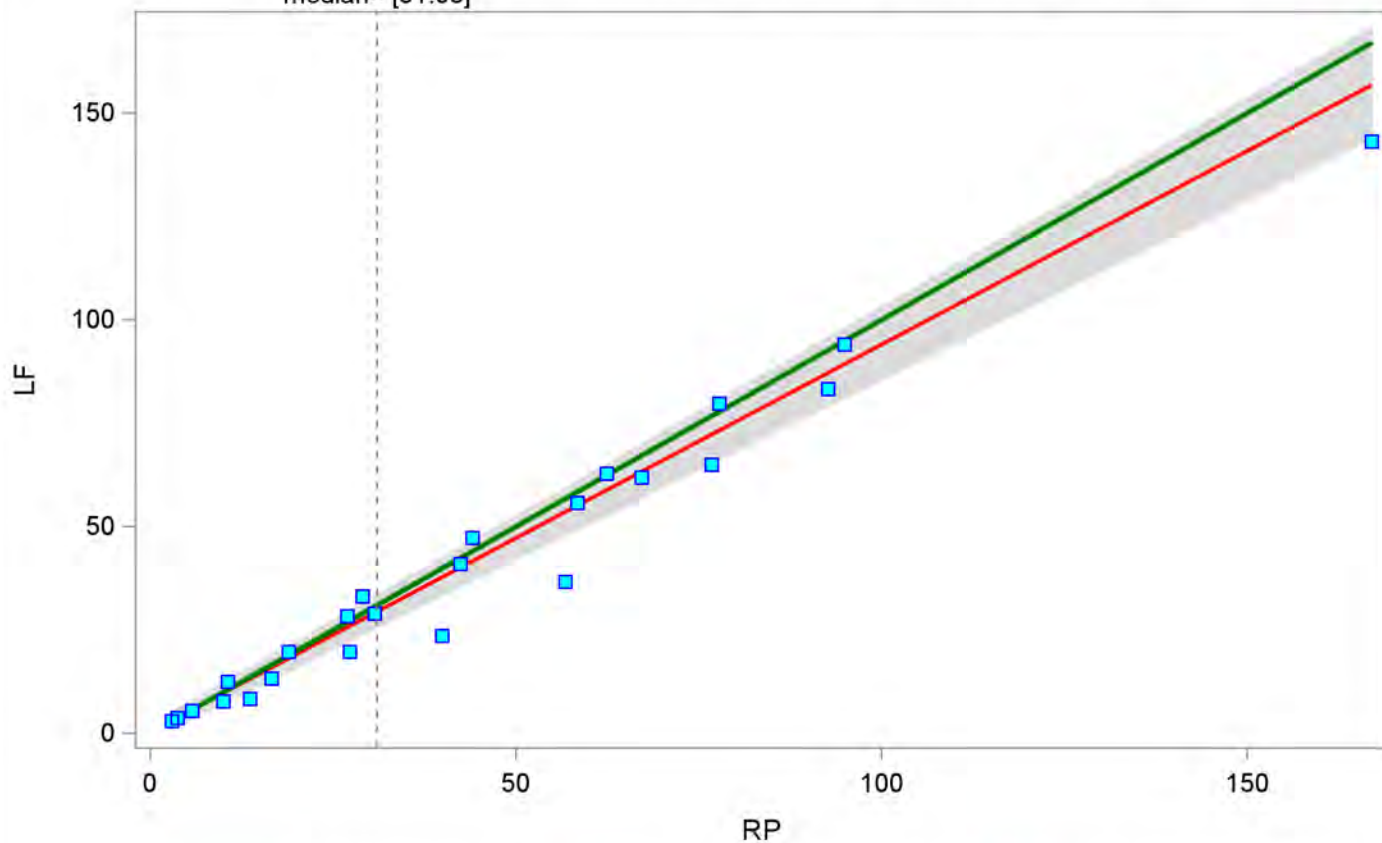
==== Siarczany ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.31015	0.18849	1.06230	-1.82898	2.26822
Slope	200	0.93600	0.93377	0.04068	0.86926	1.00984

Bablok-Passing regression - Siarczany (min=2.98 , max=143)

median= [31.05]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

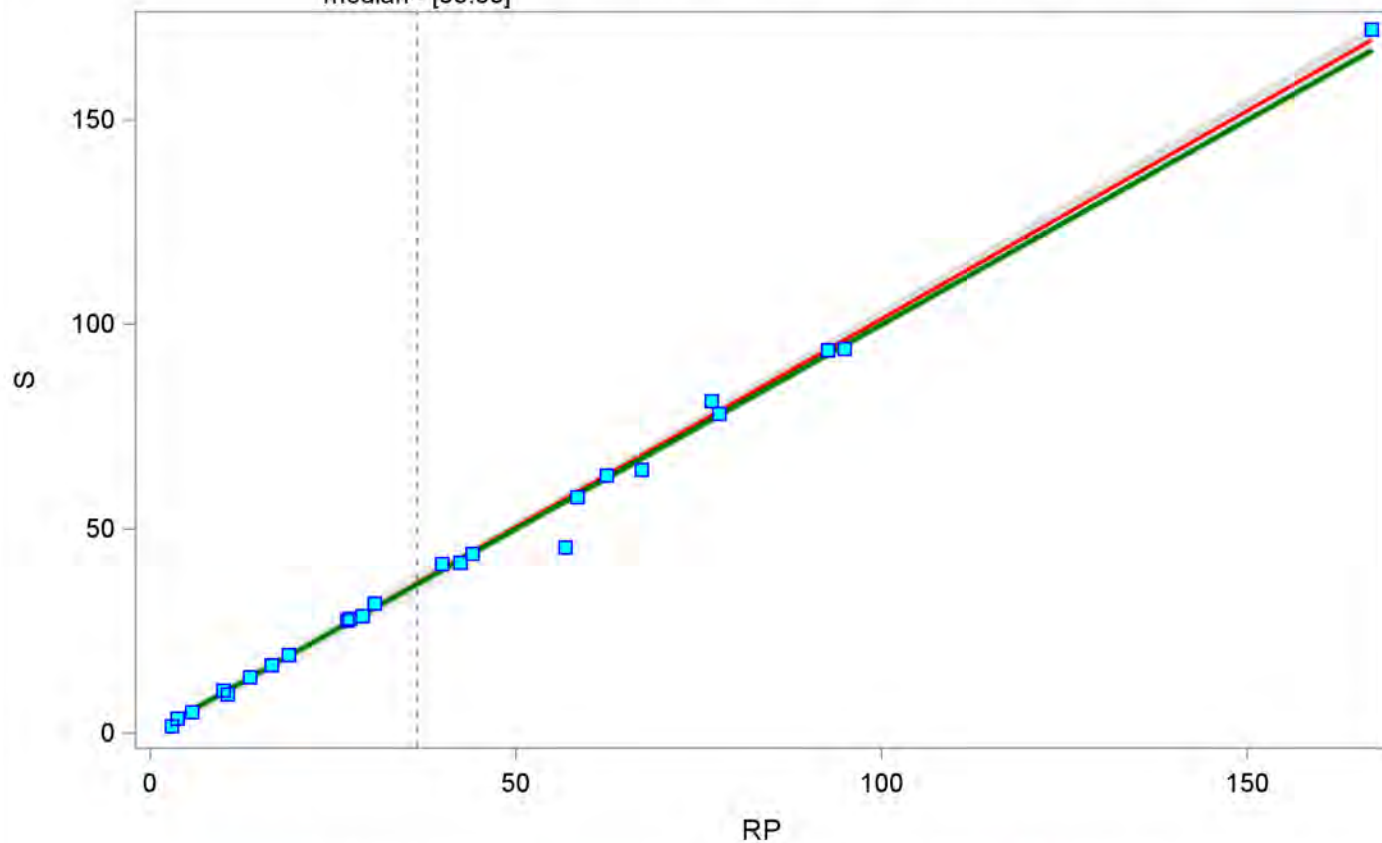
Bablok-Passing regression - RP (min= 2.98 , max= 172)
===== Siarczany =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.42275	-0.35507	0.36831	-1.12532	0.04800
Slope	200	1.01688	1.01381	0.01177	0.99793	1.03472

Bablok-Passing regression - Siarczany (min=2.98 , max=172)

median= [36.55]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla S=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 2.98 , max= 169)

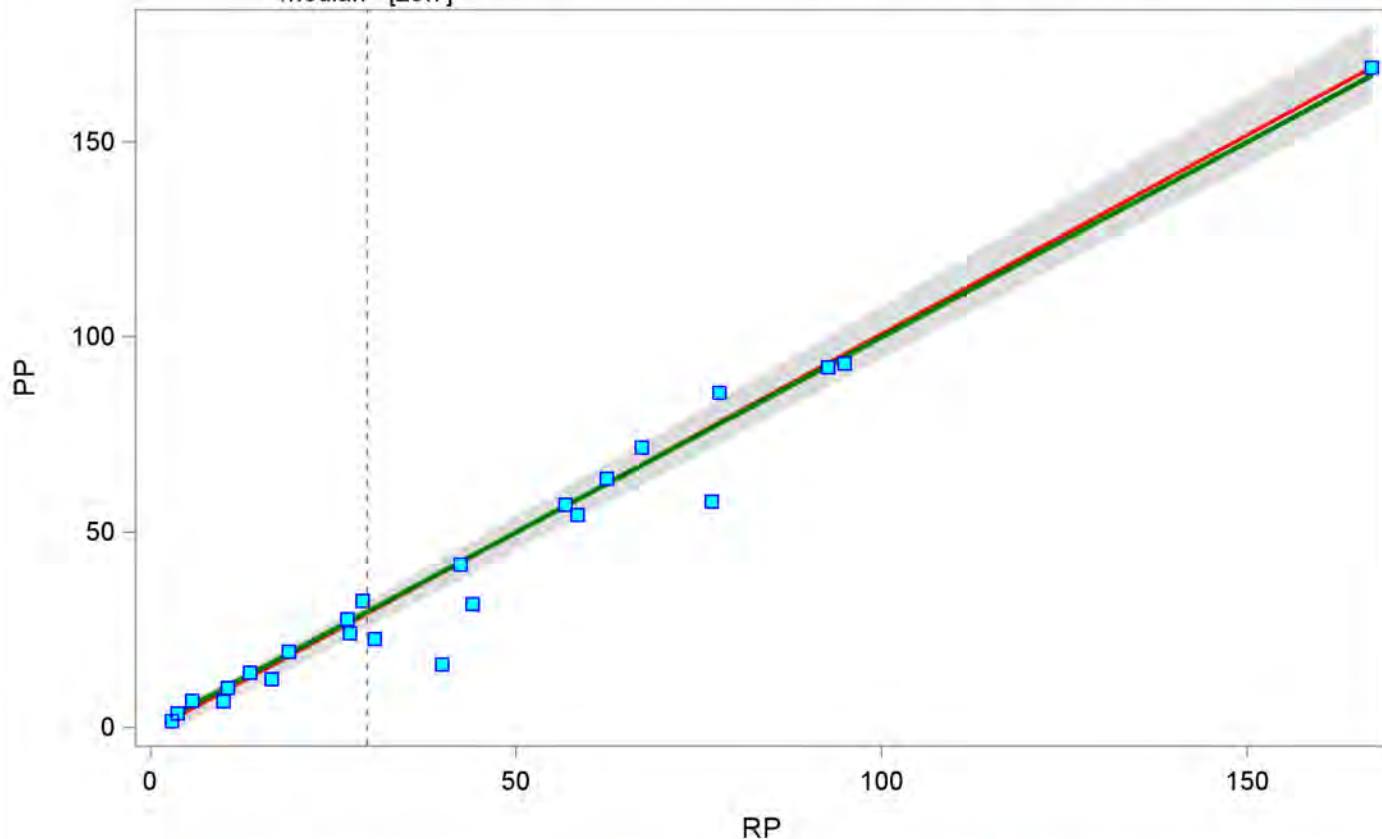
==== Siarczany ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-1.17408	-0.87036	1.20969	-3.91553	0.25874
Slope	200	1.01869	1.01667	0.03230	0.98194	1.07683

Bablok-Passing regression - Siarczany (min=2.98 , max=169)

median= [29.7]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla PP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.093 , max= 0.432)

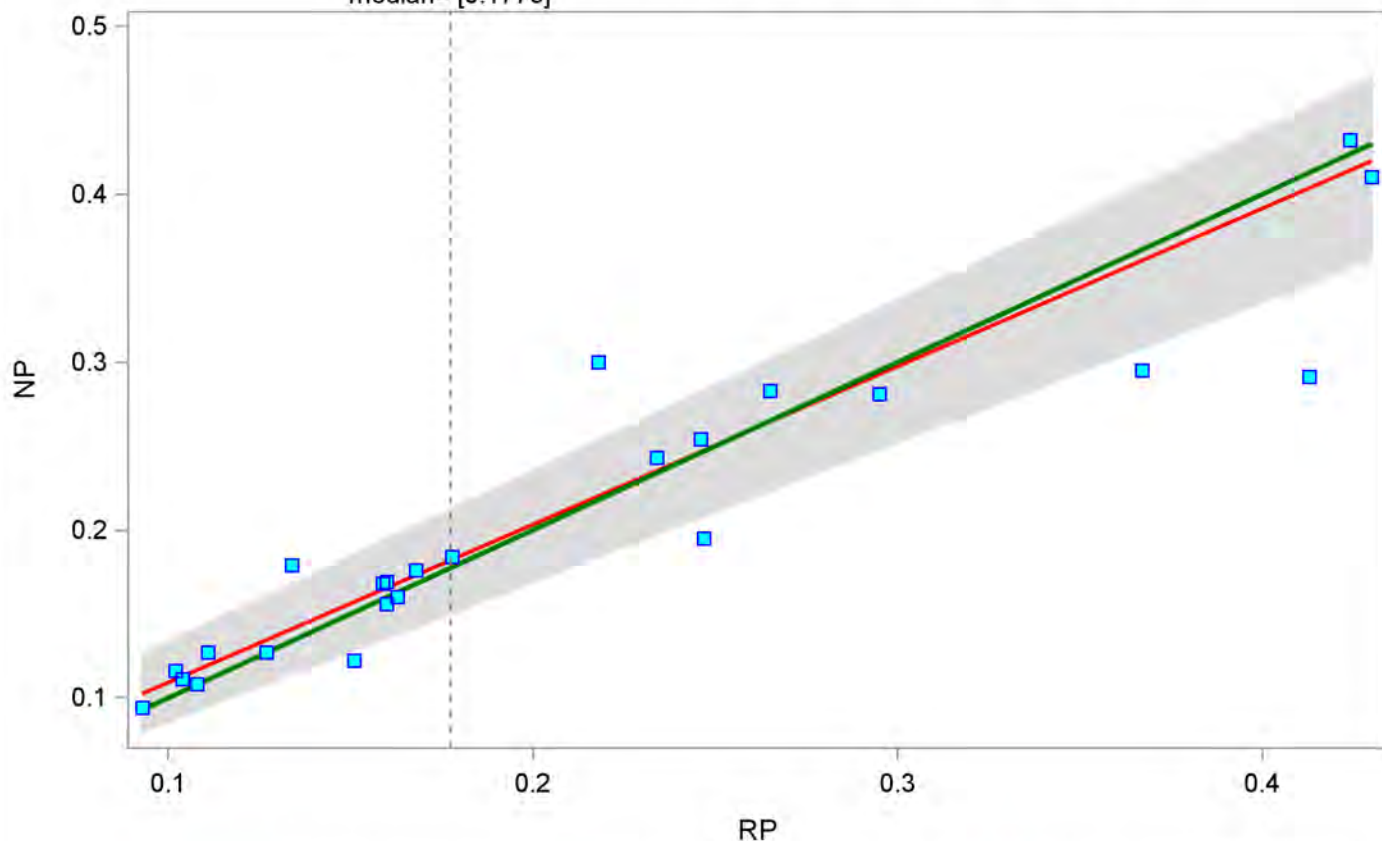
==== Stront ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.01473	0.01229	0.01071	0.00136	0.03220
Slope	200	0.94150	0.94180	0.06841	0.83333	1.01839

Bablok-Passing regression - Stront (min=0.093 , max=0.432)

median= [0.1775]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.093 , max= 0.429)

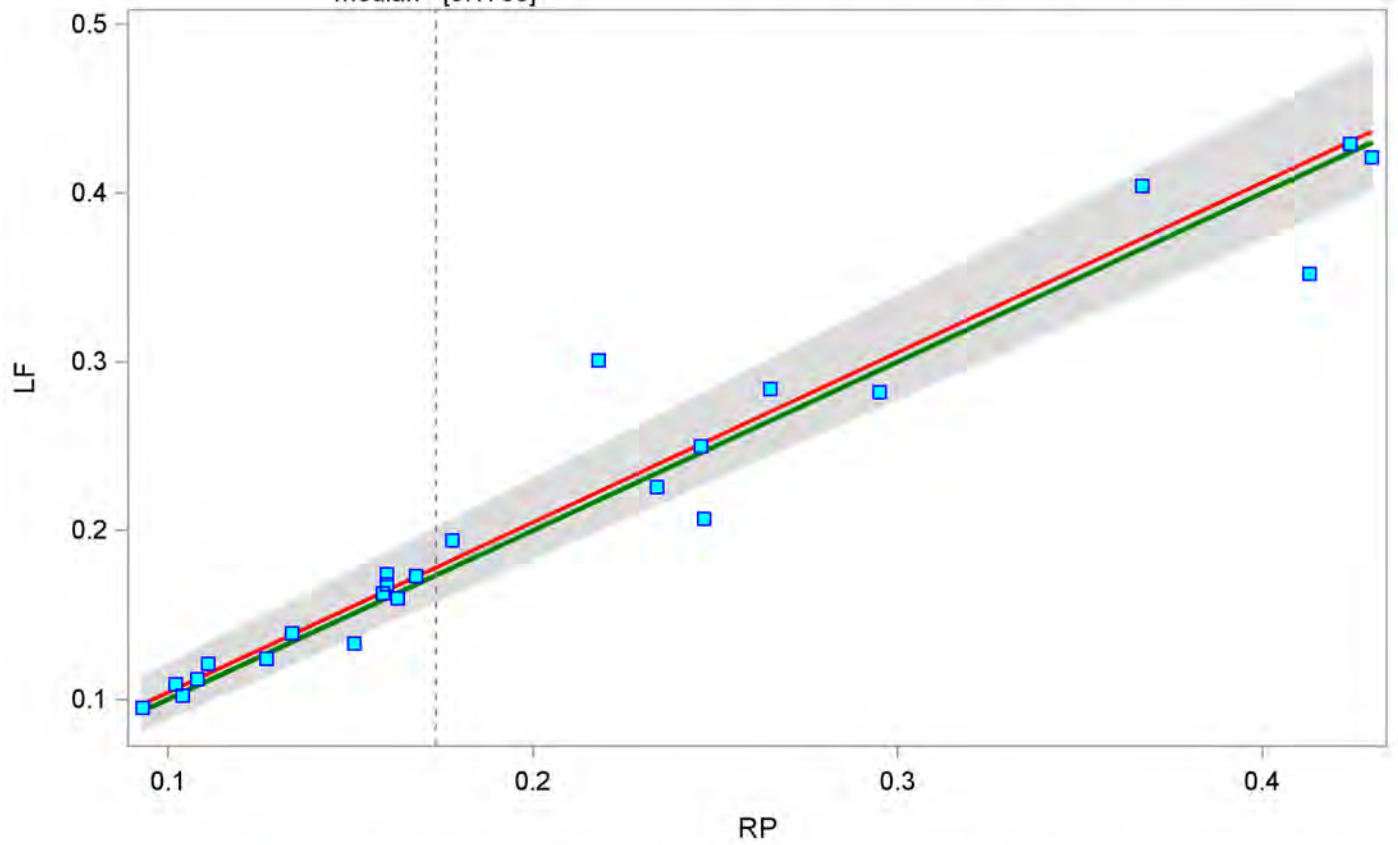
==== Stront ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00308	0.00400	0.00606	-0.00716	0.01239
Slope	200	1.00727	1.00000	0.04550	0.94717	1.09255

Bablok-Passing regression - Stront (min=0.093 , max=0.429)

median= [0.1735]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.093 , max= 0.449)

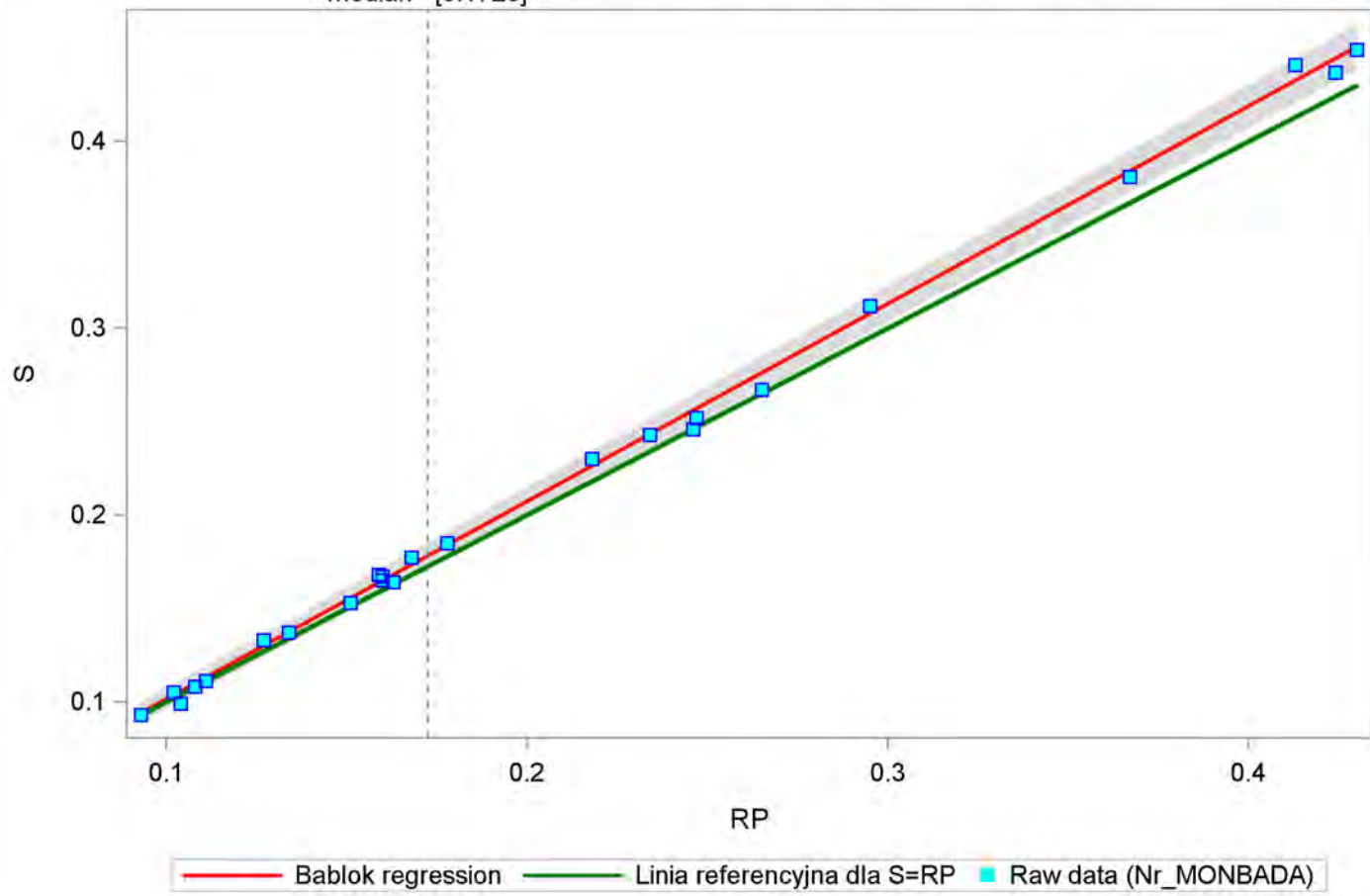
==== Stront ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00453	-0.00463	0.00230	-0.00785	-0.00056
Slope	200	1.05816	1.05882	0.01338	1.03624	1.07758

Bablok-Passing regression - Stront (min=0.093 , max=0.449)

median= [0.1725]



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.093 , max= 0.443)

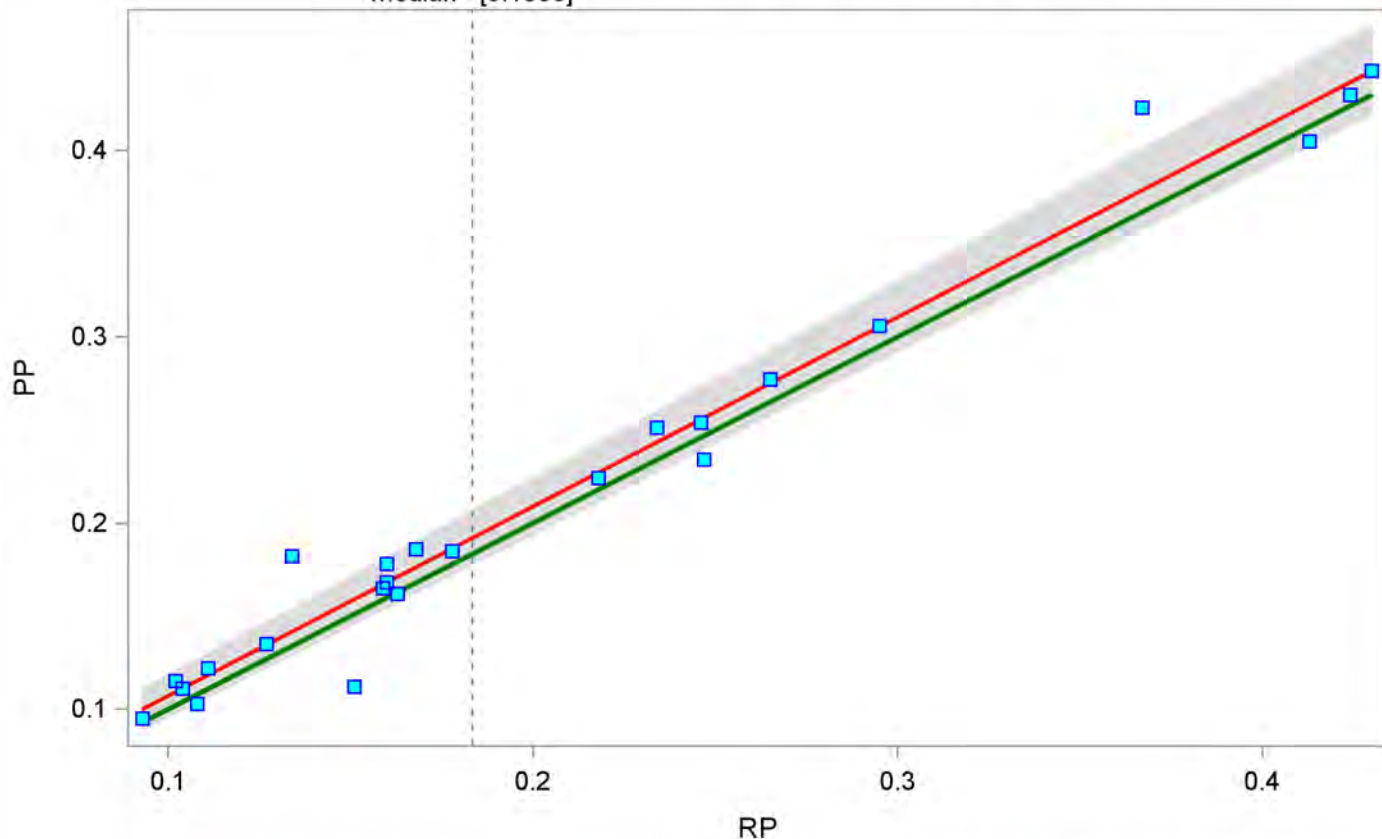
==== Stront ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00517	0.00509	0.00502	-0.00308	0.01300
Slope	200	1.01705	1.01840	0.02478	0.98019	1.05781

