



Prognoza zmian dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych do 2050 r.

Piotr Herbich



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Cel prowadzonej prognozy zmian zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych do 2050 roku

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Określenie kierunku i zakresu możliwych do