Bablok-Passing regression - Stront (min=0.093 , max=0.443)

median= [0.1835]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla PP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 2.5 , max= 54.3)

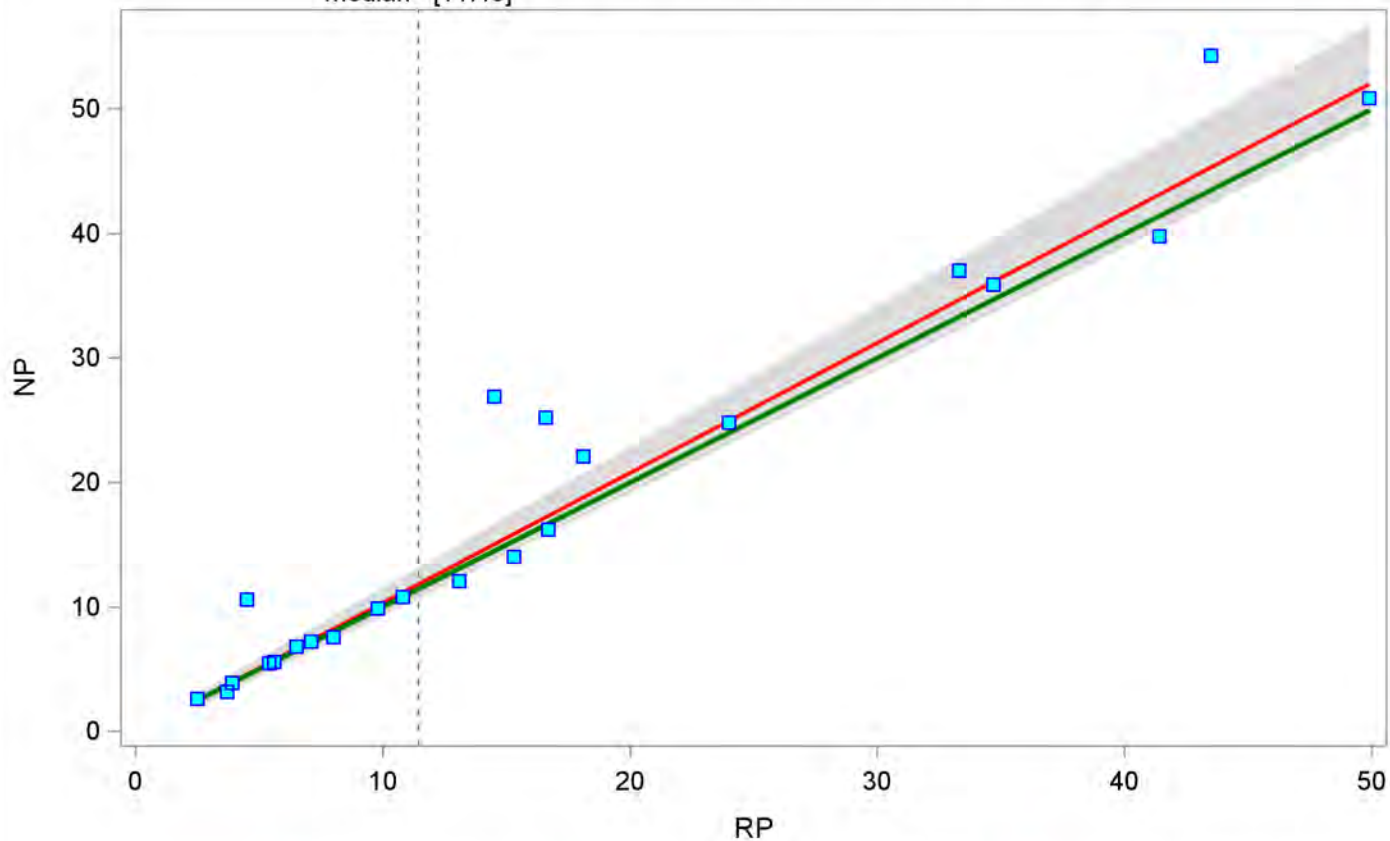
==== Sod ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.15980	-0.14748	0.31297	-0.67734	0.16207
Slope	200	1.04478	1.03742	0.04524	0.98851	1.13531

Bablok-Passing regression - Sod (min=2.5 , max=54.3)

median= [11.45]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 2.5 , max= 50.4)

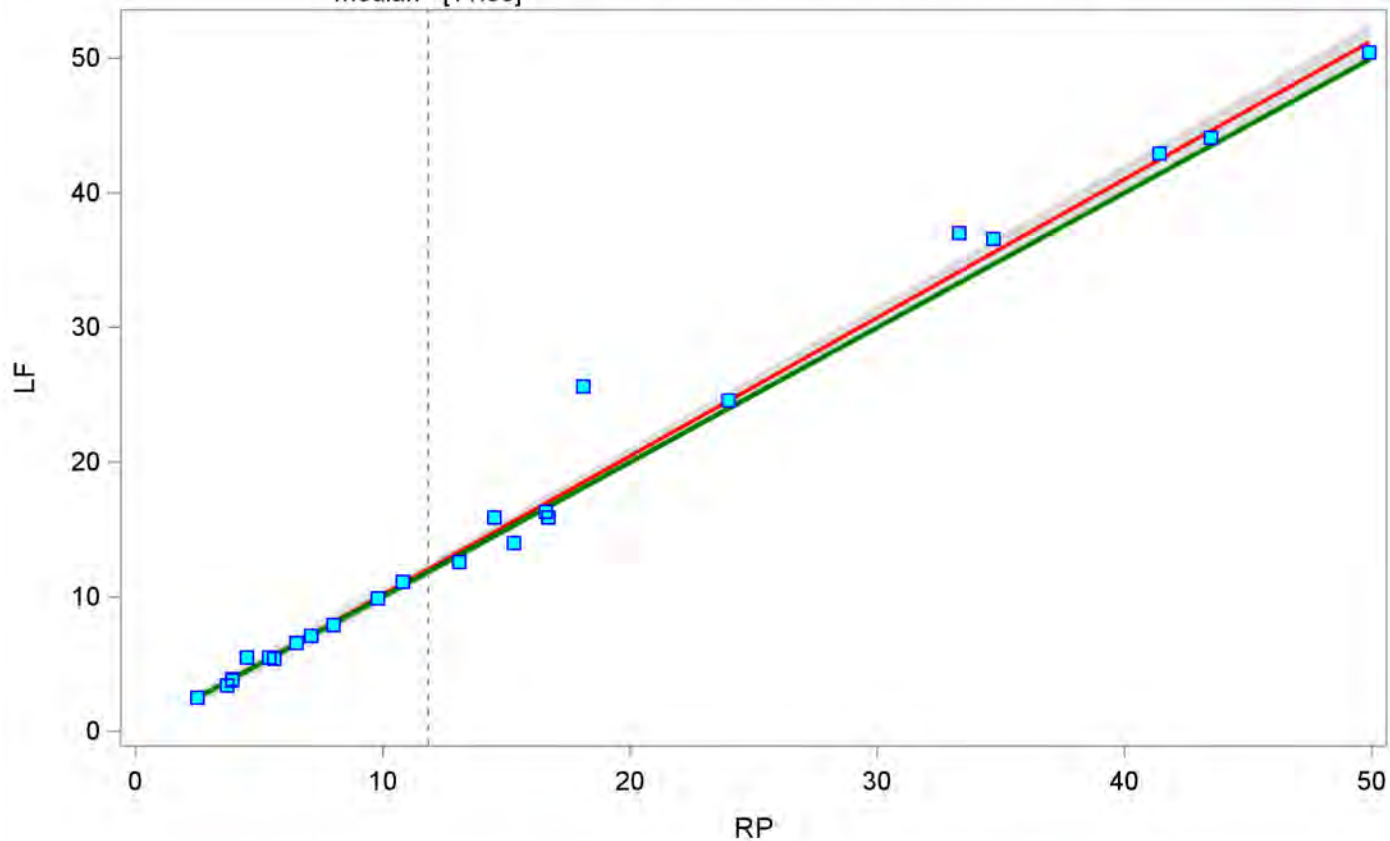
==== Sod ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.14280	-0.12584	0.11937	-0.35581	0.02018
Slope	200	1.02799	1.02980	0.01534	1.00801	1.05183

Bablok-Passing regression - Sod (min=2.5 , max=50.4)

median= [11.85]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 2.5 , max= 49.8)

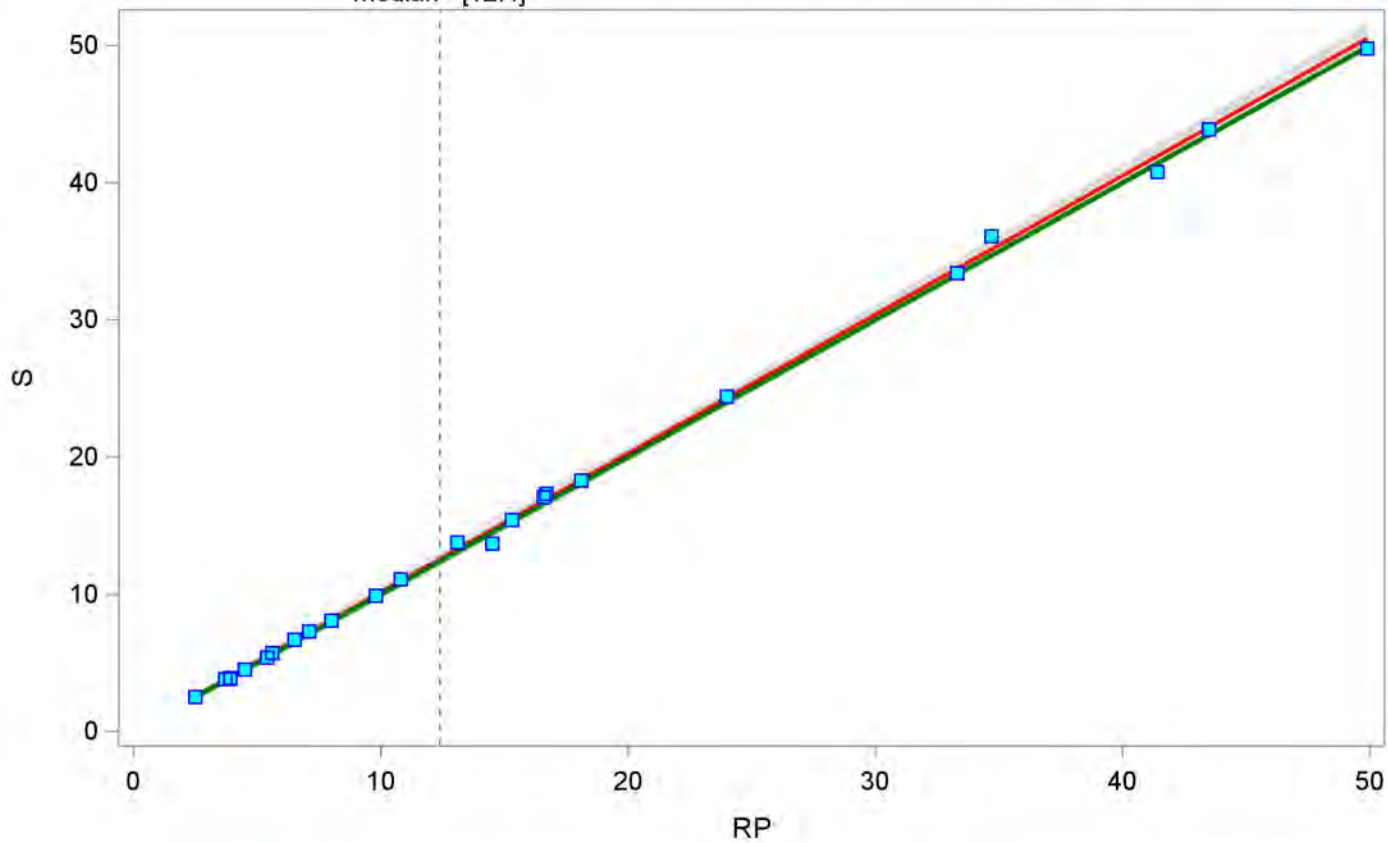
==== Sod ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00799	0.00592	0.07194	-0.09964	0.10136
Slope	200	1.01171	1.00979	0.00966	1.00000	1.03096

Bablok-Passing regression - Sod (min=2.5 , max=49.8)

median= [12.4]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla S=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 2.5 , max= 55.2)

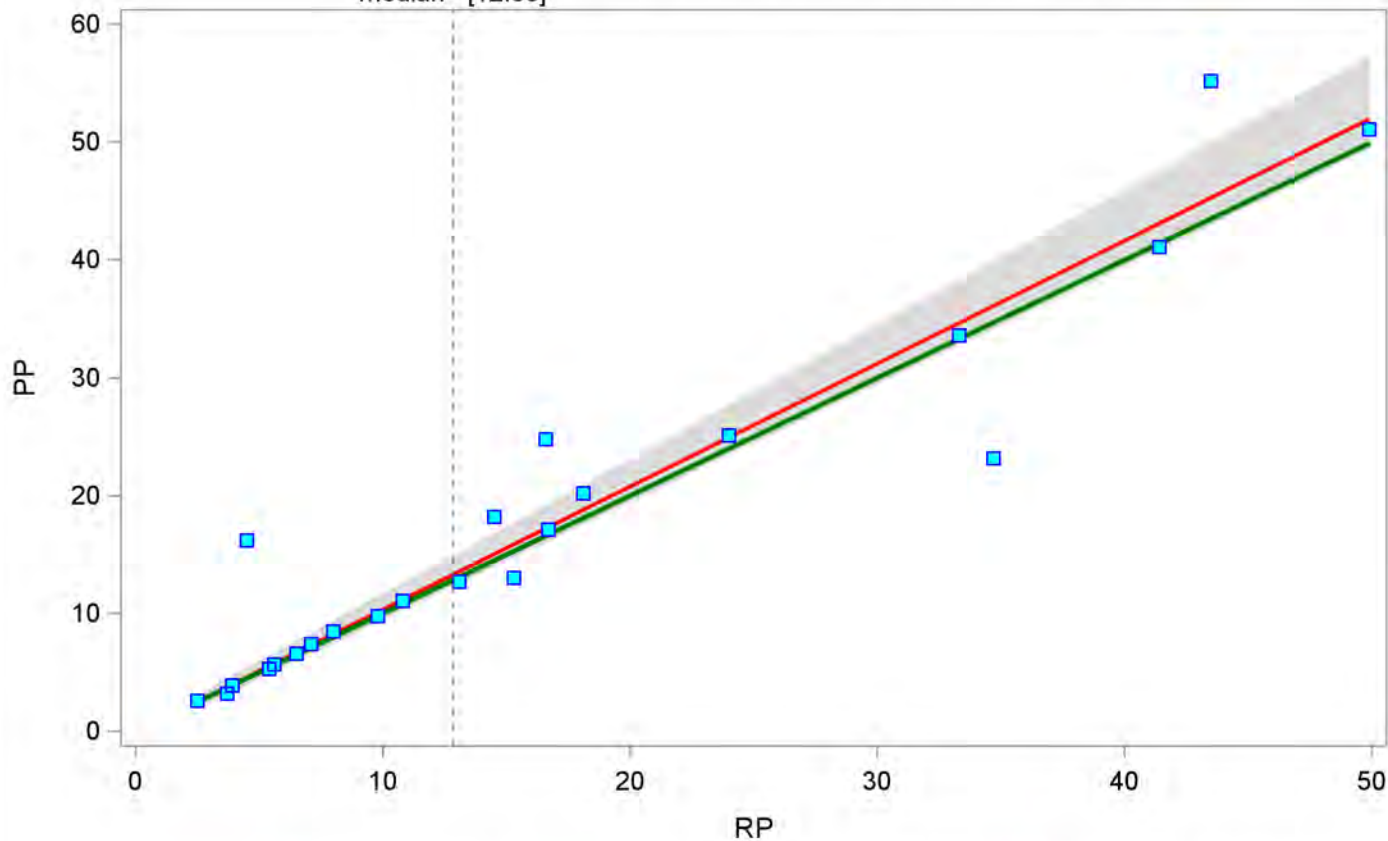
==== Sod ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.12335	-0.10102	0.29487	-0.66590	0.22419
Slope	200	1.04307	1.02949	0.04270	1.00177	1.14338

Bablok-Passing regression - Sod (min=2.5 , max=55.2)

median= [12.85]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla PP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

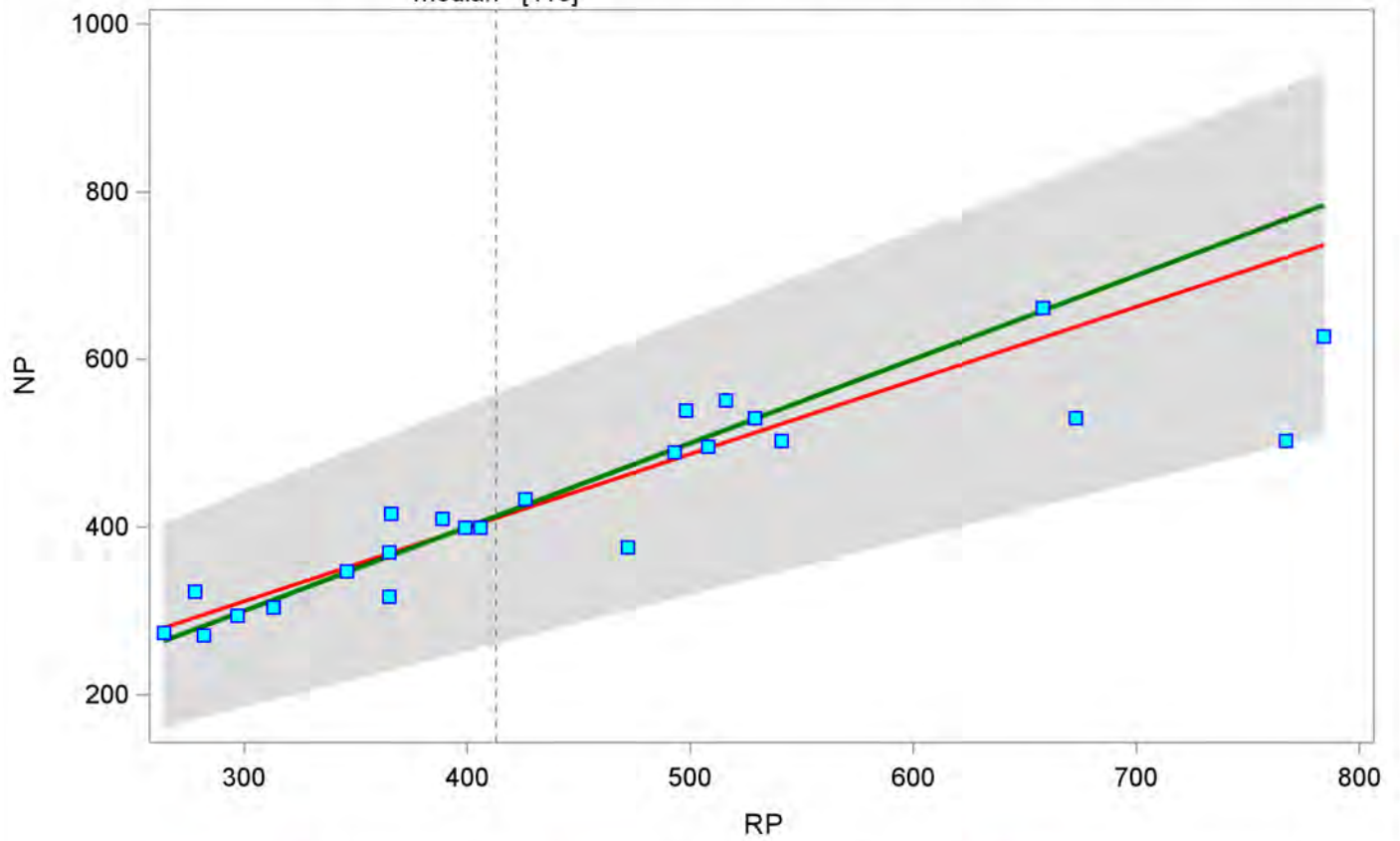
Bablok-Passing regression - RP (min= 264 , max= 661)
===== Subst_rozp =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	47.36550	38.31260	46.67568	-16.85354	131.57383
Slope	200	0.87842	0.89575	0.12032	0.67063	1.03478

Bablok-Passing regression - Subst_rozp (min=264 , max=661)

median= [413]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 264 , max= 744)

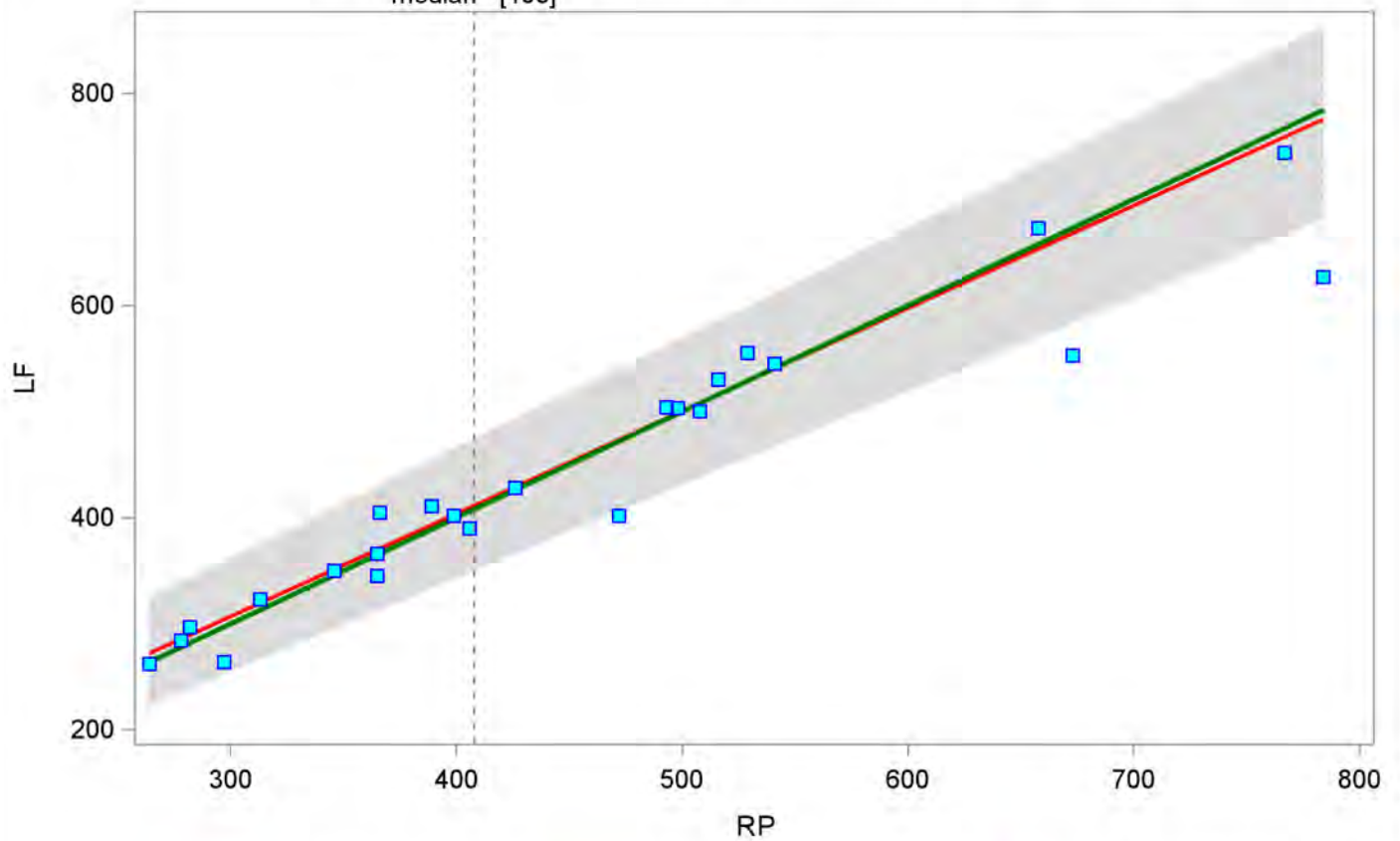
==== Subst_rozp ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	16.21513	13.78378	20.48957	-9.80136	52.46178
Slope	200	0.96786	0.97398	0.05366	0.88095	1.03402

Bablok-Passing regression - Subst_rozp (min=264 , max=744)

median= [408]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 264 , max= 782)

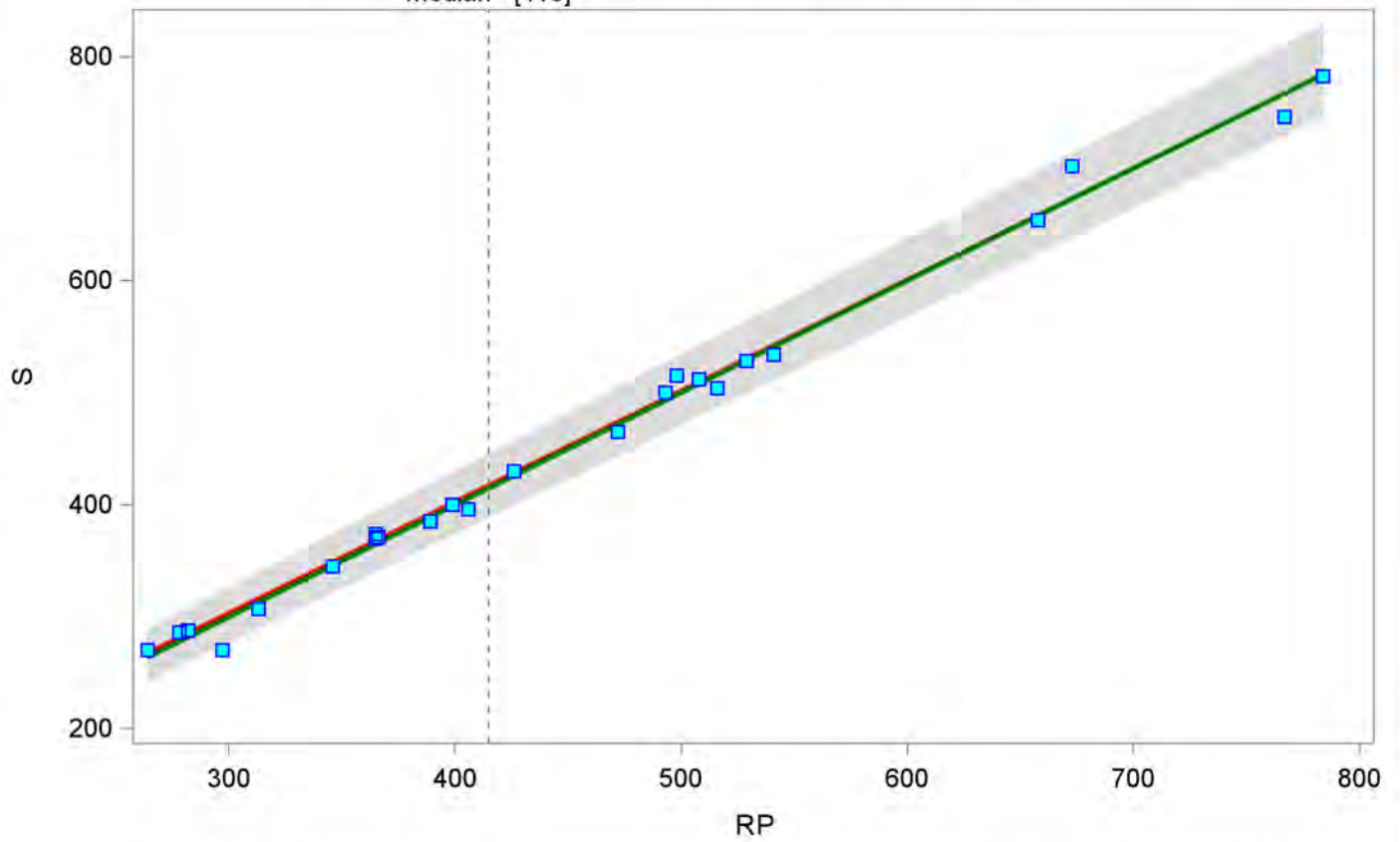
==== Subst_rozp ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	5.89108	8.58824	8.91315	-14.25052	15.23035
Slope	200	0.99140	0.98614	0.01981	0.96907	1.03752

Bablok-Passing regression - Subst_rozp (min=264 , max=782)

median= [415]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla S=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 264 , max= 739)

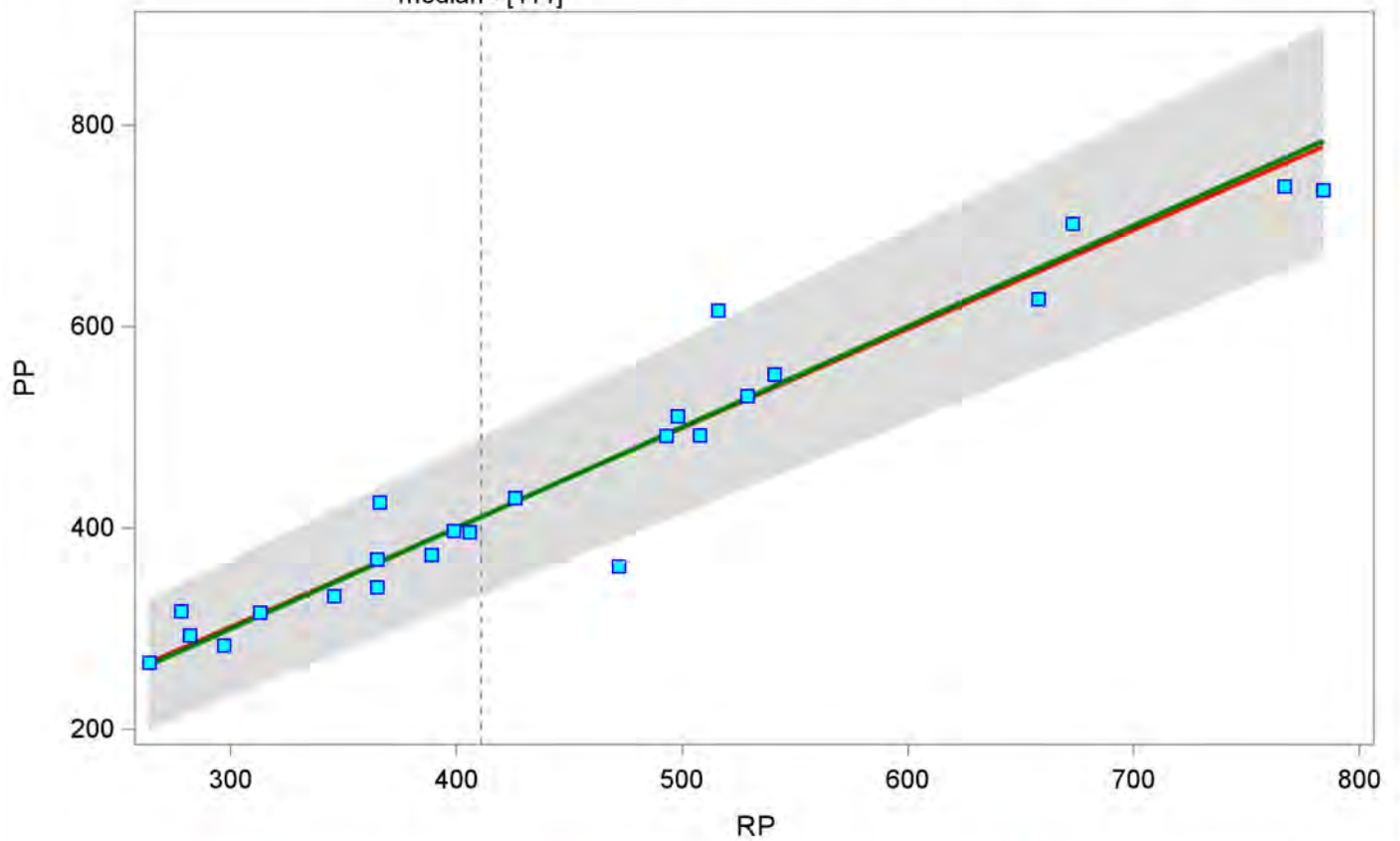
==== Subst_rozp ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	6.34558	7.84429	22.05367	-39.74169	39.84934
Slope	200	0.98425	0.98058	0.05457	0.90616	1.09466

Bablok-Passing regression - Subst_rozp (min=264 , max=739)

median= [411]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla PP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

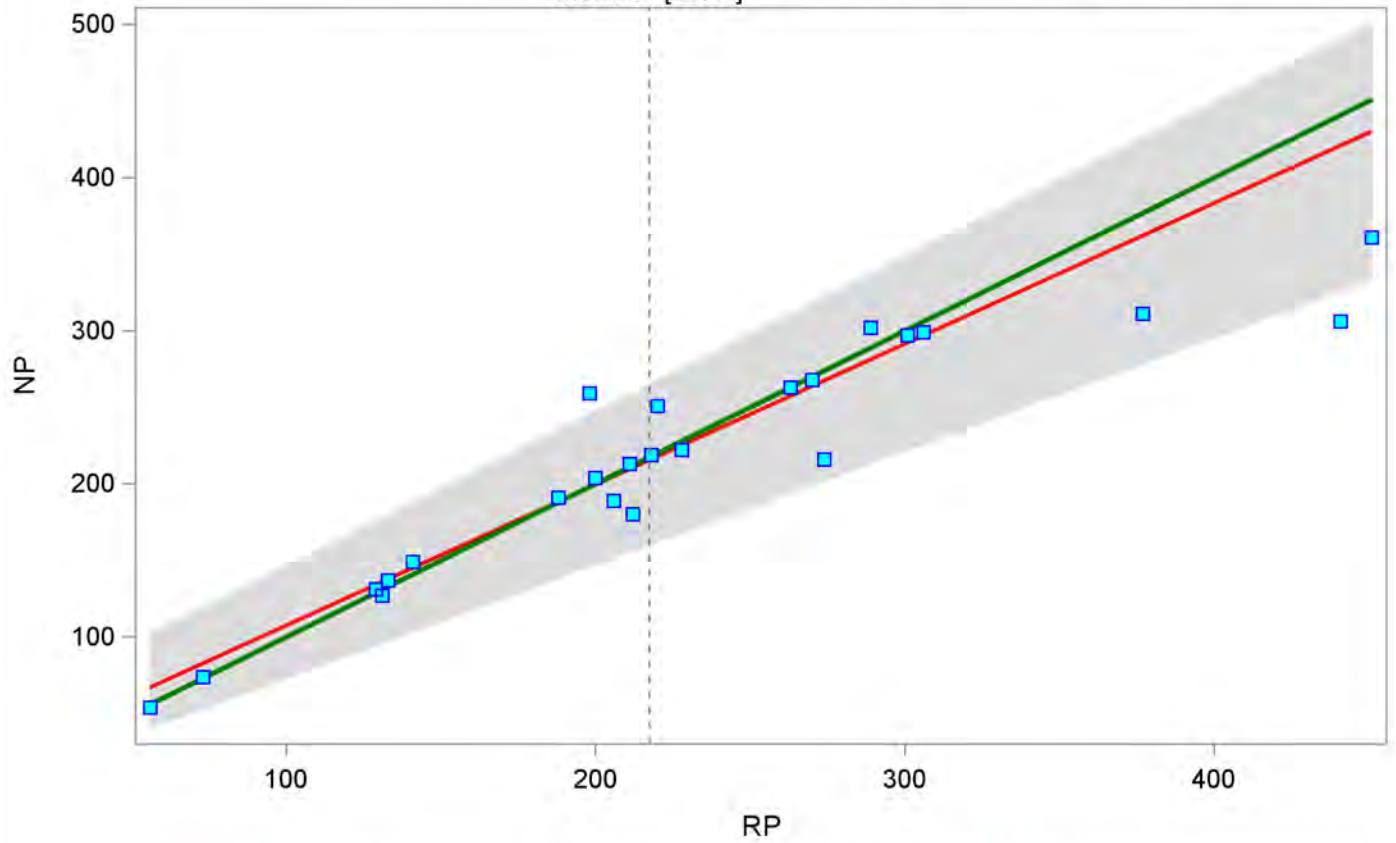
Bablok-Passing regression - RP (min= 56 , max= 361)
===== Twardosc_ogolna =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	15.34321	14.13253	14.23785	-1.88548	46.11656
Slope	200	0.91951	0.93388	0.07790	0.74157	1.00966

Bablok-Passing regression - Twardosc_ogolna (min=56 , max=361)

median= [217.5]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

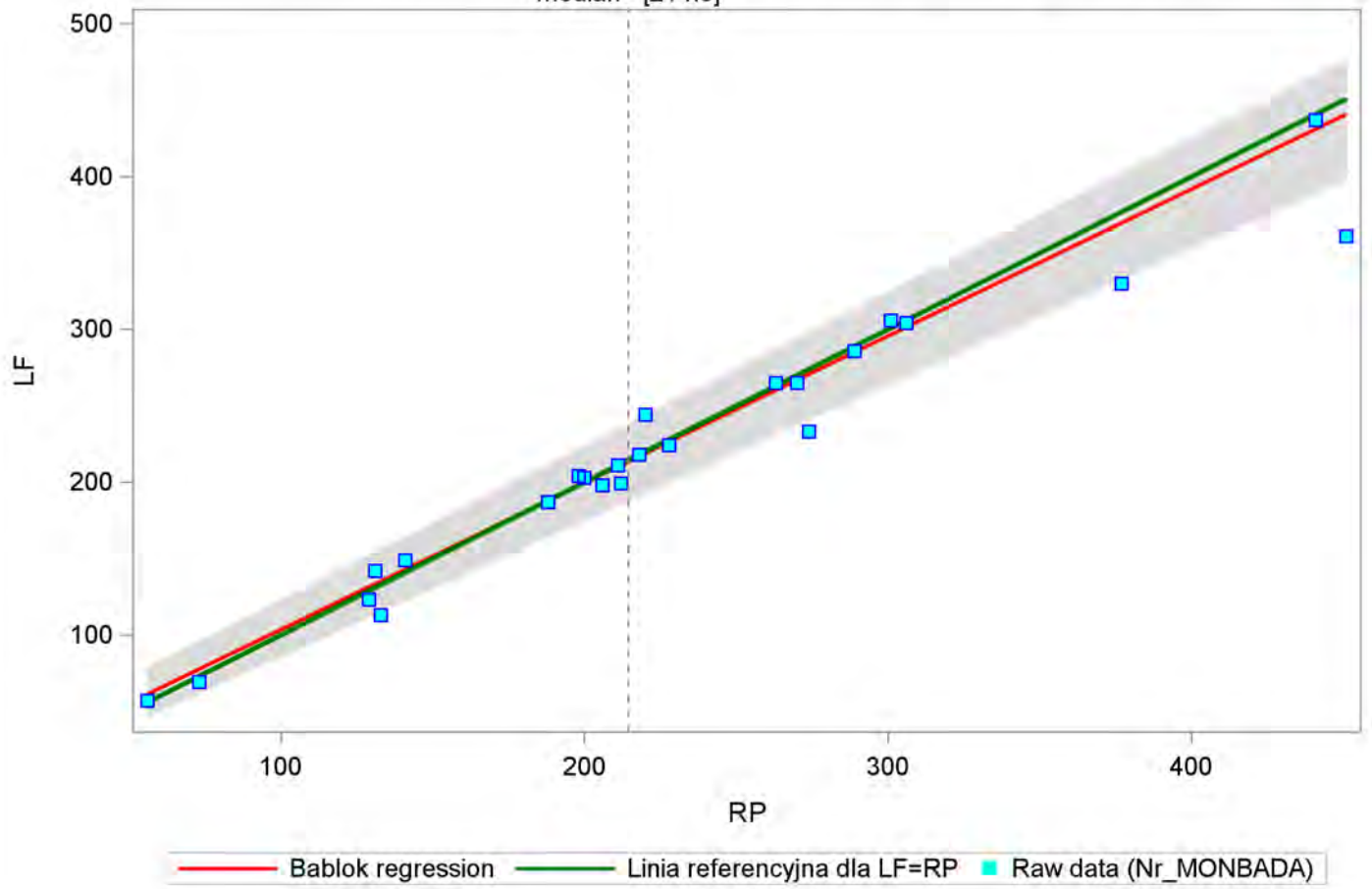
Bablok-Passing regression - RP (min= 56 , max= 437)
===== Twardosc_ogolna =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	7.13037	4.56676	8.40866	-4.08511	22.51856
Slope	200	0.96107	0.97095	0.03765	0.89103	1.00709

Bablok-Passing regression - Twardosc_ogolna (min=56 , max=437)

median= [214.5]



filtr:

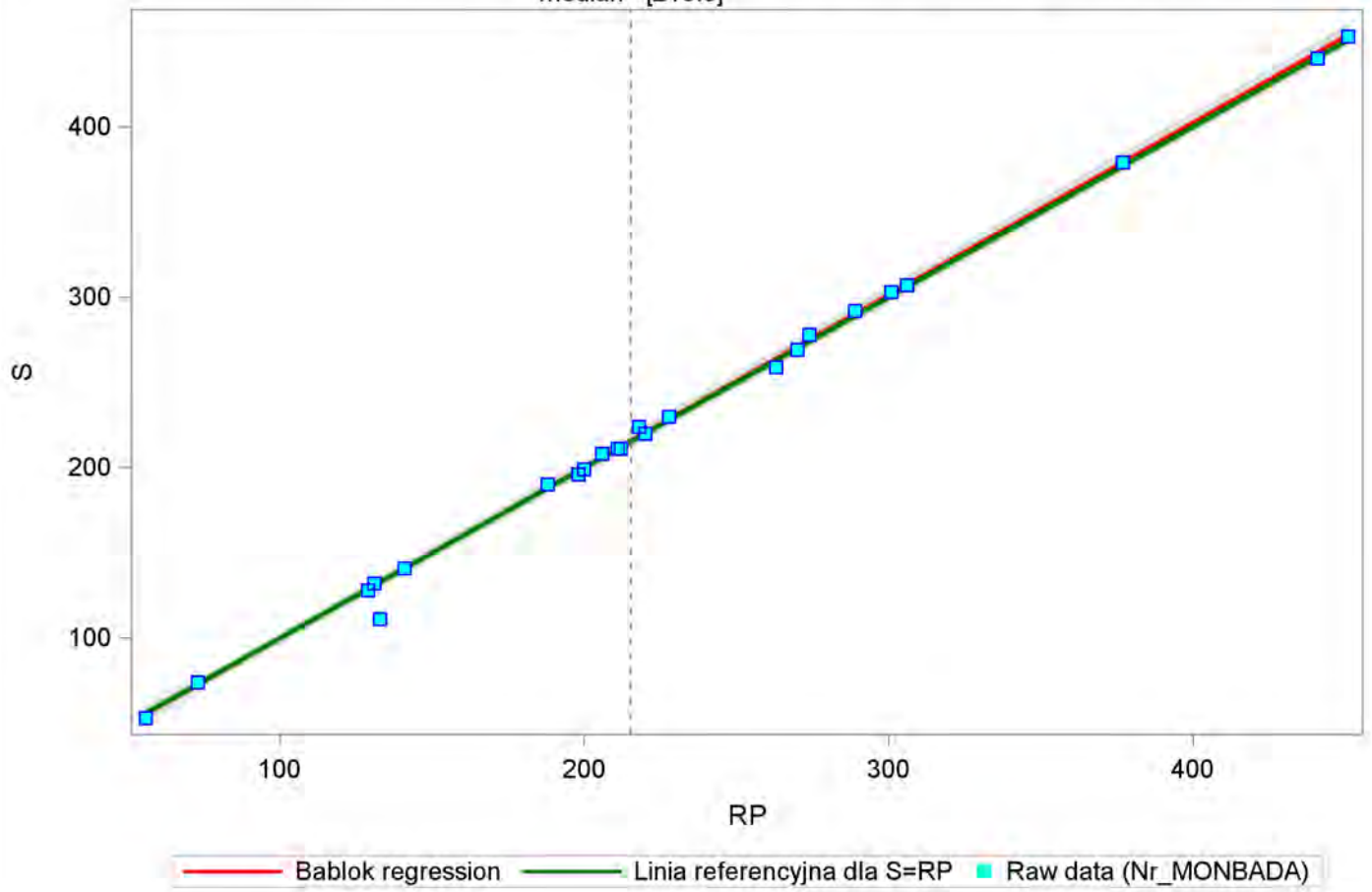
Bablok-Passing regression - RP (min= 56 , max= 453)
===== Twardosc_ogolna =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-1.66965	-1.73770	1.57343	-4.10545	1.00000
Slope	200	1.00973	1.00990	0.00570	1.00000	1.01841

Bablok-Passing regression - Twardosc_ogolna (min=56 , max=453)

median= [215.5]



filtr:

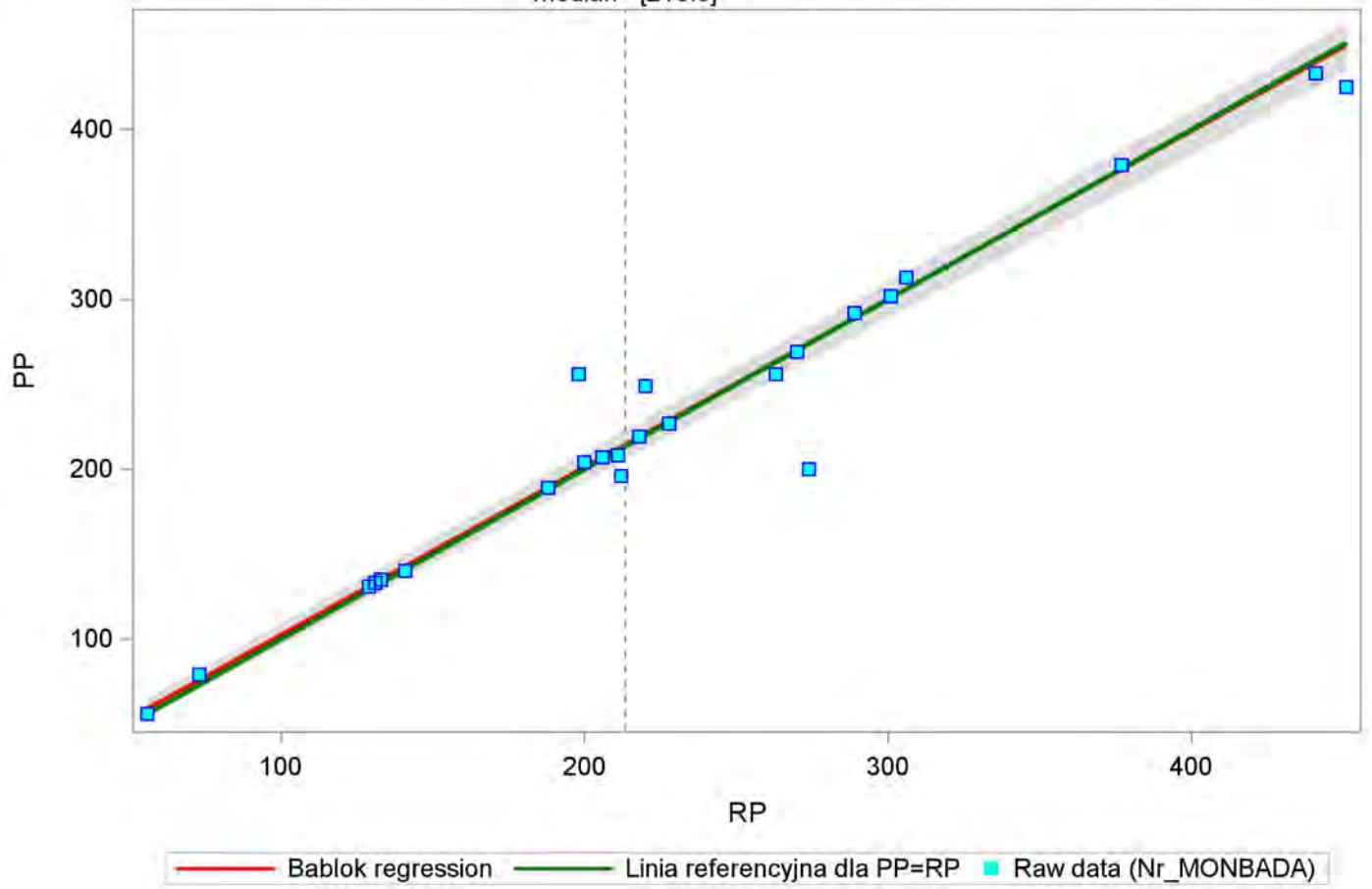
Bablok-Passing regression - RP (min= 56 , max= 433)
===== Twardosc_ogolna =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	3.54560	3.48570	2.87639	-0.20941	8.29953
Slope	200	0.98770	0.98851	0.01433	0.96189	1.00620

Bablok-Passing regression - Twardosc_ogolna (min=56 , max=433)

median= [213.5]



filtr:

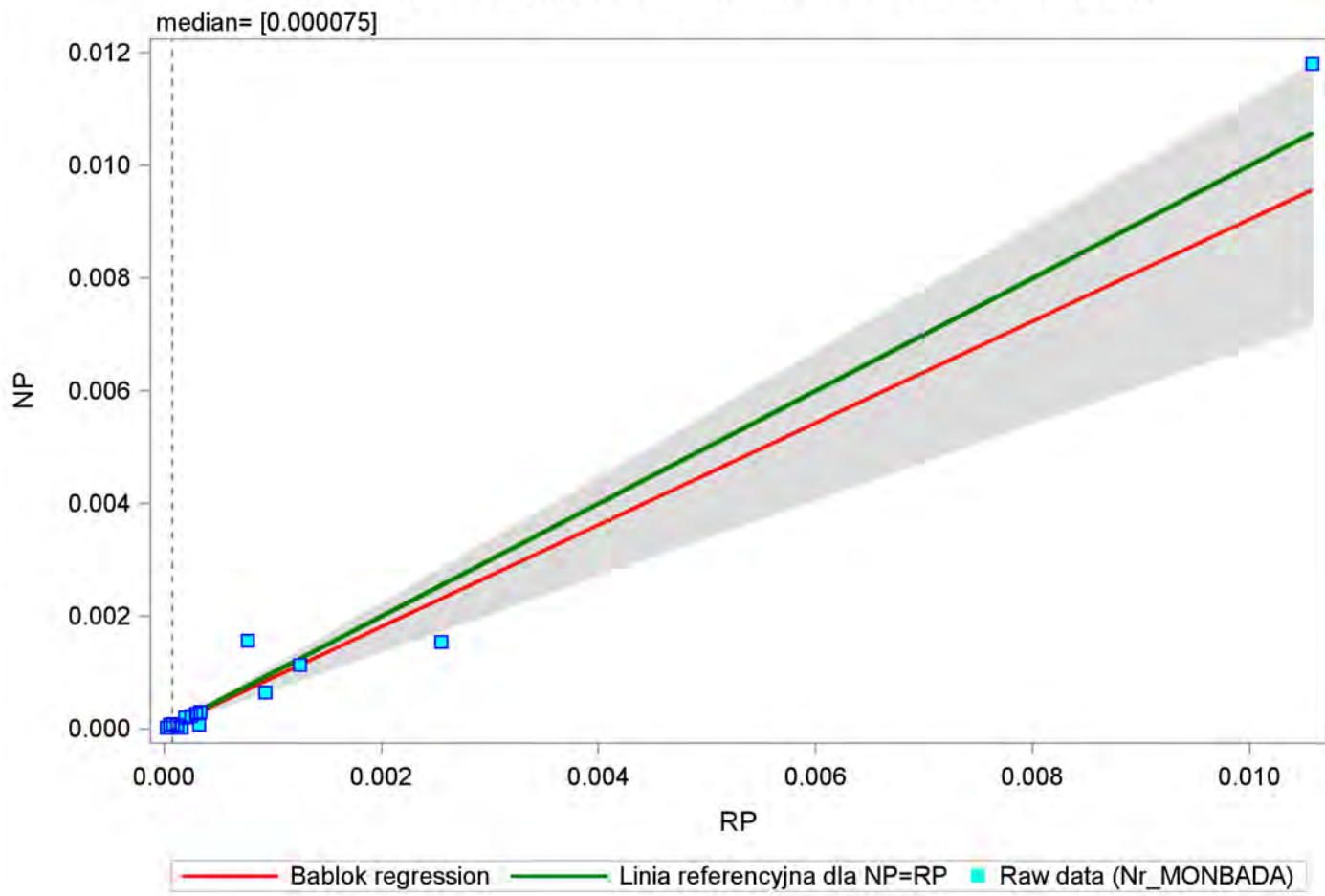
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.000025 , max= 0.0118)

==== Uran ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00000	0.00001
Slope	200	0.90378	0.91020	0.11215	0.67490	1.11559

Bablok-Passing regression - Uran (min=0.000025 , max=0.0118)



filtr:

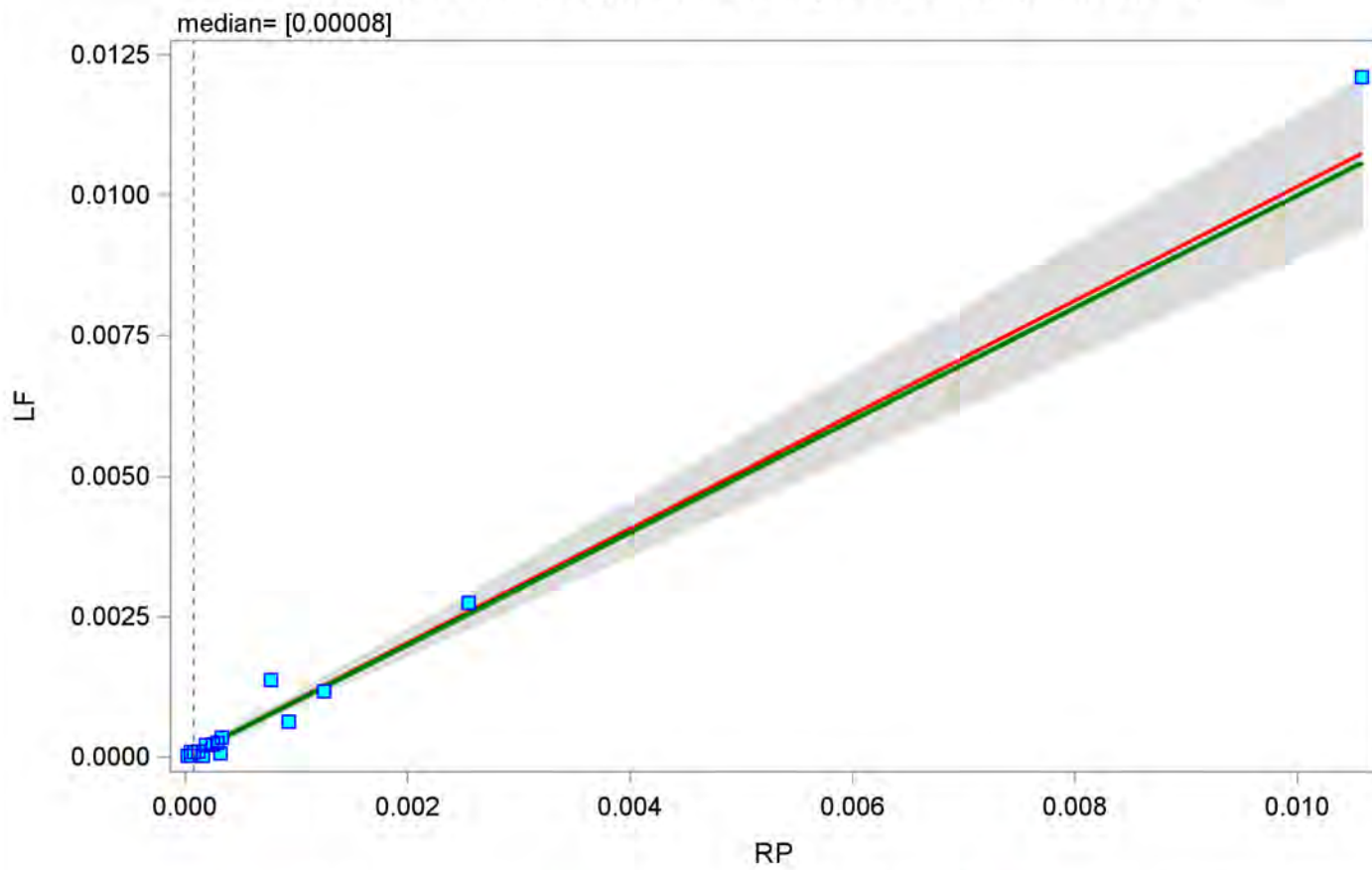
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.000025 , max= 0.0121)

==== Uran =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00000	-0.00000	0.00000	-0.00000	0.00000
Slope	200	1.01493	1.05046	0.08855	0.88679	1.14401

Bablok-Passing regression - Uran (min=0.000025 , max=0.0121)



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.000025 , max= 0.01052)

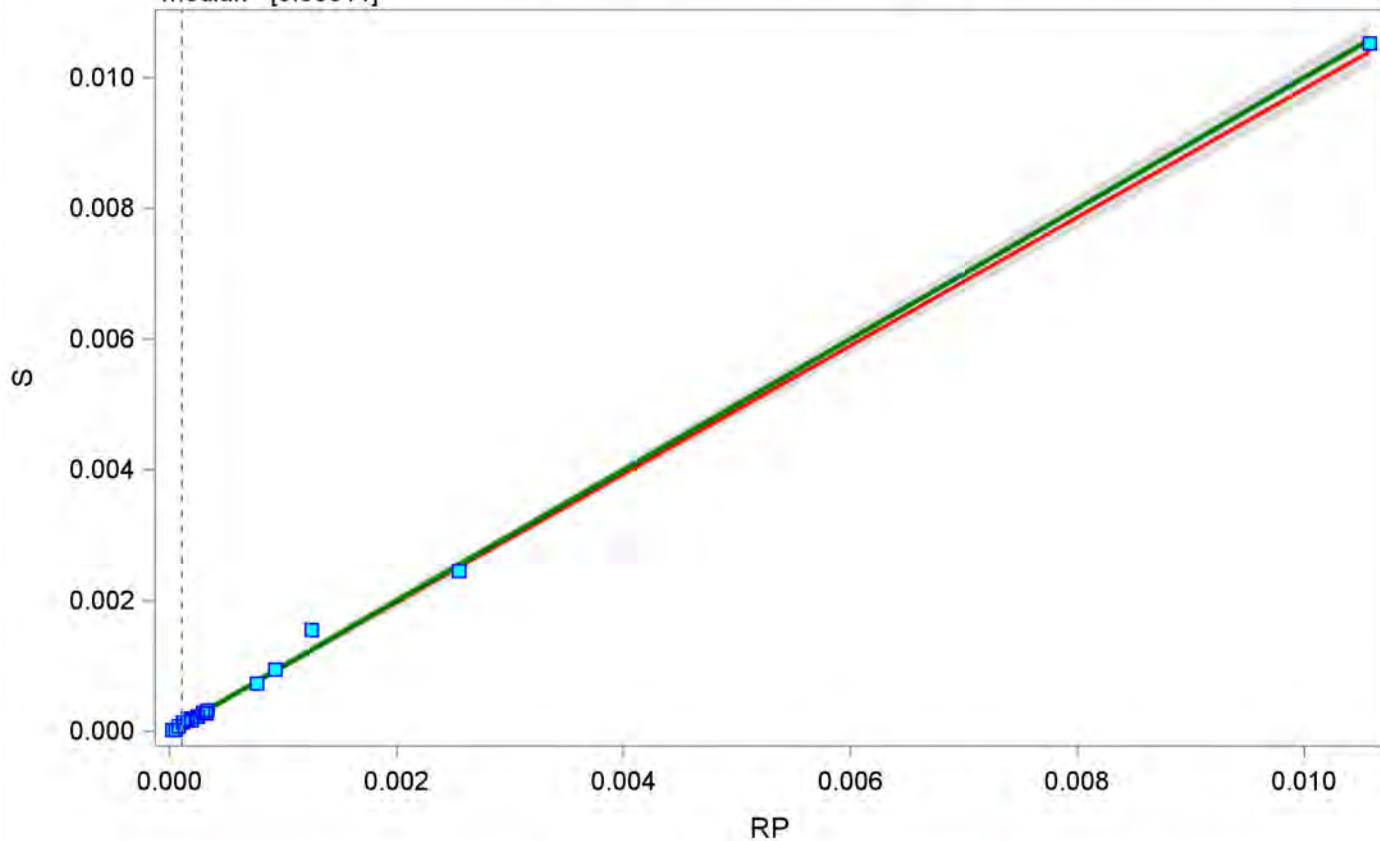
==== Uran ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00000	0.00000
Slope	200	0.98207	0.96721	0.03958	0.95947	1.02210

Bablok-Passing regression - Uran (min=0.000025 , max=0.01052)

median= [0.00011]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla S=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.000025 , max= 0.00739)

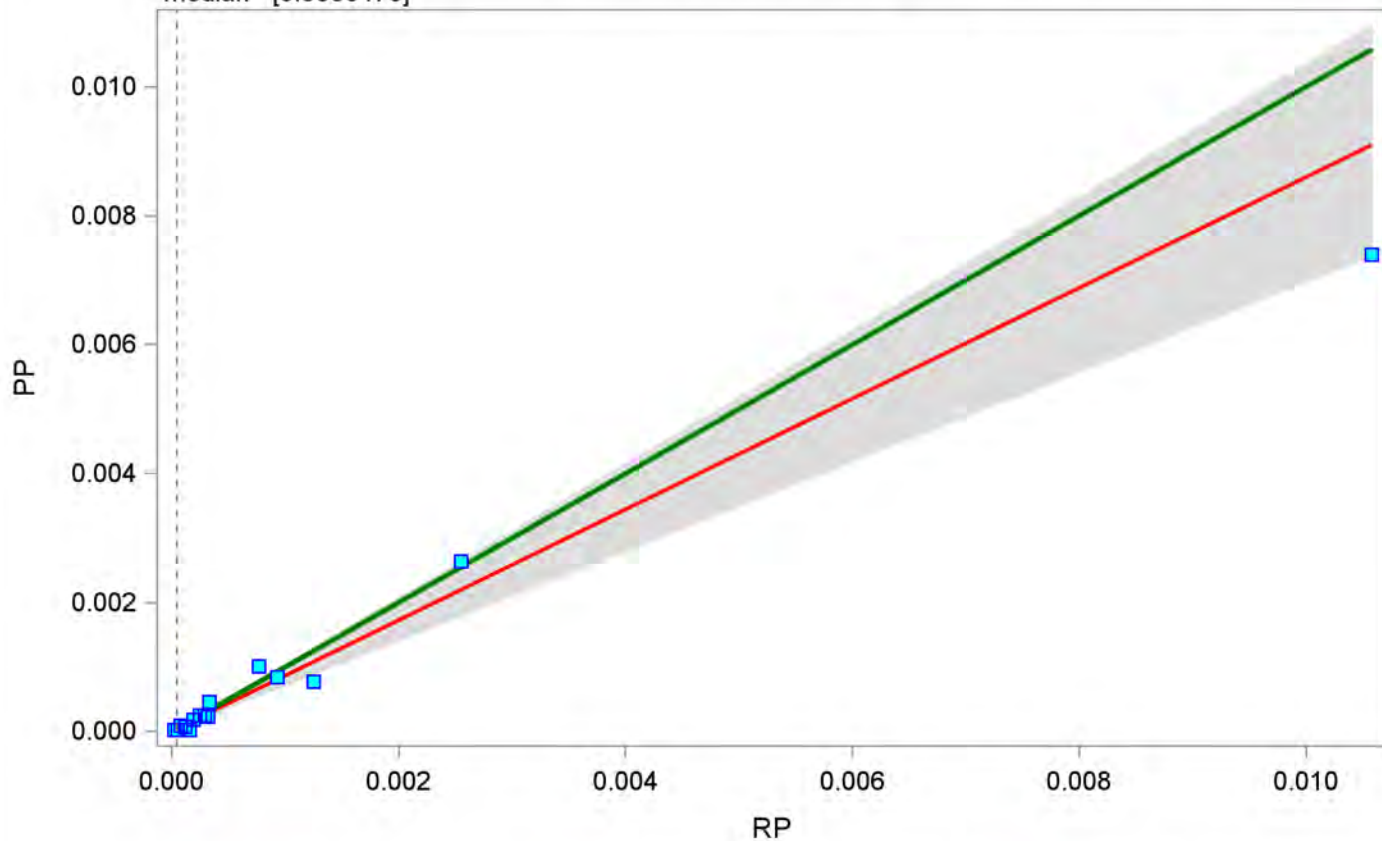
==== Uran ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00000	0.00001
Slope	200	0.85912	0.88235	0.12679	0.69492	1.03564

Bablok-Passing regression - Uran (min=0.000025 , max=0.00739)

median= [0.0000475]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla PP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

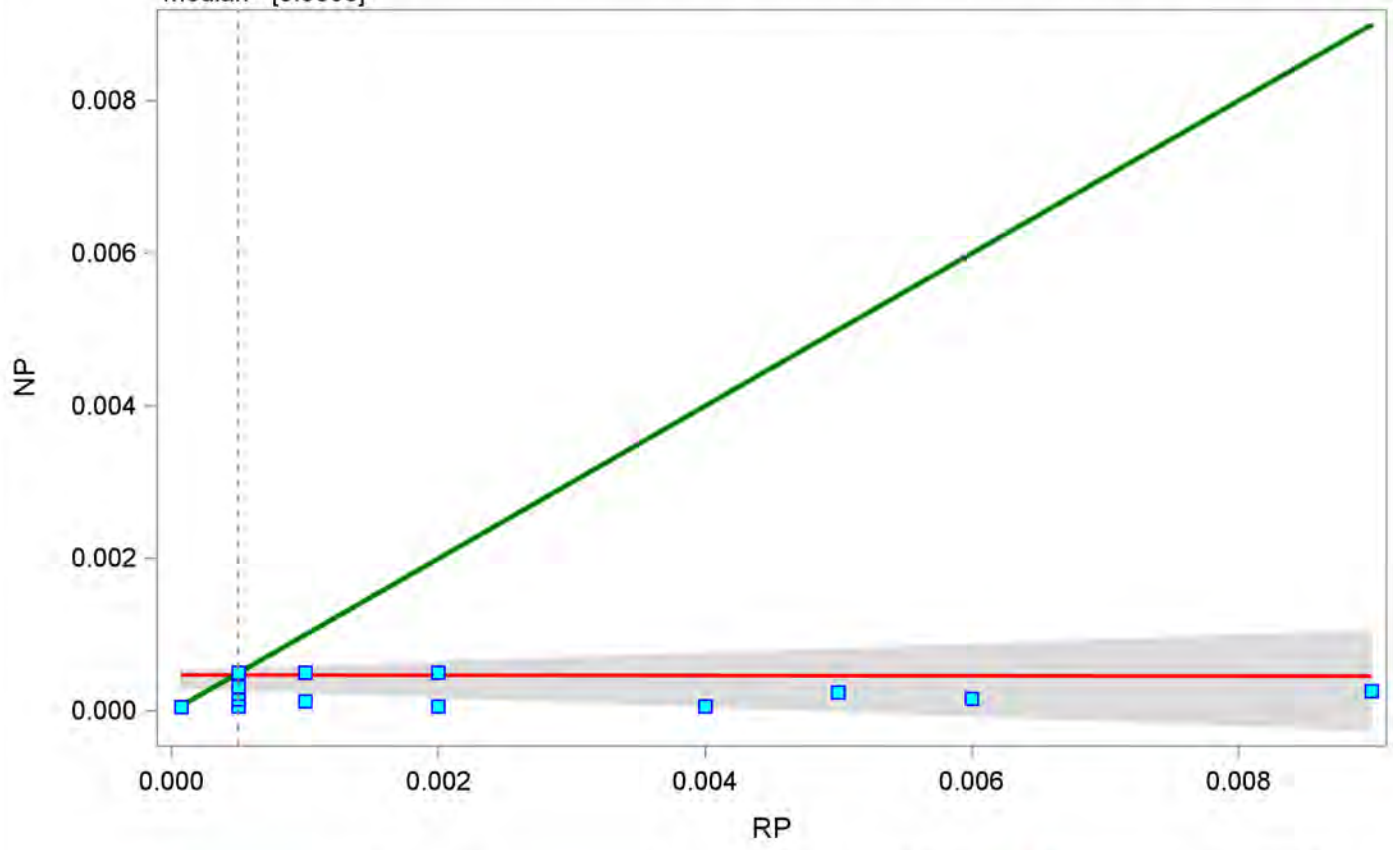
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00007 , max= 0.0005)
==== Wanad =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00047	0.00050	0.00008	0.00029	0.00053
Slope	200	-0.00187	0.00000	0.03605	-0.06182	0.05889

Bablok-Passing regression - Wanad (min=0.00007 , max=0.0005)

median= [0.0005]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00007 , max= 0.00056)

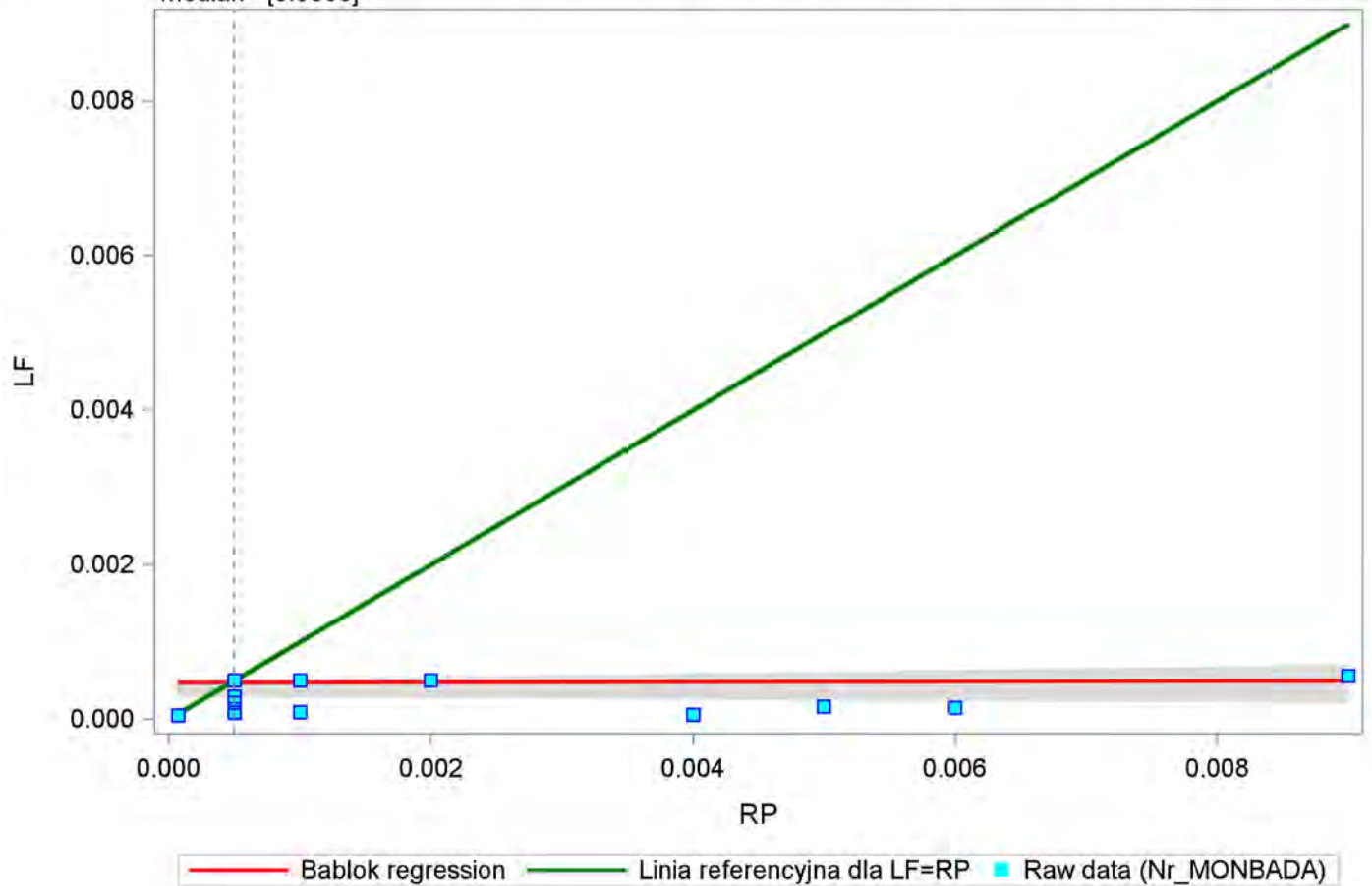
==== Wanad ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00047	0.00050	0.00008	0.00029	0.00050
Slope	200	0.00238	0.00000	0.01611	-0.01000	0.02273

Bablok-Passing regression - Wanad (min=0.00007 , max=0.00056)

median= [0.0005]



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00007 , max= 0.00144)

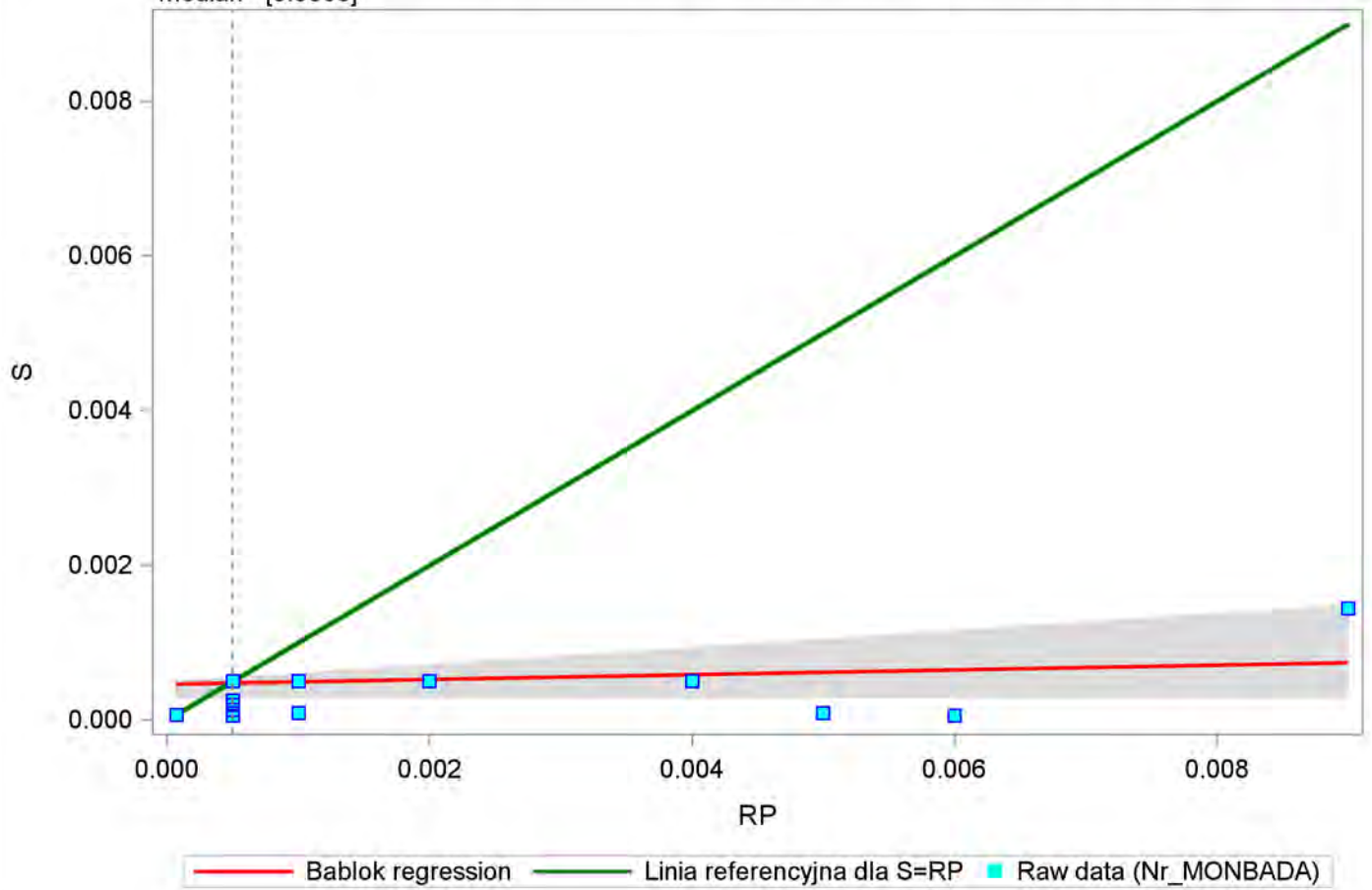
==== Wanad ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00046	0.00050	0.00007	0.00028	0.00050
Slope	200	0.03078	0.00000	0.04827	0.00000	0.11059

Bablok-Passing regression - Wanad (min=0.00007 , max=0.00144)

median= [0.0005]



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.00007 , max= 0.00067)

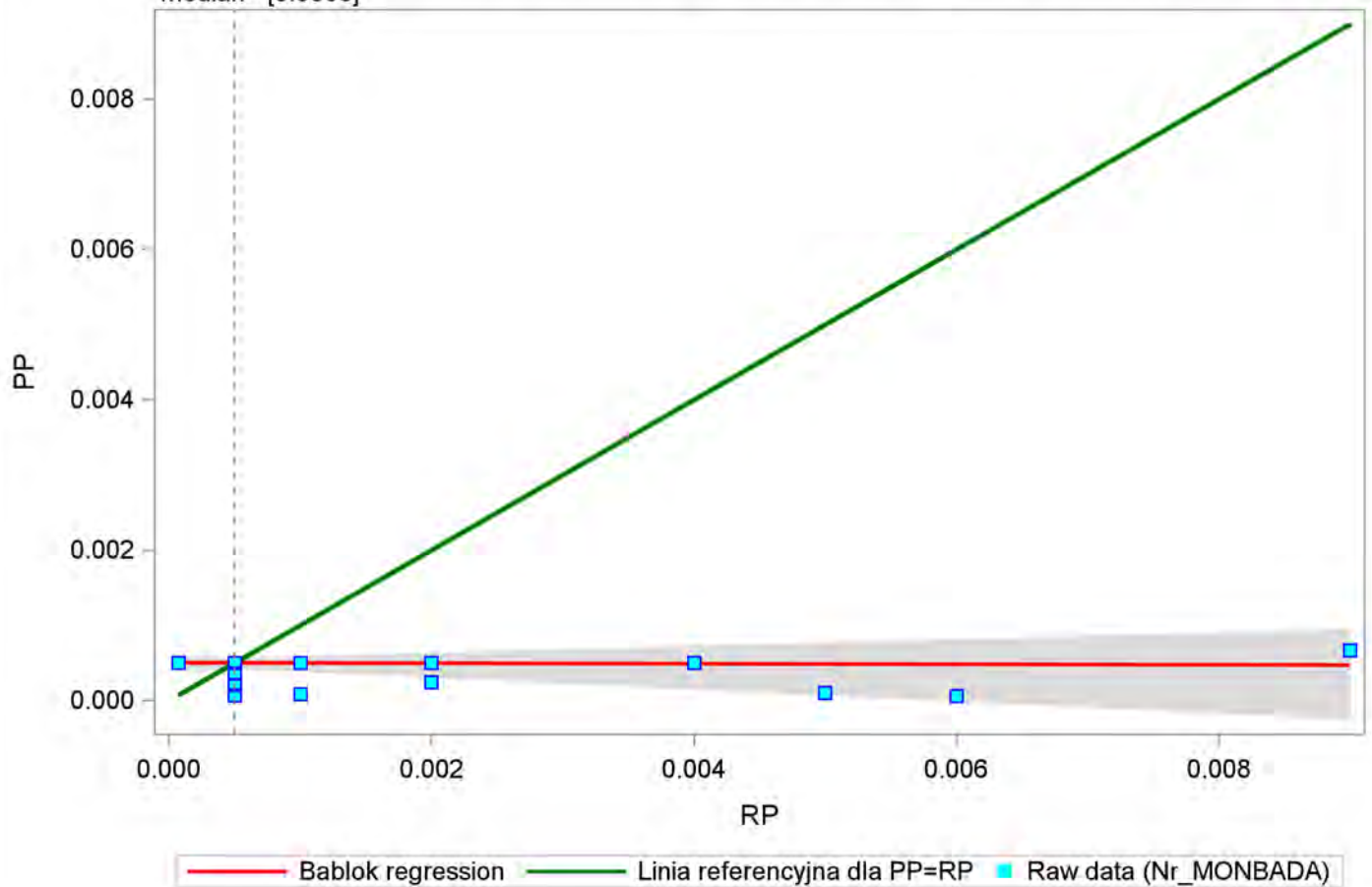
==== Wanad ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00050	0.00050	0.00003	0.00046	0.00054
Slope	200	-0.00361	0.00000	0.03133	-0.08000	0.04583

Bablok-Passing regression - Wanad (min=0.00007 , max=0.00067)

median= [0.0005]



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 14.5 , max= 123.3)

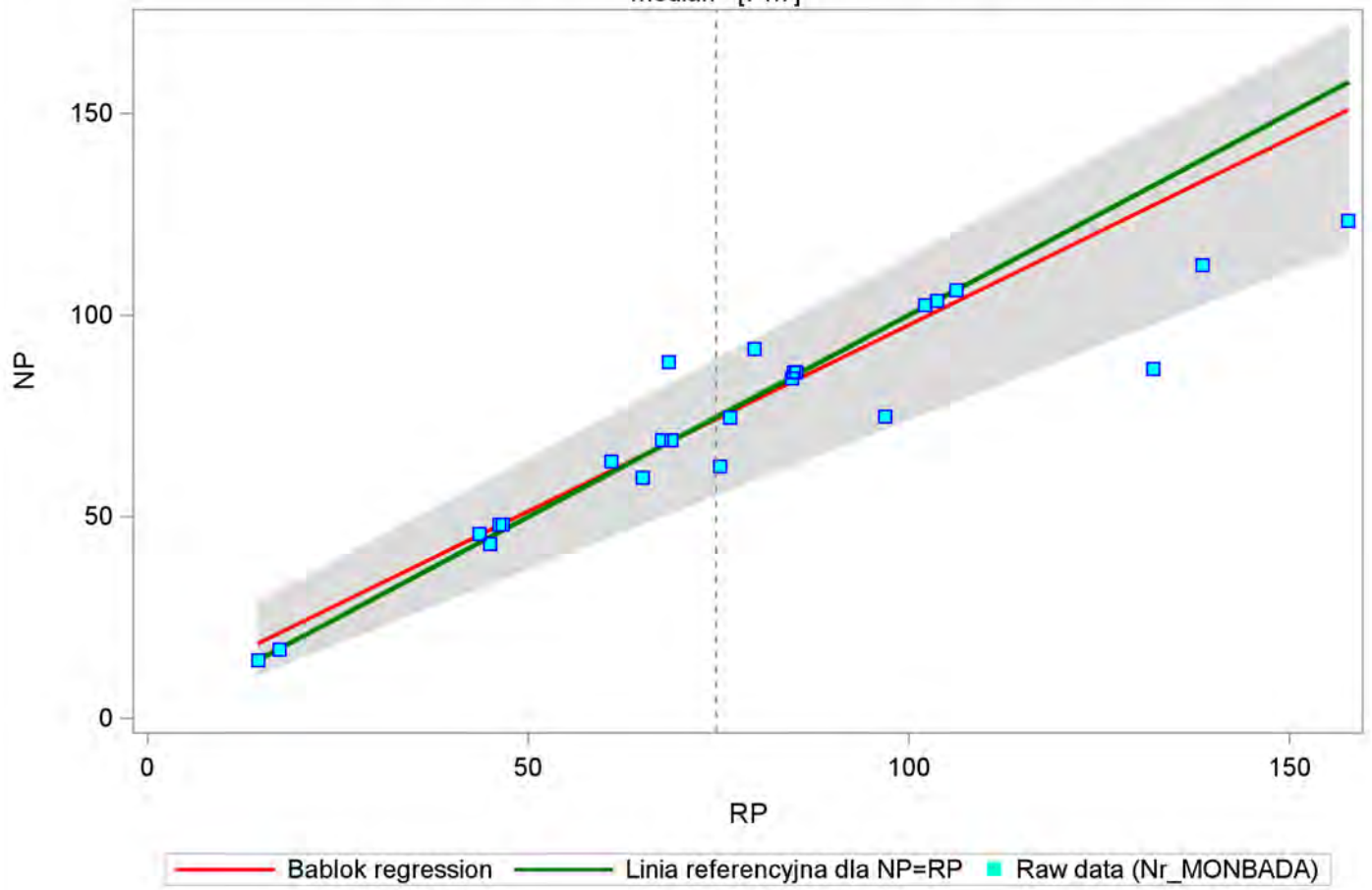
==== Wapn ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	5.08044	3.56496	4.85269	-0.12486	14.46992
Slope	200	0.92378	0.96122	0.08203	0.73932	1.00000

Bablok-Passing regression - Wapn (min=14.5 , max=123.3)

median= [74.7]



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 14.5 , max= 130.5)

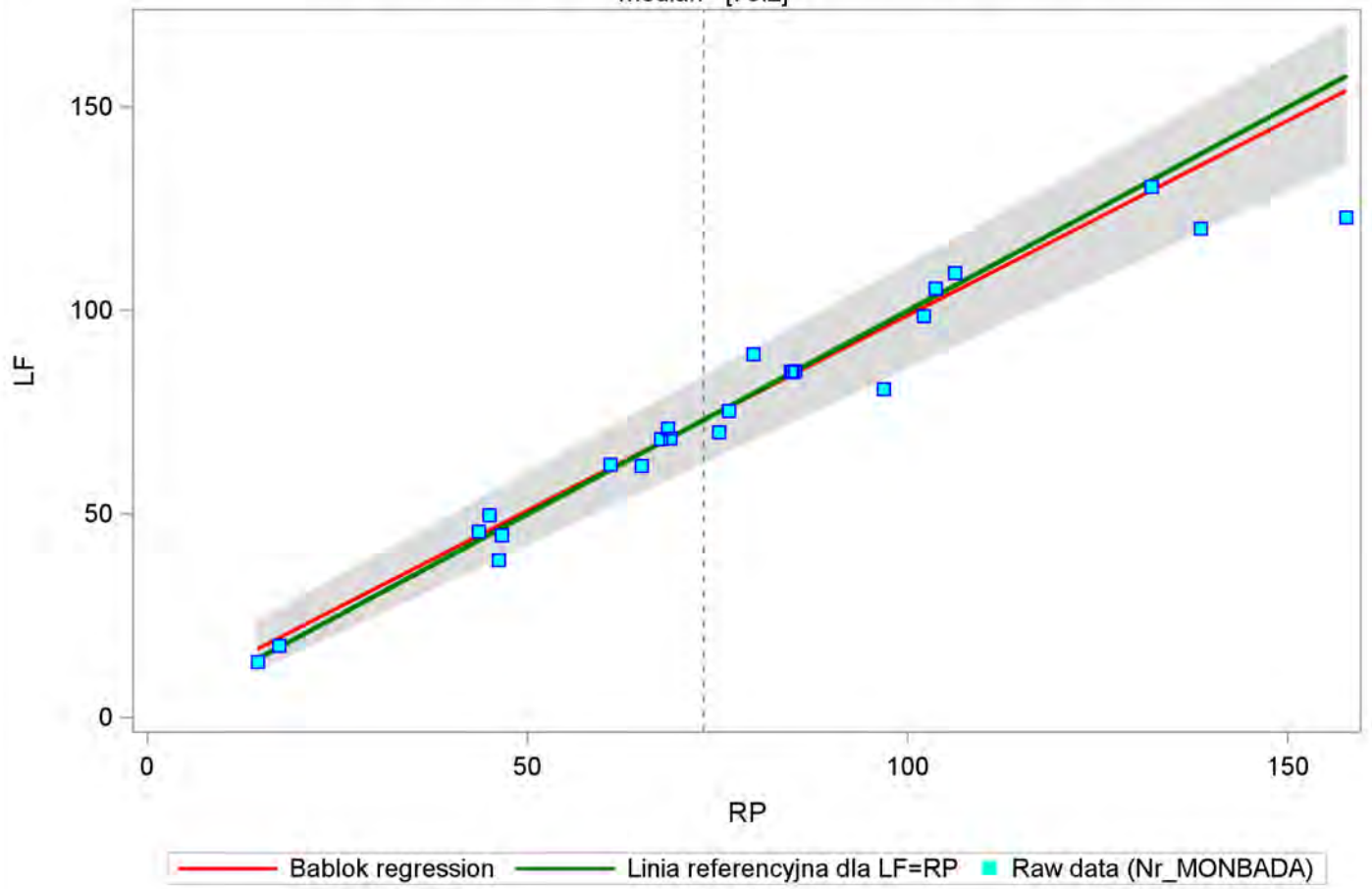
==== Wapn ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	2.89373	2.59809	3.24758	-1.29263	9.15294
Slope	200	0.95813	0.95858	0.04617	0.87013	1.02300

Bablok-Passing regression - Wapn (min=14.5 , max=130.5)

median= [73.2]



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 14.5 , max= 159.3)

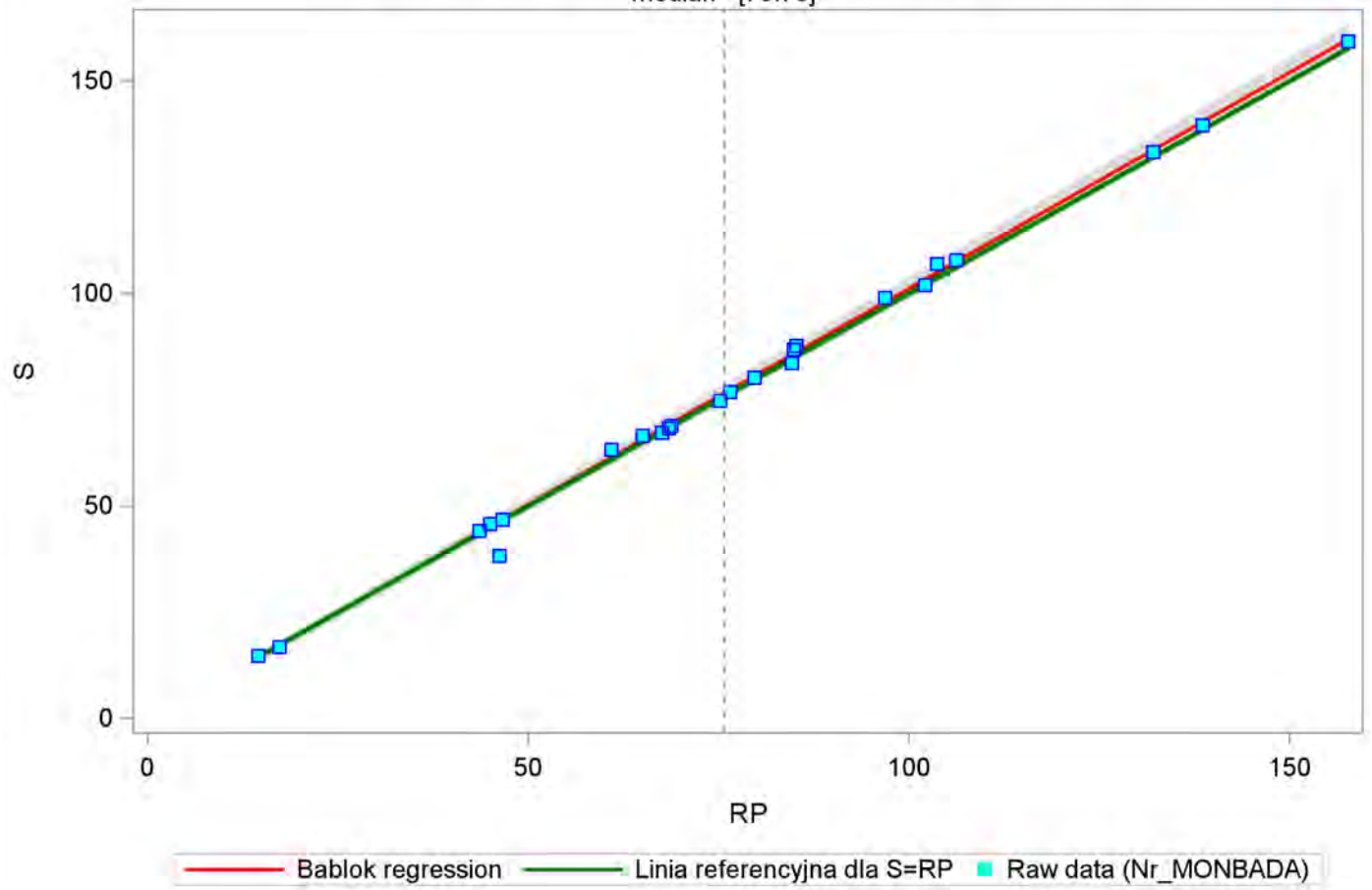
==== Wapn ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.54942	-0.53282	0.69421	-1.69696	0.28278
Slope	200	1.01602	1.01418	0.00901	1.00391	1.03447

Bablok-Passing regression - Wapn (min=14.5 , max=159.3)

median= [75.75]



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 14.5 , max= 148.8)

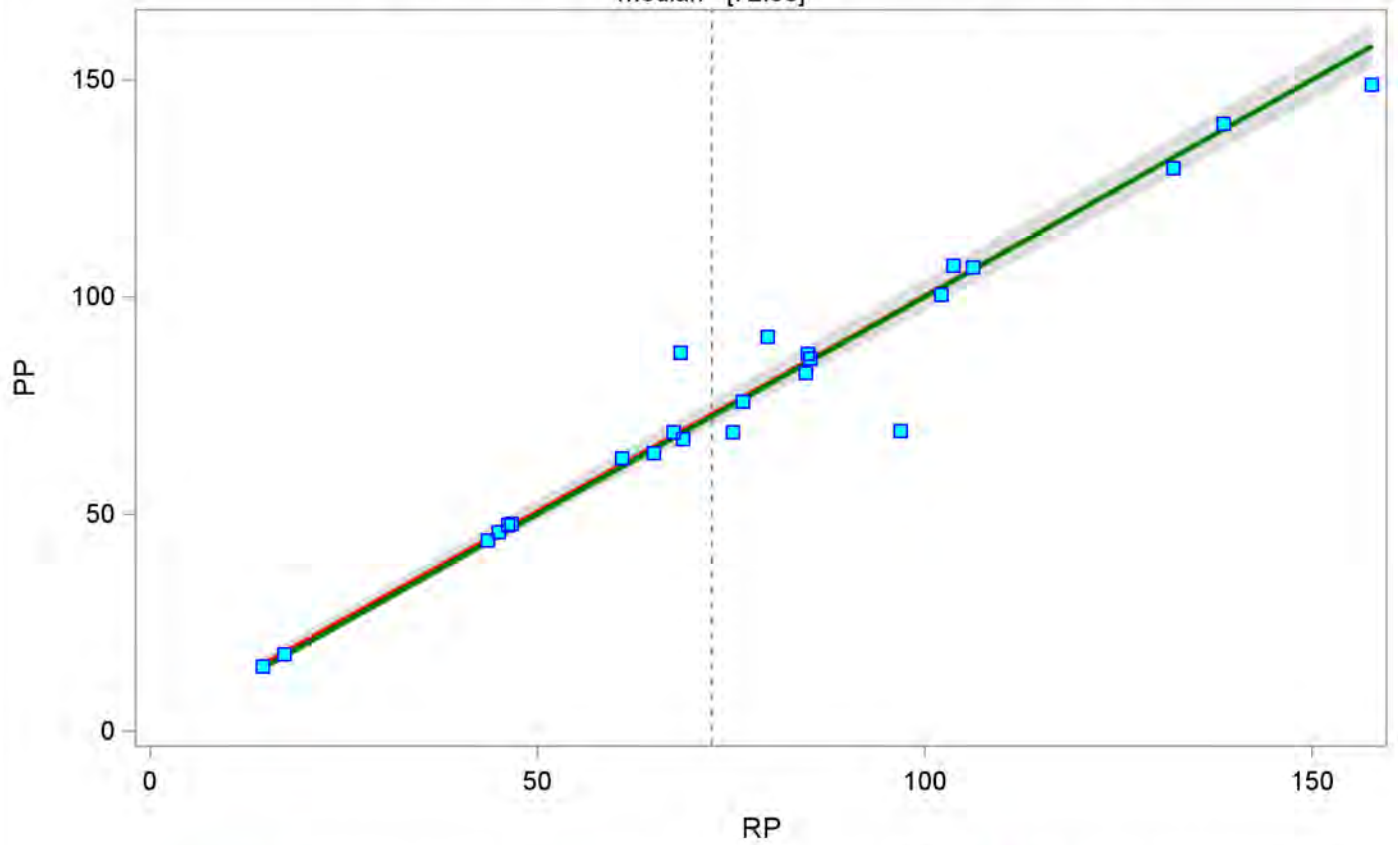
==== Wapn ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.99102	0.85747	0.82839	-0.08271	2.35183
Slope	200	0.99241	0.99313	0.01584	0.96794	1.01689

Bablok-Passing regression - Wapn (min=14.5 , max=148.8)

median= [72.55]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla PP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

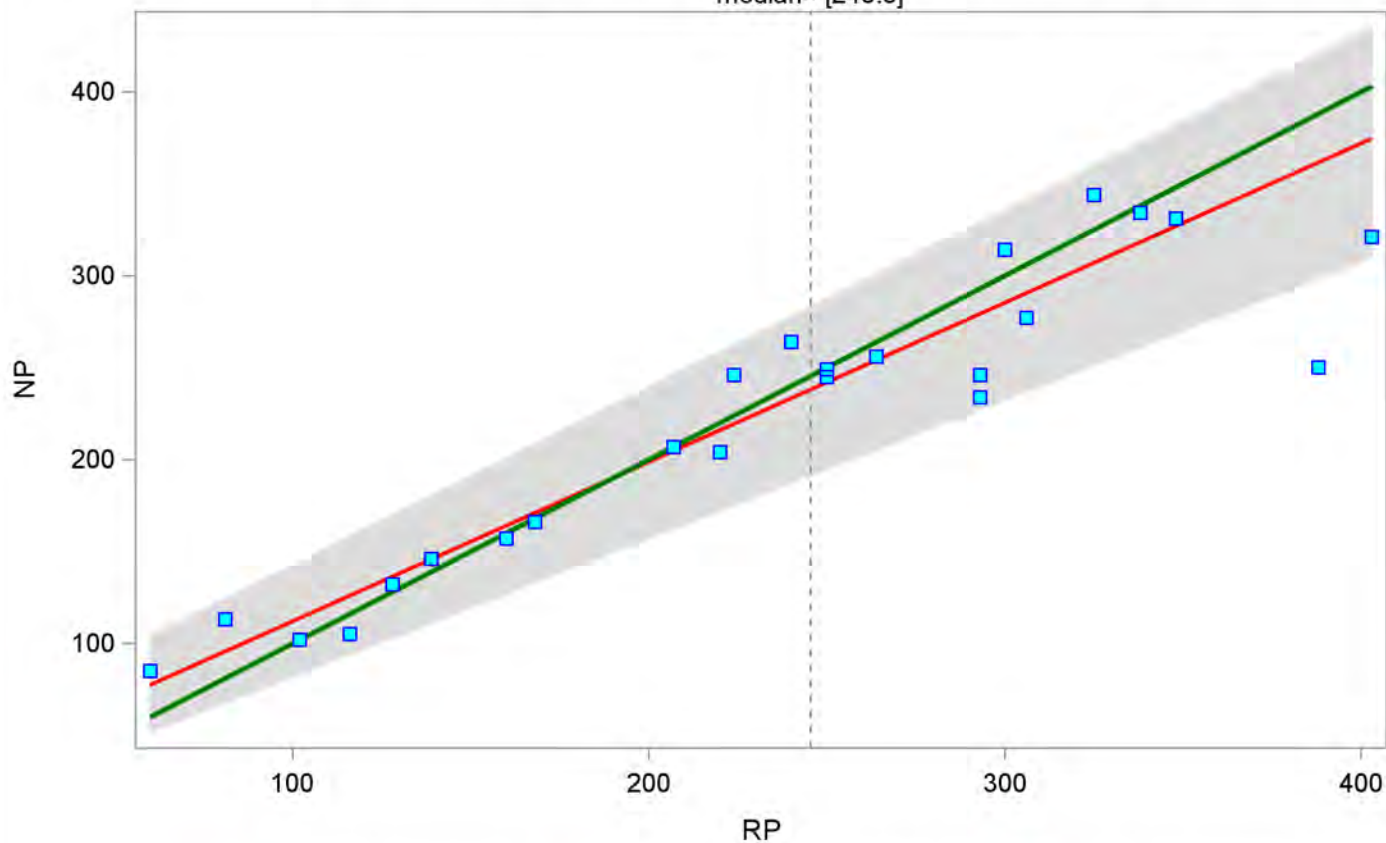
Bablok-Passing regression - RP (min= 60 , max= 344)
===== Wodoroweglany =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	25.27208	24.06977	14.13798	5.95459	46.22347
Slope	200	0.86609	0.87755	0.07450	0.75261	0.96606

Bablok-Passing regression - Wodoroweglany (min=60 , max=344)

median= [245.5]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

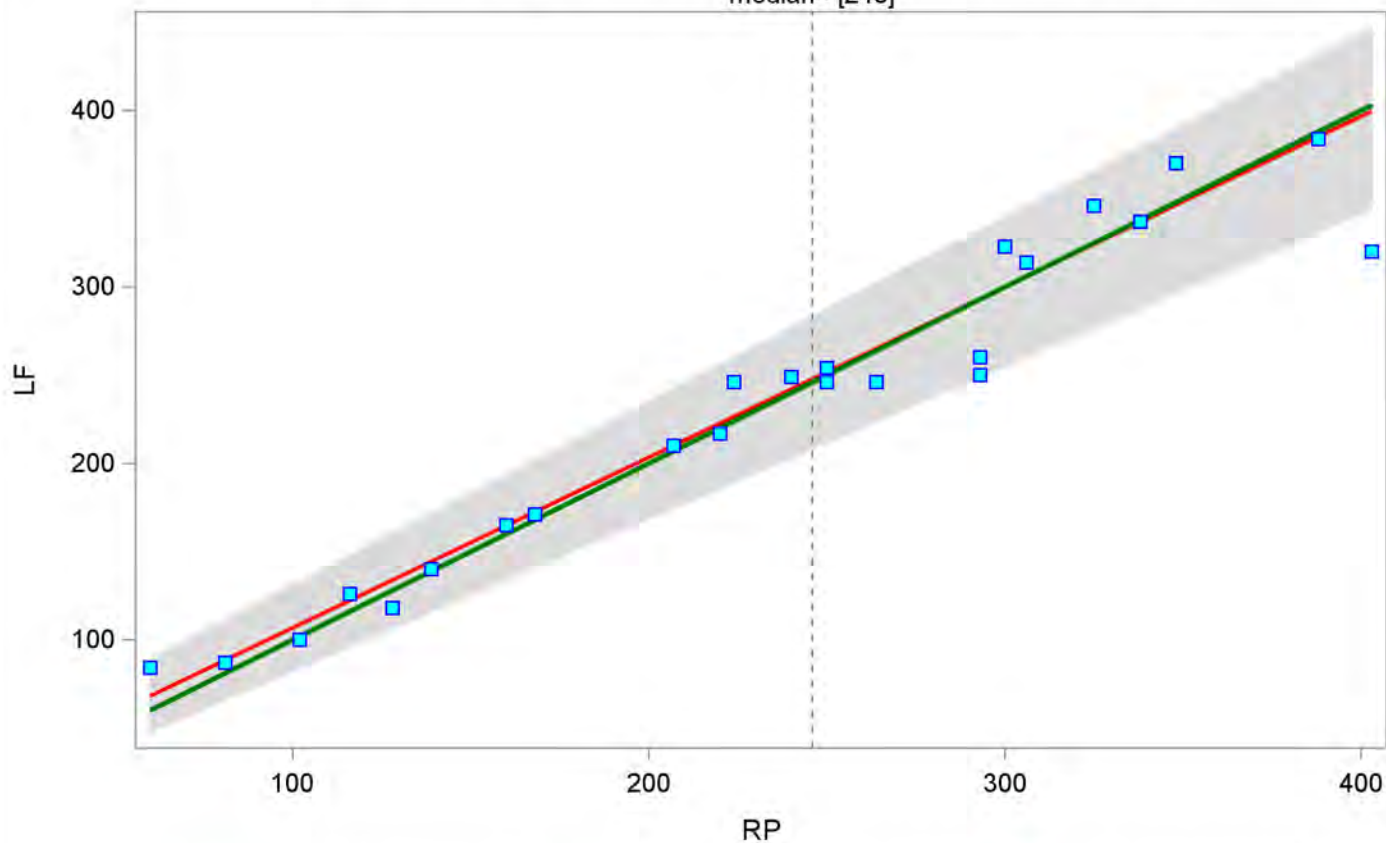
Bablok-Passing regression - RP (min= 60 , max= 384)
===== Wodoroweglany =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	9.89553	8.34545	9.01072	-4.83121	27.16667
Slope	200	0.96637	0.97619	0.04950	0.86300	1.04348

Bablok-Passing regression - Wodoroweglany (min=60 , max=384)

median= [246]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

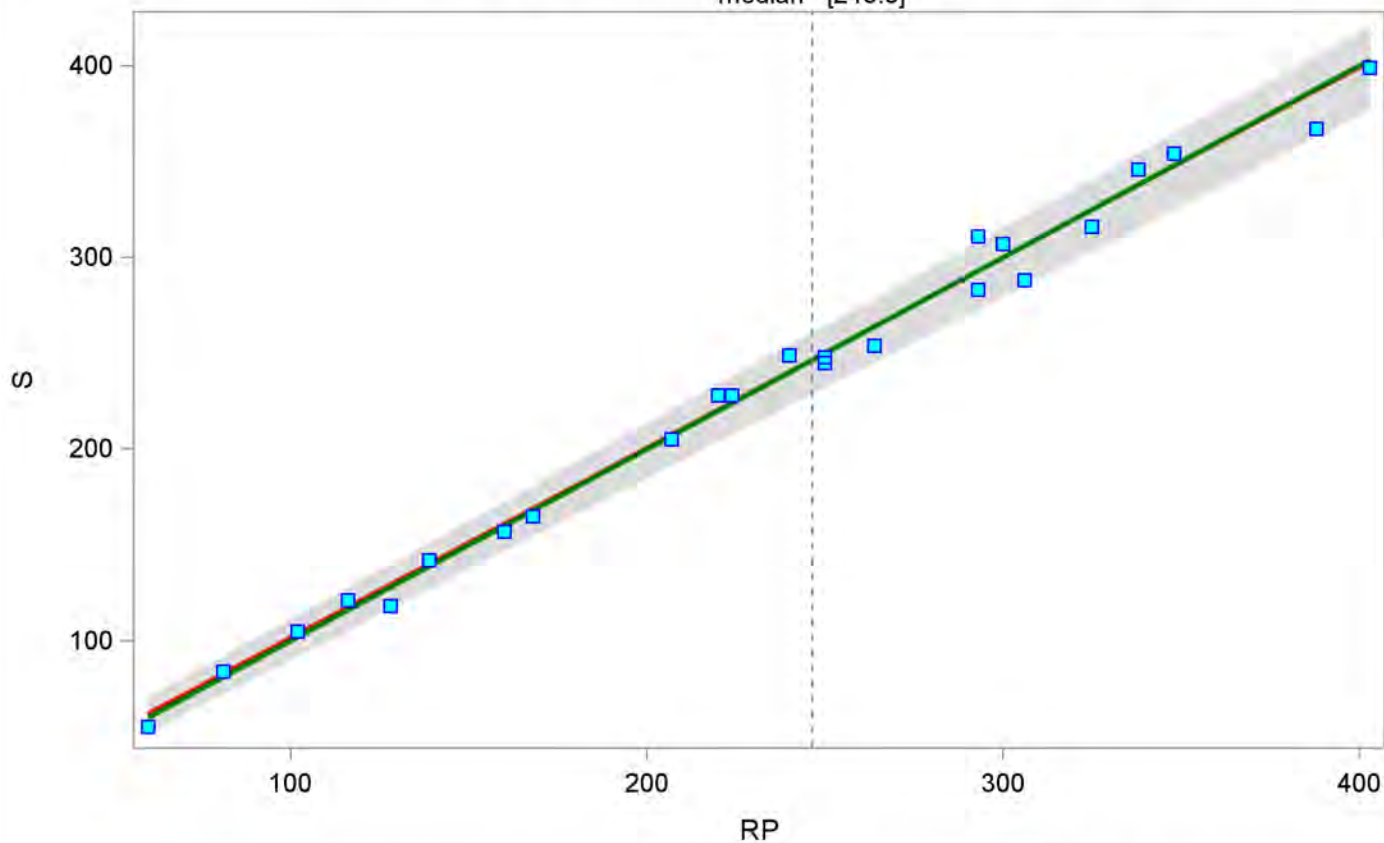
Bablok-Passing regression - RP (min= 60 , max= 399)
===== Wodoroweglany =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	2.42717	2.73147	4.51394	-5.16854	9.27585
Slope	200	0.99078	1.00000	0.02441	0.94729	1.02059

Bablok-Passing regression - Wodoroweglany (min=60 , max=399)

median= [246.5]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla S=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

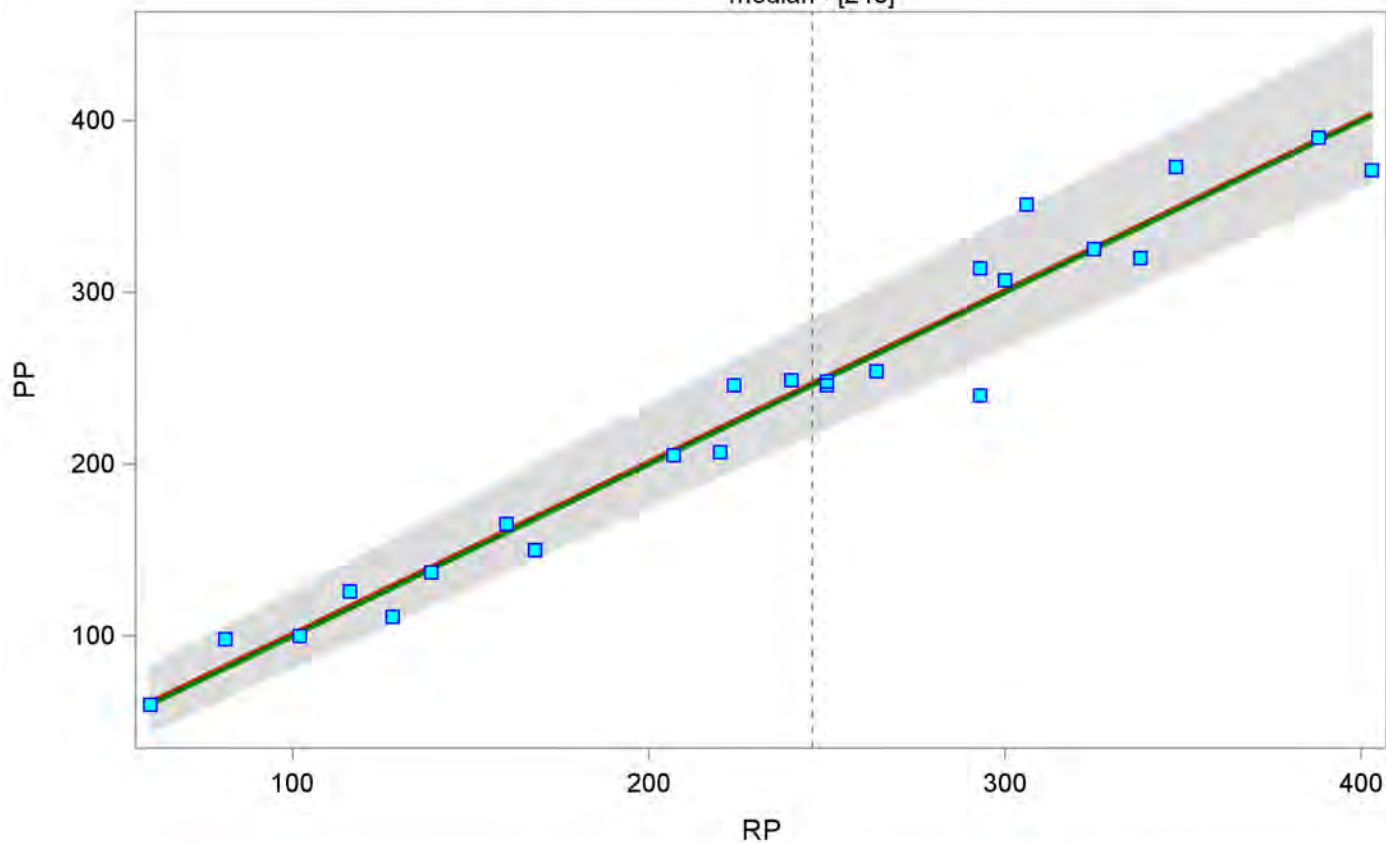
Bablok-Passing regression - RP (min= 60 , max= 390)
===== Wodoroweglany =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	1.39903	0.99752	9.53442	-12.69484	17.90603
Slope	200	0.99908	1.00000	0.04758	0.93127	1.08416

Bablok-Passing regression - Wodoroweglany (min=60 , max=390)

median= [246]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla PP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

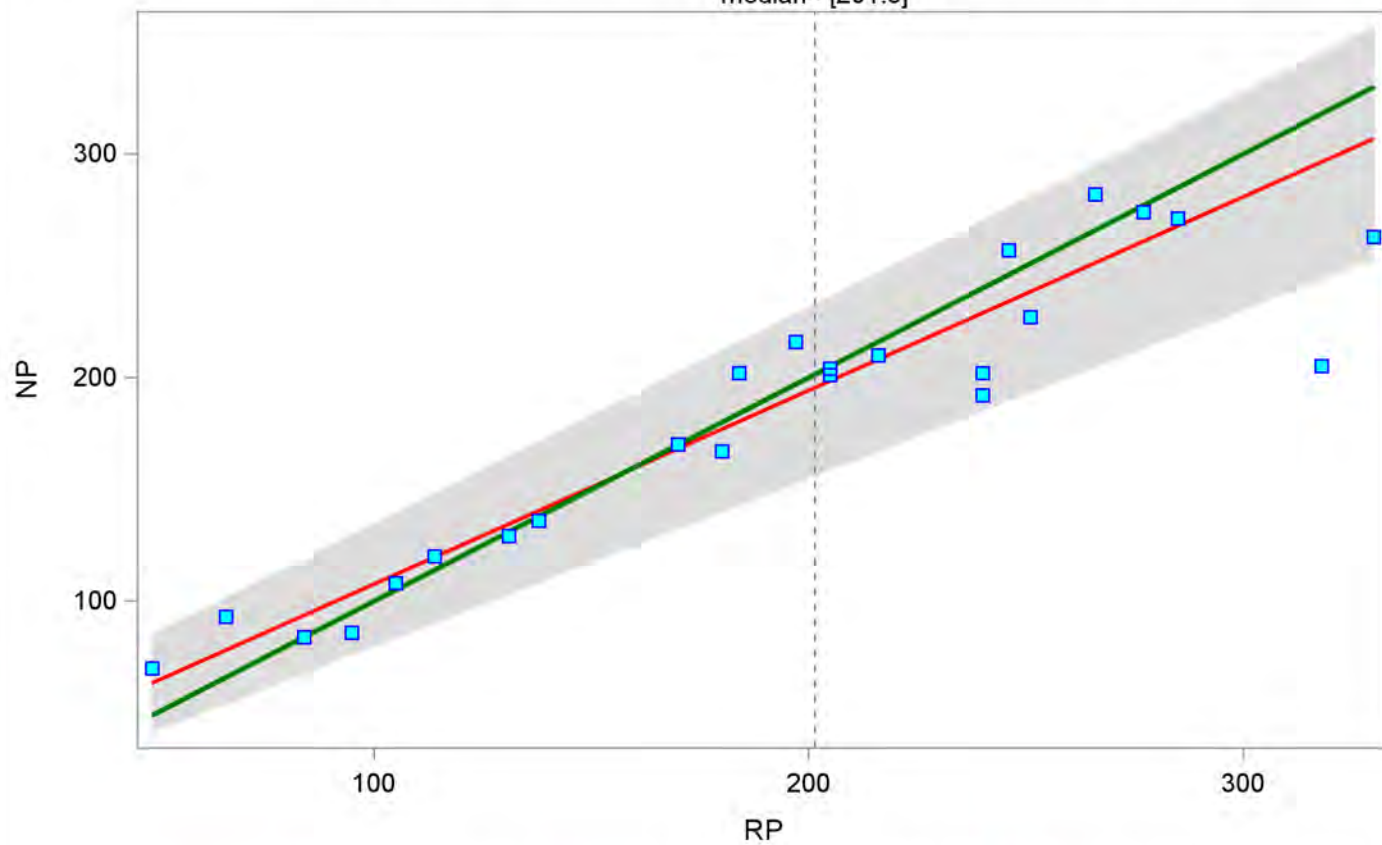
Bablok-Passing regression - RP (min= 49 , max= 282)
==== Zasadowosc_ogolna =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	20.81164	19.86211	11.69240	3.97727	37.96995
Slope	200	0.86616	0.87500	0.07471	0.75319	0.96694

Bablok-Passing regression - Zasadowosc_ogolna (min=49 , max=282)

median= [201.5]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

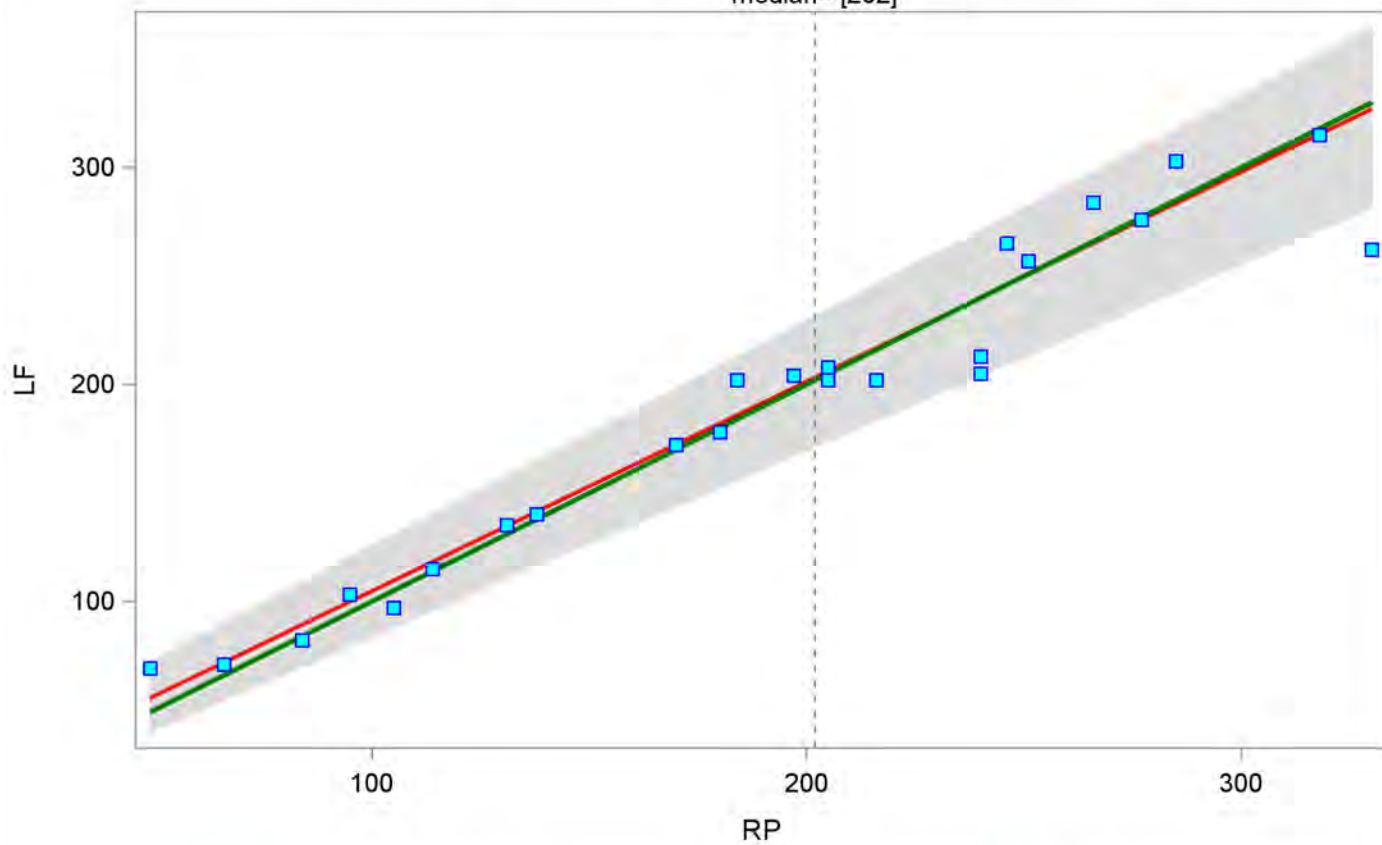
Bablok-Passing regression - RP (min= 49 , max= 315)
==== Zasadowosc_ogolna =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	7.90419	6.87678	7.11935	-3.01328	21.66794
Slope	200	0.96646	0.97276	0.04752	0.85986	1.04085

Bablok-Passing regression - Zasadowosc_ogolna (min=49 , max=315)

median= [202]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

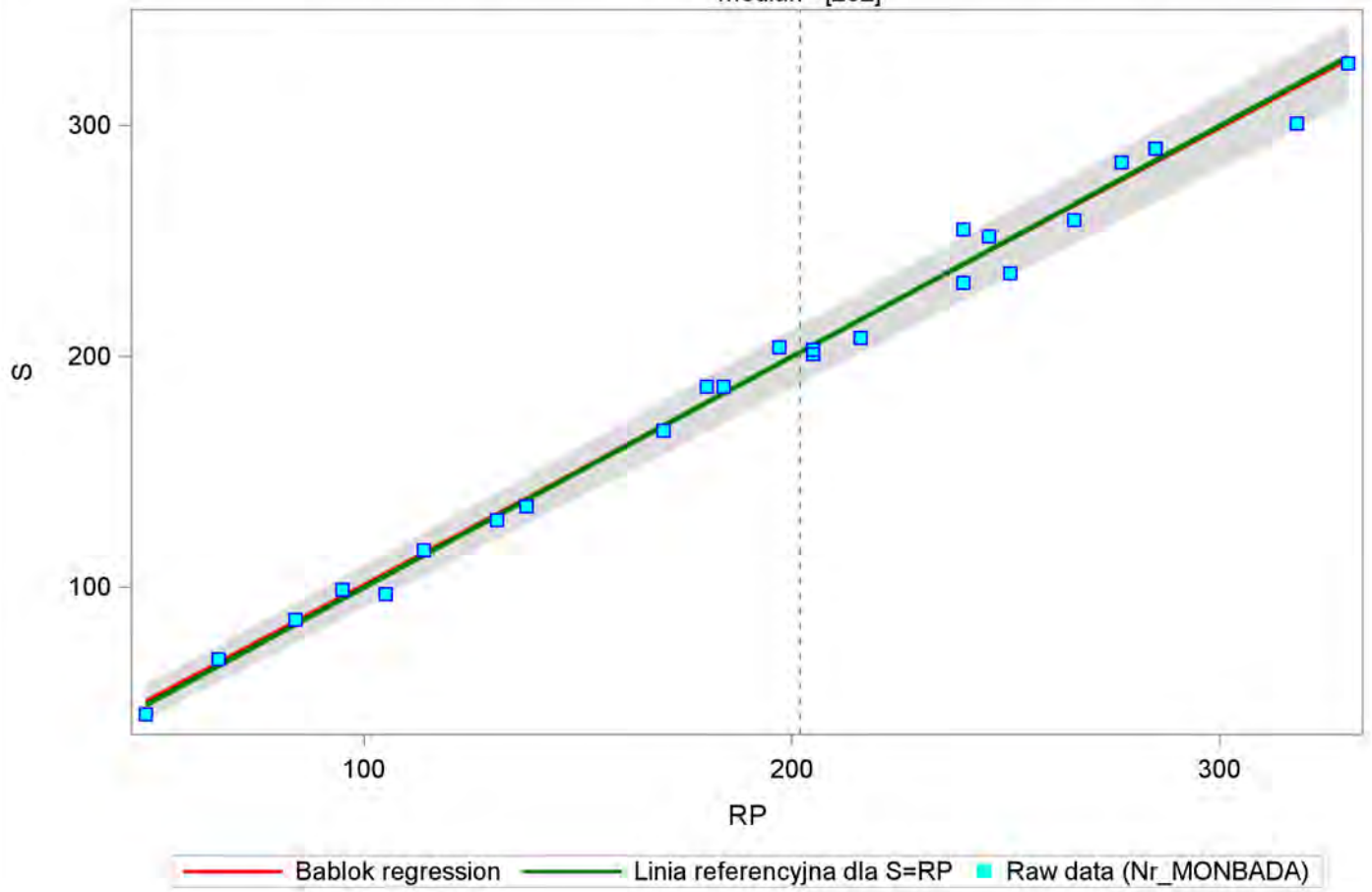
Bablok-Passing regression - RP (min= 49 , max= 327)
==== Zasadowosc_ogolna ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	2.02571	2.00000	3.64202	-4.04224	7.48752
Slope	200	0.98927	1.00000	0.02417	0.95000	1.01990

Bablok-Passing regression - Zasadowosc_ogolna (min=49 , max=327)

median= [202]



filtr:

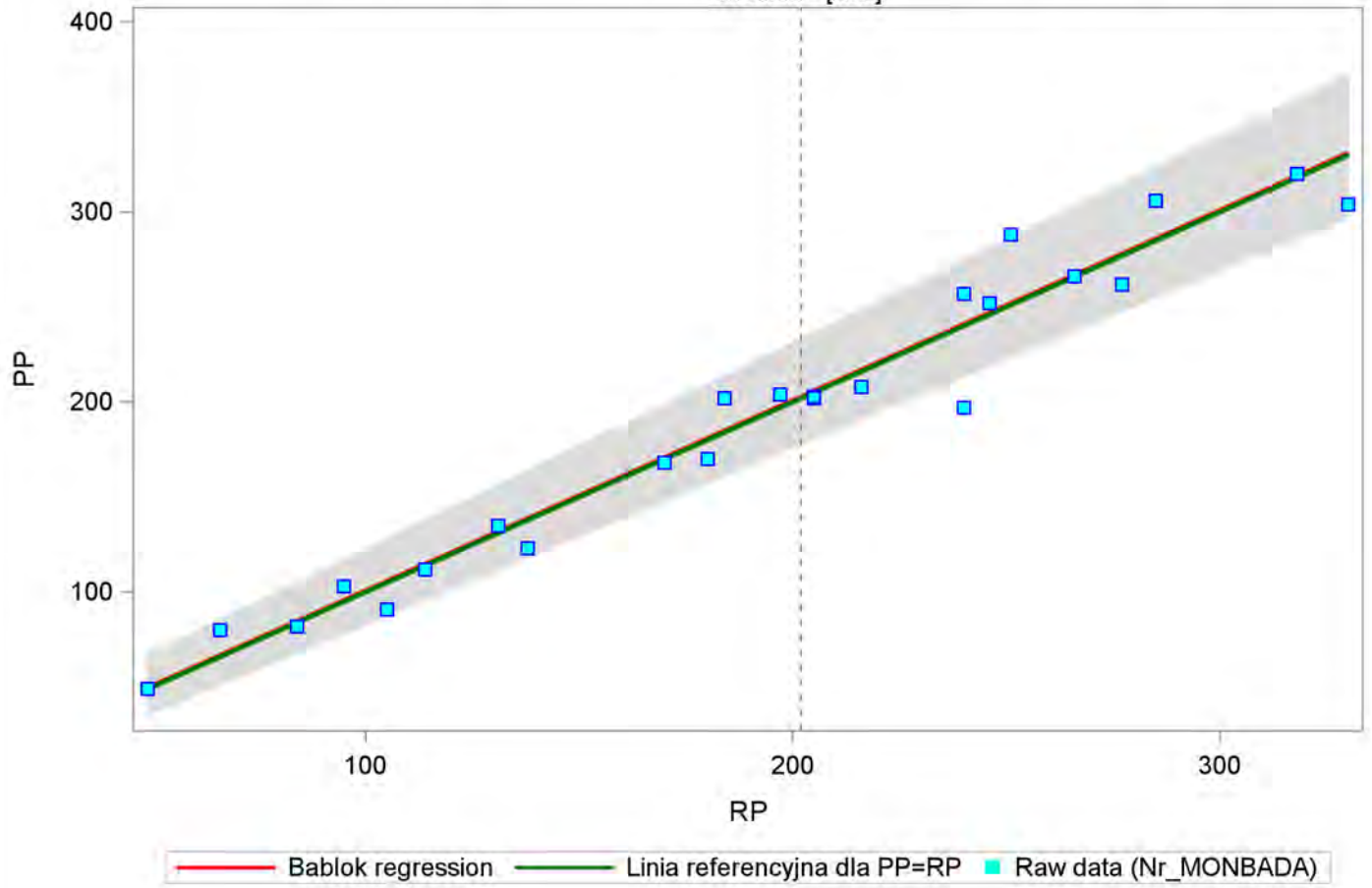
Bablok-Passing regression - RP (min= 49 , max= 320)
==== Zasadowosc_ogolna =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.71421	0.60358	7.86255	-11.09833	14.29412
Slope	200	1.00081	1.00000	0.04787	0.93132	1.08696

Bablok-Passing regression - Zasadowosc_ogolna (min=49 , max=320)

median= [202]



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.005 , max= 16.83)

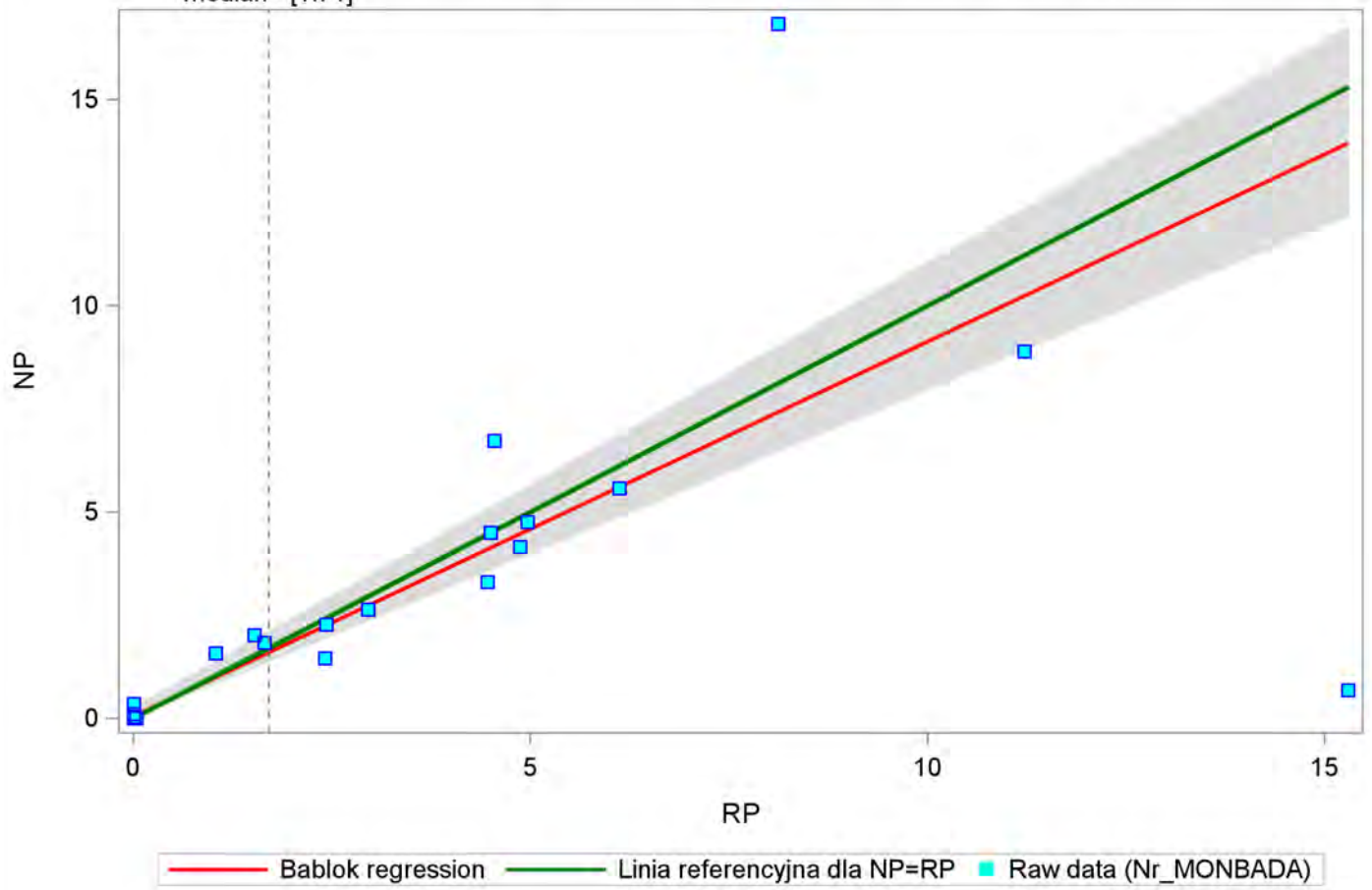
==== Zelazo ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.03999	0.00073	0.08248	0.00000	0.28440
Slope	200	0.90788	0.89749	0.08863	0.79340	1.07767

Bablok-Passing regression - Zelazo (min=0.005 , max=16.83)

median= [1.71]



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.005 , max= 22.09)

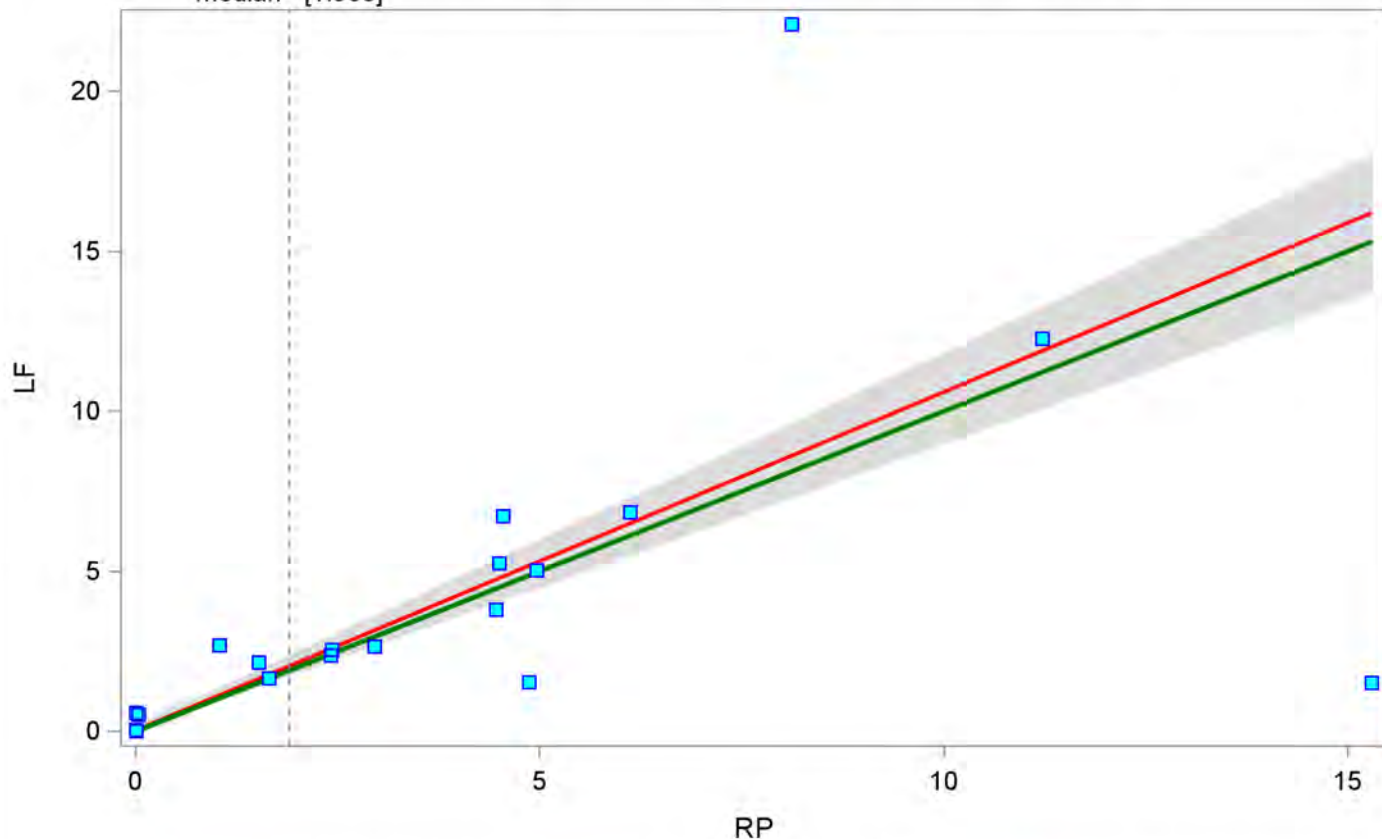
==== Zelazo ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.02056	-0.00023	0.07773	-0.00090	0.15640
Slope	200	1.05670	1.04536	0.09761	0.89516	1.16685

Bablok-Passing regression - Zelazo (min=0.005 , max=22.09)

median= [1.905]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla LF=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.005 , max= 17.32)

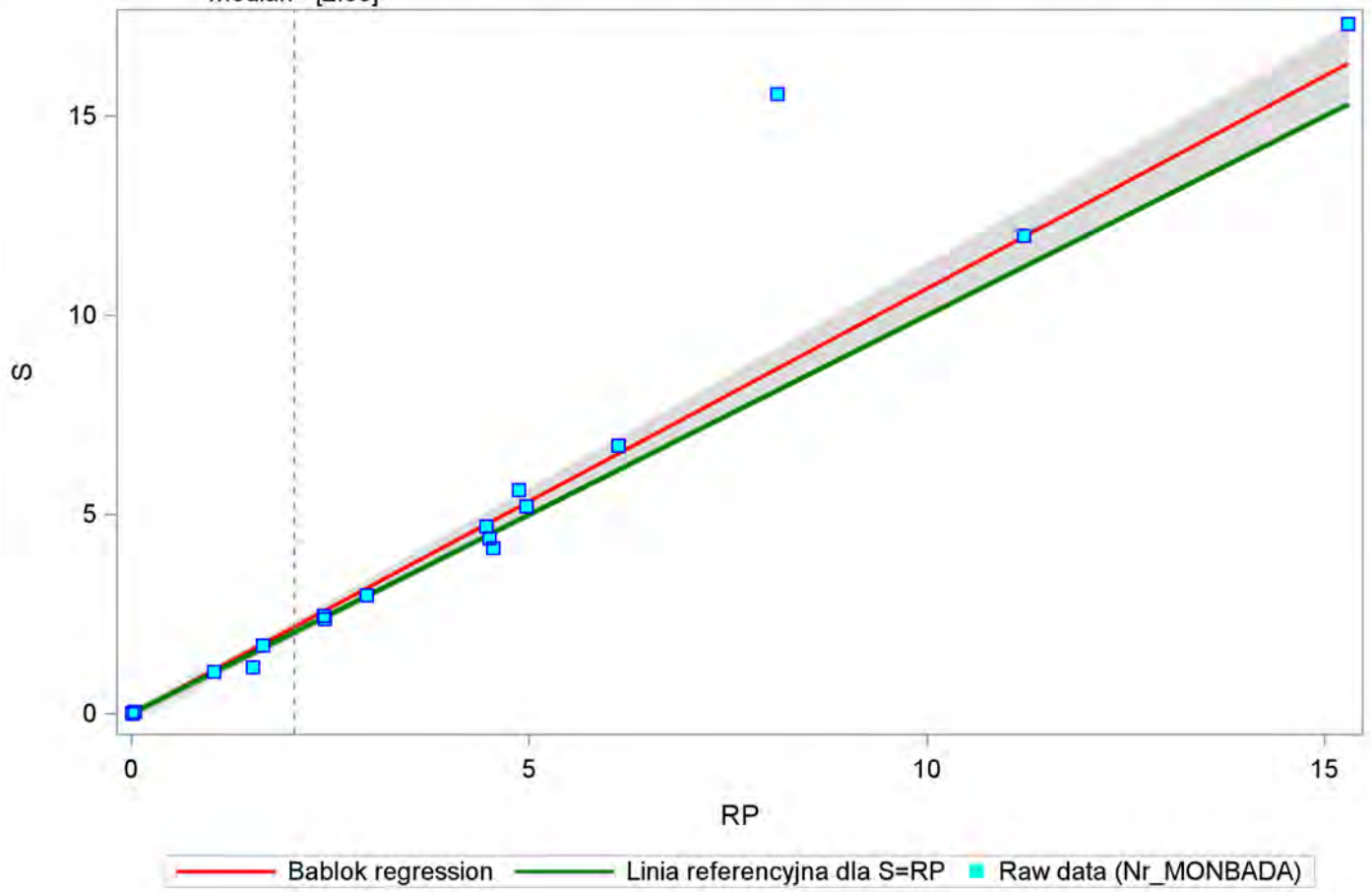
==== Zelazo ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.02025	-0.00067	0.06321	-0.16578	-0.00005
Slope	200	1.06797	1.06725	0.03459	1.01040	1.13207

Bablok-Passing regression - Zelazo (min=0.005 , max=17.32)

median= [2.05]



filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.005 , max= 18.74)

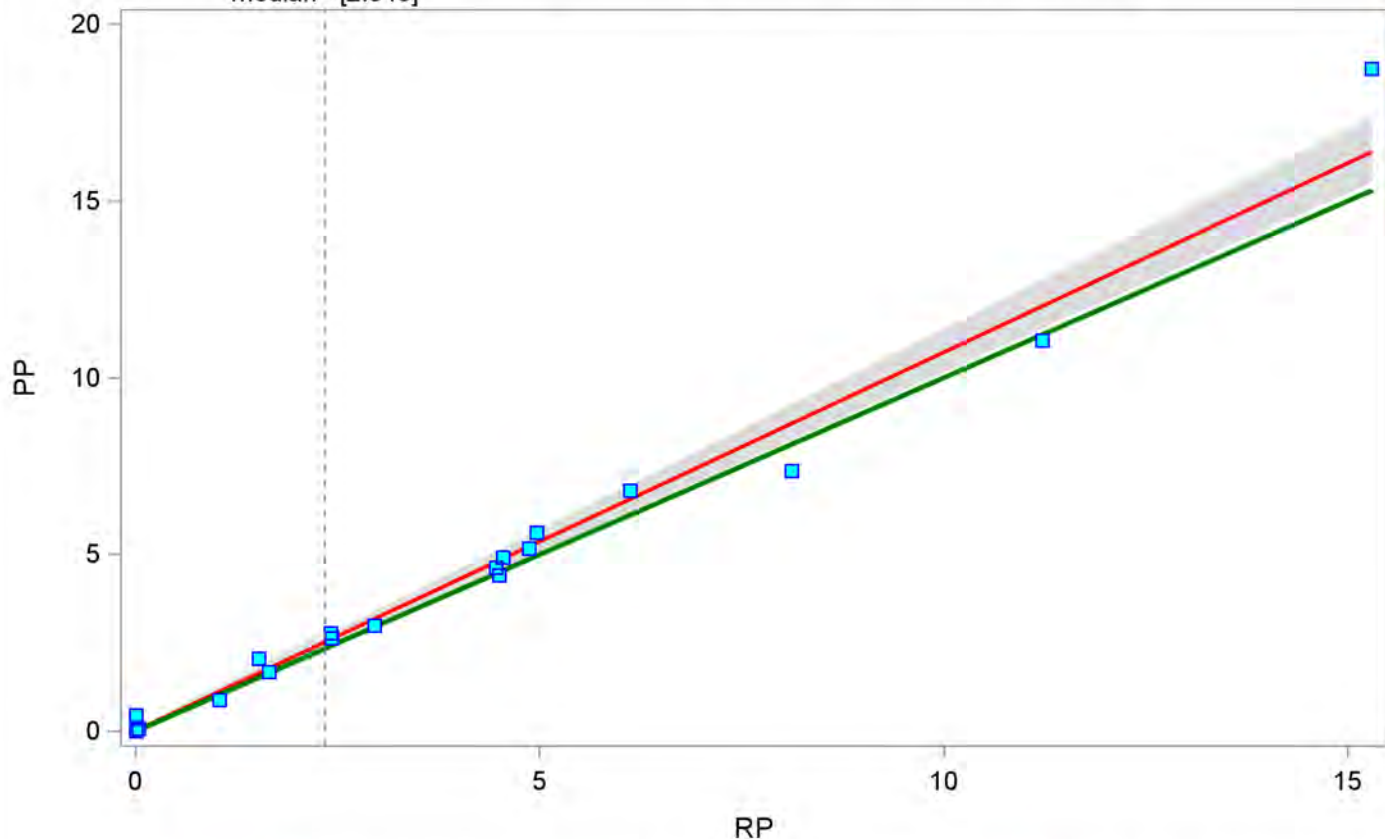
==== Zelazo ====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	0.00668	0.00460	0.03031	-0.00095	0.03673
Slope	200	1.07022	1.07326	0.04336	1.01354	1.13359

Bablok-Passing regression - Zelazo (min=0.005 , max=18.74)

median= [2.345]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla PP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

filtr:

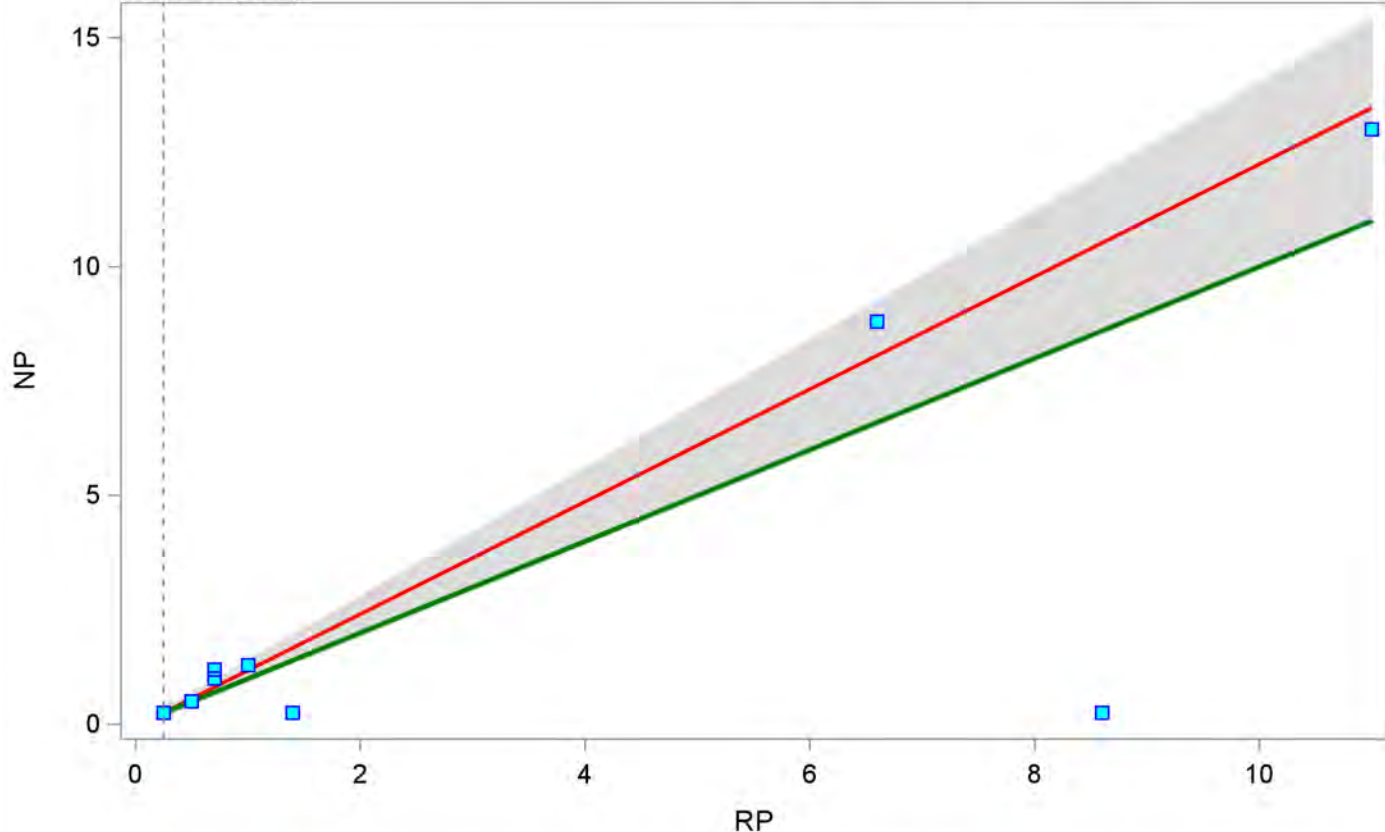
Bablok-Passing regression - RP (min= 0.25 , max= 13)
===== SPCA =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.05720	-0.04706	0.05933	-0.10107	0.00000
Slope	200	1.22878	1.18826	0.23732	1.00000	1.40430

Bablok-Passing regression - SPCA (min=0.25 , max=13)

median= [0.25]



— Bablok regression — Linia referencyjna dla NP=RP ■ Raw data (Nr_MONBADA)

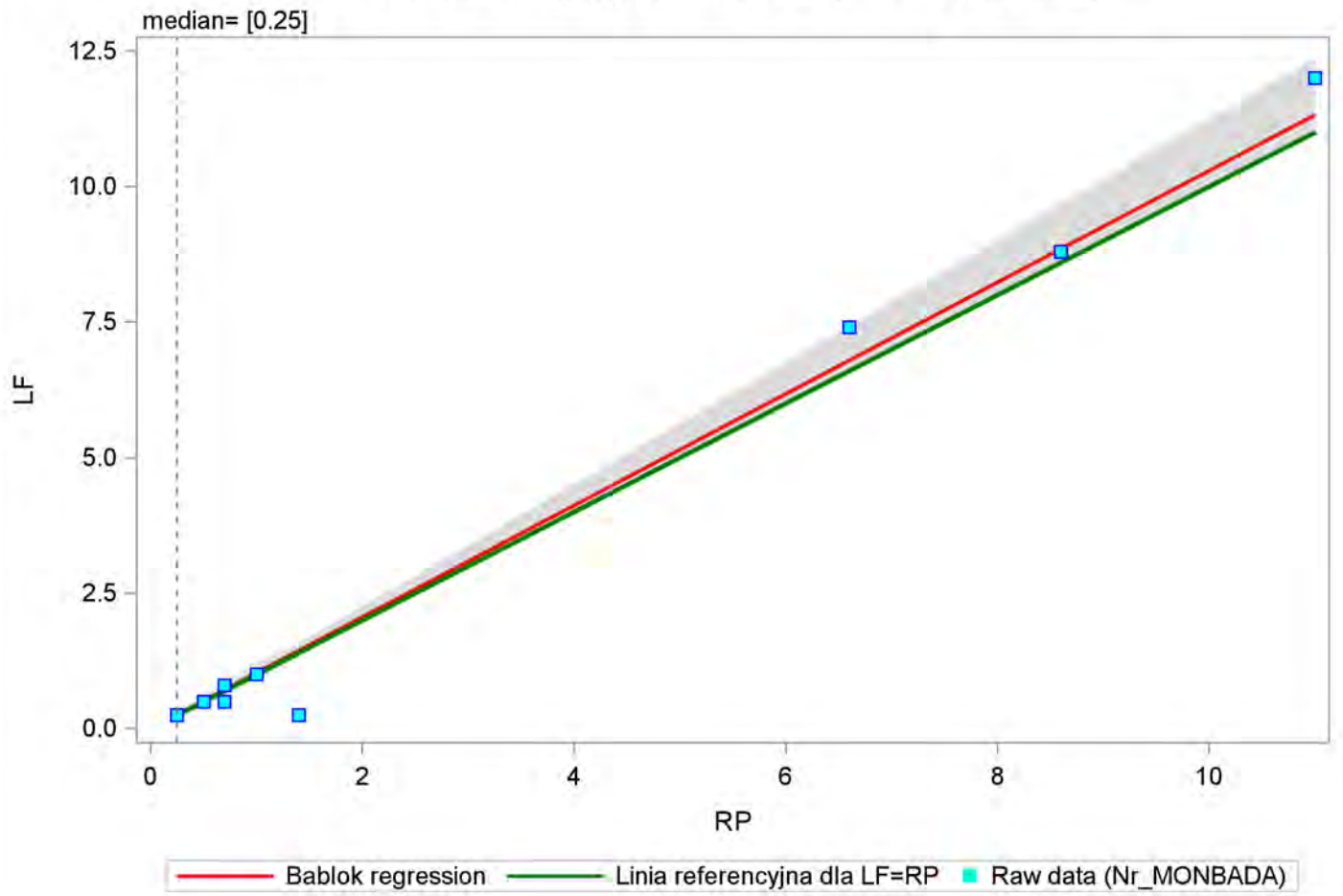
filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.25 , max= 12)
===== SPCA =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00733	-0.00599	0.02185	-0.03150	0.00000
Slope	200	1.02933	1.02395	0.08740	1.00000	1.12598

Bablok-Passing regression - SPCA (min=0.25 , max=12)



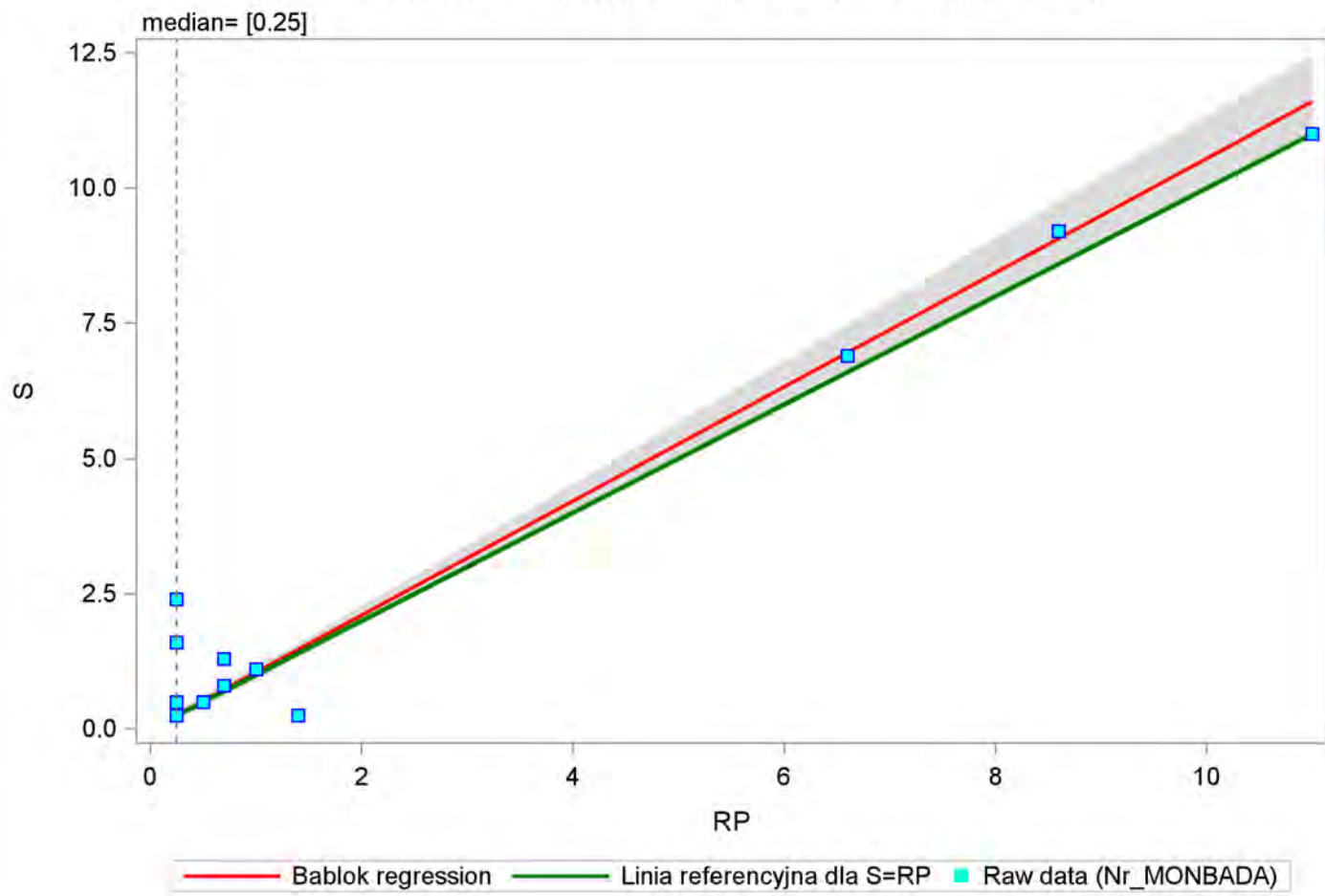
filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.25 , max= 11)
===== SPCA =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.01384	-0.01181	0.01245	-0.03333	0.00000
Slope	200	1.05535	1.04724	0.04982	1.00000	1.13333

Bablok-Passing regression - SPCA (min=0.25 , max=11)



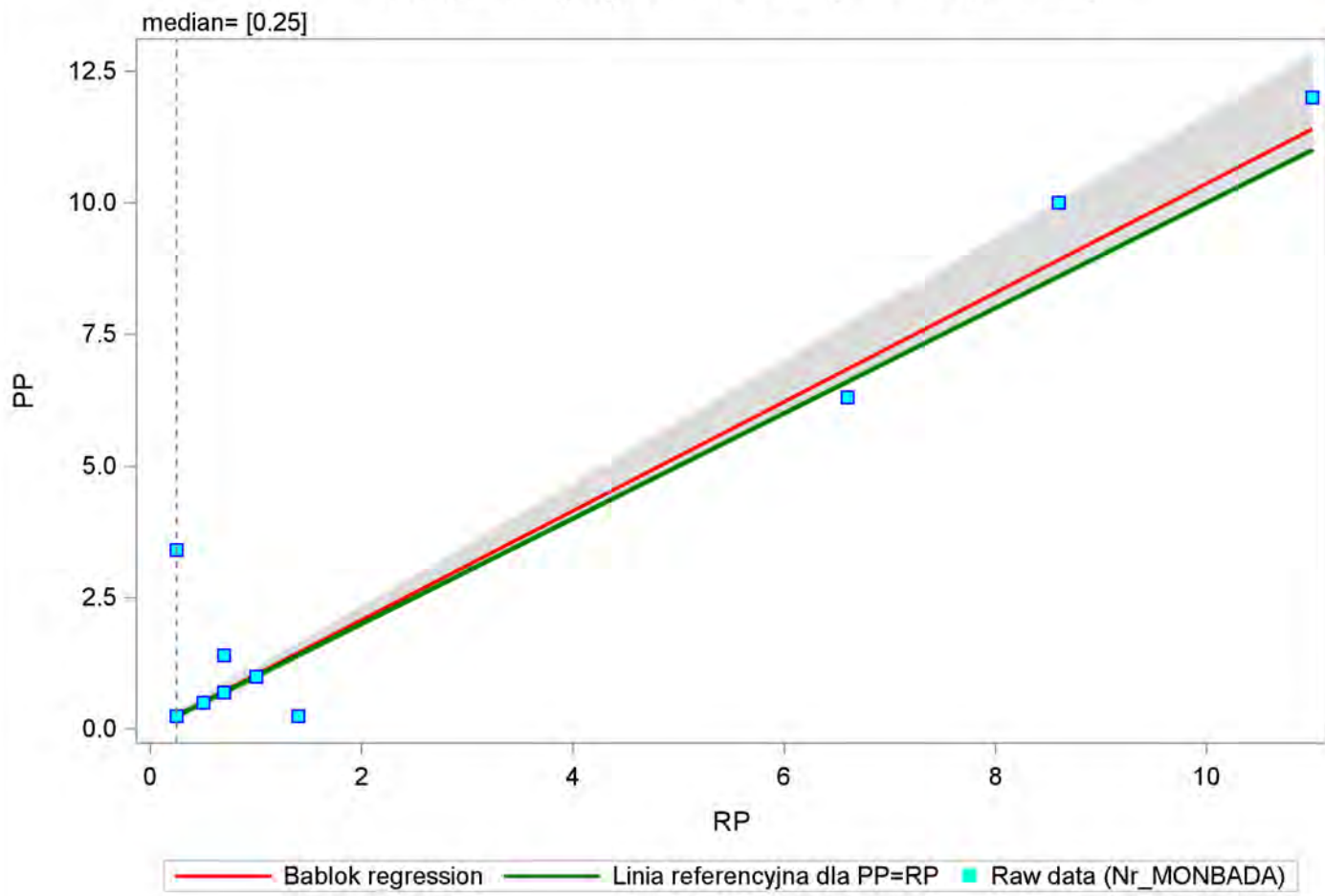
filtr:

Bablok-Passing regression - RP (min= 0.25 , max= 12)
===== SPCA =====

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Median	Std Dev	5th Pctl	95th Pctl
Intercept	200	-0.00909	0.00000	0.01431	-0.04192	0.00000
Slope	200	1.03635	1.00000	0.05724	1.00000	1.16766

Bablok-Passing regression - SPCA (min=0.25 , max=12)



filtr:

Klasy jakości wód podziemnych i ocena stanu chemicznego wód podziemnych w punktach badawczych, wyznaczone na podstawie pojedynczych analiz próbek wód w podziale na stosowane metody prospekcji hydrogeologicznej

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Guzów	II/396/1	289	7420084	NP	podstawowa	temp., PEW, O ₂ , Mn, SO ₄ , HCO ₃ , Fe	Ca			III	dobry
				NP	dubel	temp., PEW, O ₂ , Mn, SO ₄ , HCO ₃ , Fe	Ca			III	dobry
				LF	podstawowa	temp., O ₂ , Mn, SO ₄ , HCO ₃ , Fe	Ca			III	dobry
				LF	dubel	temp., O ₂ , Mn, SO ₄ , HCO ₃ , Fe	Ca			III	dobry
				RP	podstawowa	PEW, O ₂ , Ni, SO ₄	temp., NO ₃ , Ca, HCO ₃			III	dobry
				RP	dubel	temp., PEW, O ₂ , Ni, SO ₄	NO ₃ , Ca, HCO ₃			III	dobry
				S	podstawowa	temp., PEW, O ₂ , Ni, SO ₄	NO ₃ , Ca, HCO ₃			III	dobry
				S	dubel	temp., PEW, O ₂ , Ni, SO ₄	NO ₃ , Ca, HCO ₃			III	dobry
				PP	podstawowa	temp., PEW, O ₂ , Ni, SO ₄	NO ₃ , Ca, HCO ₃			III	dobry
				PP	dubel	temp., PEW, O ₂ , Ni, SO ₄	NO ₃ , Ca, HCO ₃			III	dobry

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Wymysle Polskie	II/1072/1	2167	4830039	NP	podstawowa	temp., O ₂ , NO ₃ , SO ₄ , Ca, HCO ₃				II	dobry
				NP	dubel	temp., O ₂ , NO ₃ , SO ₄ , Ca, HCO ₃				II	dobry
				LF	podstawowa	PEW, O ₂ , Zn, SO ₄	temp., NO ₃ , Ca, HCO ₃			III	dobry
				LF	dubel	PEW, O ₂ , Zn, SO ₄	temp., NO ₃ , Ca, HCO ₃			III	dobry
				RP	podstawowa	temp., PEW, O ₂ , SO ₄	Ca, HCO ₃	NO ₃		IV	słaby
				RP	dubel	temp., PEW, O ₂ , SO ₄	Ca, HCO ₃	NO ₃		IV	słaby
				S	podstawowa	temp., PEW, O ₂ , SO ₄	Ca, HCO ₃	NO ₃		IV	słaby
				S	dubel	temp., PEW, O ₂ , SO ₄	Ca, HCO ₃	NO ₃		IV	słaby
				PP	podstawowa	PEW, O ₂ , SO ₄	temp., NO ₃ , Ca, HCO ₃			III	dobry
				PP	dubel	PEW, O ₂ , SO ₄	temp., NO ₃ , Ca, HCO ₃			III	dobry

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Rytwiary	II/896/1	1404	8860095	NP	podstawowa	O ₂ , SO ₄ , HCO ₃ , Fe	temp., Mn, Ca			III	dobry
				NP	dubel	O ₂ , SO ₄ , HCO ₃ , Fe	temp., Mn, Ca			III	dobry
				LF	podstawowa	temp., O ₂ , SO ₄ , HCO ₃ , Fe	Mn, Ca, Fe			III	dobry
				LF	dubel	temp., O ₂ , SO ₄ , HCO ₃	O ₂ , Mn, Ca, Fe			III	dobry
				RP	podstawowa	temp., PEW, SO ₄ , HCO ₃	O ₂ , NH ₄ , Ca		Mn, Fe	V	słaby
				RP	dubel	temp., PEW, SO ₄ , HCO ₃	O ₂ , Ca	NH ₄	Mn, Fe	V	słaby
				S	podstawowa	temp., PEW, O ₂ , SO ₄ , HCO ₃	Ca	NH ₄	Mn, Fe	V	słaby
				S	dubel	temp., PEW, O ₂ , SO ₄ , HCO ₃	Ca	NH ₄	Mn, Fe	V	słaby
				PP	podstawowa	PEW, O ₂ , SO ₄ , HCO ₃	temp., Ca	NH ₄	Mn, Fe	V	słaby
				PP	dubel	PEW, O ₂ , SO ₄ , HCO ₃	temp., Ca	NH ₄	Mn, Fe	V	słaby

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Mroczków	II/1375/1	2324	7780012	NP	podstawowa	temp., O ₂ , Mn, Ni		NO ₃	K	V	słaby
				NP	dubel	temp., O ₂ , Mn, Ni		pH, NO ₃	K	V	słaby
				LF	podstawowa	O ₂ , Mn, Ni	temp.	pH, NO ₃	K	V	słaby
				LF	dubel	temp., O ₂ , Ni		pH	NO ₃ , K	V	słaby
				RP	podstawowa	temp., O ₂ , Ni		pH	NO ₃ , K	V	słaby
				RP	dubel	temp., O ₂ , Ni		pH	NO ₃ , K	V	słaby
				S	podstawowa	temp., O ₂ , Ni		pH	NO ₃ , K	V	słaby
				S	dubel	temp., O ₂ , Ni		pH	NO ₃ , K	V	słaby
				PP	podstawowa	temp., O ₂ , Ni		pH, NO ₃	K	V	słaby
				PP	dubel	temp., O ₂ , Ni		pH	NO ₃ , K	V	słaby

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Zaświatyce	II/596/1	1368	6430001	NP	podstawowa	temp., O ₂ , NH ₄	Mn		Fe	V	słaby
				NP	dubel	temp., O ₂ , NH ₄	Mn		Fe	V	słaby
				LF	podstawowa	temp., O ₂ , NH ₄	Mn		Fe	V	słaby
				LF	dubel	temp., O ₂ , NH ₄	Mn		Fe	V	słaby
				RP	podstawowa	temp., O ₂ , NH ₄		Fe		IV	słaby
				RP	dubel	temp., Mn	O ₂	Fe		IV	słaby
				S	podstawowa	temp.	O ₂ , Mn		Fe	V	słaby
				S	dubel	temp., NH ₄	O ₂ , Mn		Fe	V	słaby
				PP	podstawowa	temp., O ₂ , Mn		Fe		IV	słaby
				PP	dubel	temp., O ₂ , Mn		Fe		IV	słaby

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Sztutowo	II/1746/1	1457	570087	NP	podstawowa	temp., O ₂ , Mn	C, Fe			III	dobry
				NP	dubel	temp., O ₂ , Mn	C, Fe			III	dobry
				LF	podstawowa	temp., O ₂ , C	Fe			III	dobry
				LF	dubel	temp., O ₂ , C, Mn, Fe				II	dobry
				RP	podstawowa	temp., O ₂ , NH ₄ , Mn	Fe			III	dobry
				RP	dubel	temp., O ₂ , NH ₄ , Mn	Fe			III	dobry
				S	podstawowa	temp., O ₂ , NH ₄ , Mn		Fe		IV	słaby
				S	dubel	temp., NH ₄ , Mn	O ₂ , C	Fe		IV	słaby
				PP	podstawowa	temp., O ₂ , NH ₄ , Mn	C	Fe		IV	słaby
				PP	dubel	temp., O ₂ , Mn	C	Fe		IV	słaby

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Piaski	II/1749/1	1459	310034	NP	podstawowa	temp., O ₂ , C, Mn		Fe		IV	slaby
				NP	dubel	temp., O ₂ , C, Mn		Fe		IV	slaby
				LF	podstawowa	temp, Mn	O ₂	Fe		IV	slaby
				LF	dubel	C, Mn, Ca	temp., O ₂	Fe		IV	slaby
				RP	podstawowa	temp., O ₂ , C, Mn		Fe		IV	slaby
				RP	dubel	temp., C, Mn	O ₂	Fe		IV	slaby
				S	podstawowa	temp., C, Mn	O ₂	Fe		IV	slaby
				S	dubel	temp., C, Mn	O ₂	Fe		IV	slaby
				PP	podstawowa	temp., O ₂ , C, Mn		Fe		IV	slaby
				PP	dubel	O ₂ , C, Mn	temp.	Fe		IV	slaby

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Januszewice	II/1390/1	2315	8120084	NP	podstawowa	temp., O ₂ , Ca, HCO ₃	NO ₃			III	dobry
				NP	dubel	O ₂ , Ca, HCO ₃	temp., NO ₃			III	dobry
				LF	podstawowa	O ₂ , Ca, HCO ₃	temp., NO ₃			III	dobry
				LF	dubel	O ₂ , Ca, HCO ₃	temp., NO ₃			III	dobry
				RP	podstawowa	temp., O ₂ , Ca, HCO ₃	NO ₃			III	dobry
				RP	dubel	temp., O ₂ , Ca, HCO ₃	NO ₃			III	dobry
				S	podstawowa	temp., O ₂ , Ca, HCO ₃	NO ₃			III	dobry
				S	dubel	temp., O ₂ , Ca, HCO ₃	NO ₃			III	dobry
				PP	podstawowa	O ₂ , Ca, HCO ₃	temp., NO ₃			III	dobry
				PP	dubel	O ₂ , Ca, HCO ₃	temp., NO ₃			III	dobry

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Nowe Iganie	II/964/2	2095	5280072	NP	podstawowa	O ₂ , SO ₄ , HCO ₃	temp., NO ₃ , Ca			III	dobry
				NP	dubel	O ₂ , SO ₄ , HCO ₃	temp., NO ₃ , Ca			III	dobry
				LF	podstawowa	O ₂ , NO ₃ , SO ₄ , HCO ₃	NO ₃ , Ca	temp.		IV	slaby
				LF	dubel	O ₂ , Mn, SO ₄ , T, HCO ₃	NO ₃ , Ca	temp.		IV	slaby
				RP	podstawowa	O ₂ , SO ₄ , T, HCO ₃	temp., NO ₃ , Ca			III	dobry
				RP	dubel	O ₂ , SO ₄ , T, HCO ₃	temp., NO ₃ , Ca			III	dobry
				S	podstawowa	temp., O ₂ , SO ₄ , T, HCO ₃	NO ₃ , Ca			III	dobry
				S	dubel	temp., O ₂ , SO ₄ , T, HCO ₃	NO ₃ , Ca			III	dobry
				PP	podstawowa	O ₂ , SO ₄ , T, HCO ₃	temp., NO ₃ , Ca			III	dobry
				PP	dubel	O ₂ , SO ₄ , T, HCO ₃	temp., NO ₃ , Ca			III	dobry

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Cieblowice	II/1392/1	2304	6670256	NP	podstawowa	temp., O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe			III	dobry
				NP	dubel	temp., O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe			III	dobry
				LF	podstawowa	Mn, Ca, HCO ₃	O ₂ , Fe			III	dobry
				LF	dubel	temp., Mn, T, Ca, HCO ₃	O ₂ , Fe			III	dobry
				RP	podstawowa	temp., O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe			III	dobry
				RP	dubel	temp., O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe			III	dobry
				S	podstawowa	O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe			III	dobry
				S	dubel	temp., O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe			III	dobry
				PP	podstawowa	temp., O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe			III	dobry
				PP	dubel	temp., O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe			III	dobry

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Kluki	II/1751/1	1751	20005	NP	podstawowa	temp., O ₂ , Ti, Ca, HCO ₃	Mn,	C, Fe	NH ₄ , K	V	slaby
				NP	dubel	temp., O ₂ , Ti, Ca	NO ₂ , Mn, HCO ₃	C, Fe	K	V	slaby
				LF	podstawowa	temp., Ti, Ca, HCO ₃	O ₂ , NO ₂ , Mn	C	NH ₄ , K, Fe	V	slaby
				LF	dubel	temp., NO ₂ , Ti, Ca, HCO ₃	O ₂ , Mn	C	NH ₄ , K, Fe	V	slaby
				RP	podstawowa	temp., O ₂ , V, Ca, HCO ₃	Mn	C	NH ₄ , K, Fe	V	slaby
				RP	dubel	temp., O ₂ , Ti, Ca, HCO ₃	Mn	C	NH ₄ , K, Fe	V	slaby
				S	podstawowa	temp., O ₂ , Ca, HCO ₃		C	NH ₄ , Mn, K, Fe	V	slaby
				S	dubel	temp., O ₂ , Ca, HCO ₃	Mn	C	NH ₄ , K, Fe	V	slaby
				PP	podstawowa	temp., O ₂ , Ti, Ca	Mn, HCO ₃	C	NH ₄ , K, Fe	V	slaby
				PP	dubel	temp., O ₂ , Ti, Ca	Mn, HCO ₃	C	NH ₄ , K, Fe	V	slaby

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Hel	II/707/1	1423	170017	NP	podstawowa	temp., O ₂	Fe		NH ₄	V	slaby
				NP	dubel	temp., O ₂	Fe		NH ₄	V	slaby
				LF	podstawowa	temp., Mn	O ₂ , Fe		NH ₄	V	slaby
				LF	dubel	temp., Mn	O ₂ , Fe		NH ₄	V	slaby
				RP	podstawowa	temp., Mn	O ₂ , Fe		NH ₄	V	slaby
				RP	dubel	temp., Mn	O ₂ , Fe		NH ₄	V	slaby
				S	podstawowa	temp., Mn	O ₂ , Fe		NH ₄	V	slaby
				S	dubel	temp., Mn	O ₂ , Fe		NH ₄	V	slaby
				PP	podstawowa	O ₂ , Mn	temp., Fe		NH ₄	V	slaby
				PP	dubel	O ₂ , Mn	temp., Fe		NH ₄	V	slaby

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Jastarania	II/1909/1	2026	70034	NP	podstawowa	temp., O ₂ , Cl, Mn, Ti	NH ₄ , Fe	pH, C		IV	slaby
				NP	dubel	temp., O ₂ , Cl, Mn, Ti	NH ₄ , Fe	pH, C		IV	slaby
				LF	podstawowa	temp., NH ₄ , Cl, Ti	O ₂ , Fe	pH, C		IV	slaby
				LF	dubel	temp., NH ₄ , Cl, Ti	O ₂ , Fe	pH, C		IV	slaby
				RP	podstawowa	temp., O ₂ , Cl, Ti	NH ₄ , Fe	pH, C		IV	slaby
				RP	dubel	temp., O ₂ , Cl, Ti	NH ₄ , Fe	pH, C		IV	slaby
				S	podstawowa	temp., O ₂ , Cl, Ti	NH ₄ , Fe	pH, C		IV	slaby
				S	dubel	temp., Cl, Ti	O ₂ , NH ₄ , Fe	pH, C		IV	slaby
				PP	podstawowa	temp., O ₂ , Cl, Mn, Ti	NH ₄ , Fe	pH, C		IV	slaby
				PP	dubel	temp., O ₂ , Cl, Mn, Ti	NH ₄ , Fe	pH, C		IV	slaby

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Gralewo	II/1873/1	1609	2880128	NP	podstawowa	temp., O ₂ , Ca, HCO ₃				II	dobry
				NP	dubel	temp., O ₂ , Ca, HCO ₃				II	dobry
				LF	podstawowa	O ₂ , Ca, HCO ₃				II	dobry
				LF	dubel	O ₂ , Ca, HCO ₃				II	dobry
				RP	podstawowa	O ₂ , Ca, HCO ₃				II	dobry
				RP	dubel	O ₂ , Ca, HCO ₃				II	dobry
				S	podstawowa	O ₂ , Ca, HCO ₃				II	dobry
				S	dubel	O ₂ , Ca, HCO ₃				II	dobry
				PP	podstawowa	O ₂ , Ca, HCO ₃ , Fe				II	dobry
				PP	dubel	O ₂ , Ca, HCO ₃ , Fe				II	dobry

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Granica 2	I/920/2	1702	5210165	NP	podstawowa	O ₂ , Mn, HCO ₃	temp., C, Ca, Fe			III	dobry
				NP	dubel	temp., Mn, HCO ₃	C, Ca, Fe			III	dobry
				LF	podstawowa	temp., NH ₄ , Mn	O ₂ , Ca, HCO ₃ , Fe	C		IV	slaby
				LF	dubel	temp., Mn	O ₂ , Ca, HCO ₃ , Fe	C		IV	slaby
				RP	podstawowa	temp., Mn, V, HCO ₃	O ₂ , Ca, Fe	C		IV	slaby
				RP	dubel	temp., Mn, V	O ₂ , Ca, HCO ₃ , Fe	C		IV	slaby
				S	podstawowa	temp., Mn	O ₂ , Ca, HCO ₃ , Fe	C		IV	slaby
				S	dubel	temp., Mn	O ₂ , Ca, HCO ₃ , Fe	C		IV	slaby
				PP	podstawowa	O ₂ , Mn	temp., Ca, HCO ₃ , Fe	C		IV	slaby
				PP	dubel	O ₂ , Mn, HCO ₃	temp., Ca, Fe	C		IV	slaby

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Radzymin	I/970/3	1537	4880362	NP	podstawowa	temp., O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe		As	V	slaby
				NP	dubel	temp., O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe		As	V	slaby
				LF	podstawowa	temp., Mn, Ca, HCO ₃	O ₂ , Fe		As	V	slaby
				LF	dubel	temp., Mn, Ca, HCO ₃	O ₂ , Fe		As	V	slaby
				RP	podstawowa	temp., O ₂ , NH ₄ ⁺ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe		As	V	slaby
				RP	dubel	temp., O ₂ , NH ₄ ⁺ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe		As	V	slaby
				S	podstawowa	temp., O ₂ , NH ₄ ⁺ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe		As	V	slaby
				S	dubel	temp., O ₂ , NH ₄ ⁺ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe		As	V	slaby
				PP	podstawowa	temp., O ₂ , NH ₄ ⁺ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe		As	V	slaby
PP	dubel	temp., O ₂ , NH ₄ ⁺ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe		As	V	slaby				

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Sulejów	II/1391/1	2345	7020171	NP	podstawowa	temp., O ₂ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Ca		pH		IV	slaby
				NP	dubel	temp., O ₂ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Ca		pH		IV	slaby
				LF	podstawowa	O ₂ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , Ni, SO ₄ ²⁻ , Ca		pH		IV	slaby
				LF	dubel	temp., O ₂ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , Ni, SO ₄ ²⁻ , Ca		pH		IV	slaby
				RP	podstawowa	temp., O ₂ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , Ni, SO ₄ ²⁻ , Ca		pH		IV	slaby
				RP	dubel	temp., O ₂ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , Ni, SO ₄ ²⁻ , Ca		pH		IV	slaby
				S	podstawowa	O ₂ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , Ni, SO ₄ ²⁻ , Ca				II	dobry
				S	dubel	O ₂ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , Ni, SO ₄ ²⁻ , Ca		pH		IV	slaby
				PP	podstawowa	temp., O ₂ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , Ni, SO ₄ ²⁻ , Ca		pH		IV	slaby
				PP	dubel	temp., O ₂ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , Ni, SO ₄ ²⁻ , Ca		pH		IV	slaby

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Płońsk	II/98/1	435	4470037	NP	podstawowa	O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃	temp., Fe			III	dobry
				NP	dubel	O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃	temp., Fe			III	dobry
				LF	podstawowa	temp., Mn, Ca, HCO ₃	O ₂	Fe		IV	slaby
				LF	dubel	temp., Mn, Ca, HCO ₃	O ₂	Fe		IV	slaby
				RP	podstawowa	temp., O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe			III	dobry
				RP	dubel	temp., O ₂ , NH ₄ ⁺ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe			III	dobry
				S	podstawowa	temp., NH ₄ ⁺ , Mn, Ca, HCO ₃	O ₂ , Fe			III	dobry
				S	dubel	temp., NH ₄ ⁺ , Mn, Ca, HCO ₃	O ₂ , Fe			III	dobry
				PP	podstawowa	temp., O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe			III	dobry
				PP	dubel	O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃	temp., Fe			III	dobry

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Pętkowo Wielkie	II/1726/1	1456	4150062	NP	podstawowa	O ₂ , NO ₃ , Mn, SO ₄ , Ca	temp., U			III	dobry
				NP	dubel	O ₂ , NO ₃ , Mn, SO ₄ , Ca	temp., U	Hg		IV	slaby
				LF	podstawowa	NO ₃ , Mn, Mo, SO ₄ , Ca	temp., O ₂ , U			III	dobry
				LF	dubel	NO ₃ , Mn, Mo, SO ₄ , Ca	temp., O ₂ , U	Hg		IV	slaby
				RP	podstawowa	temp., NO ₃ , Mn, Mo, SO ₄ , Ca	O ₂ , U			III	dobry
				RP	dubel	temp., NO ₃ , Mn, Mo, SO ₄ , Ca	O ₂ , U	Hg		IV	slaby
				S	podstawowa	O ₂ , NO ₃ , Mn, Mo, SO ₄ , Ca	temp., U			III	dobry
				S	dubel	NO ₃ , Mn, Mo, SO ₄ , Ca	temp., O ₂ , U			III	dobry
				PP	podstawowa	O ₂ , Mn, Mo, SO ₄ , Ca	temp.			III	dobry
				PP	dubel	O ₂ , Mn, Mo, SO ₄ , Ca	temp.			III	dobry

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Narew	II/1065/1	2096	3810030	NP	podstawowa	O ₂ , C, NH ₄ , Ca, HCO ₃	temp., Mn, Fe			III	dobry
				NP	dubel	O ₂ , Ca, HCO ₃	temp., NH ₄ , Mn	C, Fe		IV	slaby
				LF	podstawowa	C, NH ₄ , Ca, HCO ₃	temp., O ₂ , Mn	Fe		IV	slaby
				LF	dubel	C, NH ₄ , Ca, HCO ₃	temp., O ₂ , Mn, Fe			III	dobry
				RP	podstawowa	C, NH ₄ , Ca, HCO ₃	temp., O ₂ , Mn, Fe			III	dobry
				RP	dubel	C, NH ₄ , Ca, HCO ₃	temp., O ₂ , Mn	Fe		IV	slaby
				S	podstawowa	C, Ca, HCO ₃	temp., O ₂ , NH ₄ , Mn	Fe		IV	slaby
				S	dubel	C, Ca, HCO ₃	temp., O ₂ , NH ₄ , Mn	Fe		IV	slaby
				PP	podstawowa	O ₂ , C, NH ₄ , Ca, HCO ₃	temp., Mn	Fe		IV	slaby
				PP	dubel	O ₂ , C, Ca, HCO ₃	temp., NH ₄ , Mn	Fe		IV	slaby

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Międzyzlesie	II/576/1	1168	6060010	NP	podstawowa	PEW, O ₂ , NO ₃ , Zn, Mo, Ni, Se, Ca, HCO ₃	temp., C		NO ₃ , K	V	slaby
				NP	dubel	PEW, O ₂ , C, NO ₃ , Zn, Mo, Ni, Se, Ca, HCO ₃	temp.		NO ₃ , K	V	slaby
				LF	podstawowa	temp., PEW, NO ₃ , Zn, Al, Mn, Mo, Ni, Se, Ca, HCO ₃ , Fe	O ₂ , C		NO ₃ , K	V	slaby
				LF	dubel	temp., PEW, NO ₃ , Mo, Ni, Se, Ca, HCO ₃	O ₂ , C		NO ₃ , K	V	slaby
				RP	podstawowa	temp., PEW, Mn, Cu, Mo, Ni, Se, V, Ca, HCO ₃	O ₂ , C, NO ₃	NO ₂	PO ₄ , K	V	slaby
				RP	dubel	temp., PEW, Mn, Cu, Mo, Ni, Ca, HCO ₃	O ₂ , C, NO ₃	NO ₂ , Se	K	V	slaby
				S	podstawowa	temp., PEW, Mn, Cu, Mo, Ni, Ca, HCO ₃	O ₂ , C, NO ₃	NO ₂ , Se	K	V	slaby
				S	dubel	temp., PEW, Mn, Cu, Mo, Ni, Se, Ca, HCO ₃	O ₂ , C, NO ₃	NO ₂	K	V	slaby
				PP	podstawowa	temp., PEW, O ₂ , C, Zn, Mn, Cu, Mo, Ni, Ca, HCO ₃	NO ₃ , NO ₂	Se	K	V	slaby
				PP	dubel	temp., PEW, O ₂ , C, Zn, Mn, Cu, Mo, Ni, Se, Ca, HCO ₃	NO ₃ , NO ₂		K	V	slaby

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Lubocheń	I/704/2	248	6670179	NP	podstawowa	temp., Mn, Ca, HCO ₃	O ₂ , Fe			III	dobry
				NP	dubel	O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃	temp.			III	dobry
				LF	podstawowa	temp., Mn, Ca, HCO ₃	O ₂ , Fe			III	dobry
				LF	dubel	temp., Mn, Ca, HCO ₃	O ₂ , Fe			III	dobry
				RP	podstawowa	Mn, Ca, HCO ₃	O ₂ , Fe			III	dobry
				RP	dubel	Mn, Ca, HCO ₃	O ₂ , Fe			III	dobry
				S	podstawowa	temp., O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe			III	dobry
				S	dubel	temp., Mn, Ca, HCO ₃	O ₂ , Fe			III	dobry
				PP	podstawowa	temp., O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃ , Fe				II	dobry
PP	dubel	O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃ , Fe	temp.			III	dobry				

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Strzyżowice	II/1395/1	2061	6750105	NP	podstawowa	O ₂ , Mn, HCO ₃	temp., Ca, Fe			III	dobry
				NP	dubel	PEW, O ₂ , Mn, SO ₄ , HCO ₃	temp., Ca, Fe			III	dobry
				LF	podstawowa	O ₂ , Mn, SO ₄ , Ca, HCO ₃	temp., Fe			III	dobry
				LF	dubel	Mn, SO ₄ , Ca, HCO ₃	temp., O ₂ , Fe			III	dobry
				RP	podstawowa	O ₂ , Mn, SO ₄ , HCO ₃	temp., Ca, Fe			III	dobry
				RP	dubel	Mn, SO ₄ , HCO ₃	temp., O ₂ , Ca, Fe			III	dobry
				S	podstawowa	temp., O ₂ , Mn, SO ₄ , HCO ₃	Ca, Fe			III	dobry
				S	dubel	temp., O ₂ , SO ₄ , HCO ₃	Mn, Ca, Fe			III	dobry
				PP	podstawowa	O ₂ , Mn, HCO ₃	temp., Ca, Fe			III	dobry
				PP	dubel	O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃	temp., Fe			III	dobry

Miejscowość	Nr SOBWP	Nr MONBADA	Nr CBDH	Metoda pobrania	Rodzaj próbki	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń II klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń III klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń IV klasy jakości	Wskaźniki fizykochemiczne w zakresie stężeń V klasy jakości	Klasa jakości wód podziemnych	Stan chemiczny wód podziemnych
Janów Podlaski	II/1571/1	1140	5330004	NP	podstawowa	O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃	temp., NH ₄	Fe		IV	slaby
				NP	dubel	temp., O ₂ , Mn, Ca, HCO ₃	NH ₄	Fe		IV	slaby
				LF	podstawowa	temp., Mn, Ca, HCO ₃	NH ₄	Fe		IV	slaby
				LF	dubel	temp., Mn, Ca, HCO ₃	O ₂ , NH ₄	Fe		IV	slaby
				RP	podstawowa	temp., Mn, Ca, HCO ₃	O ₂ , NH ₄ , Fe			III	dobry
				RP	dubel	temp., Mn, Ca, HCO ₃	O ₂ , NH ₄ , Fe			III	dobry
				S	podstawowa	NH ₄ , Mn, Ca, HCO ₃	O ₂ , Fe			III	dobry
				S	dubel	NH ₄ , Mn, Ca, HCO ₃	O ₂ , Fe			III	dobry
				PP	podstawowa	temp., O ₂ , NH ₄ , Mn, Ca, HCO ₃	Fe			III	dobry
				PP	dubel	temp., O ₂ , NH ₄ , Mn, Ca, HCO ₃		Fe		IV	slaby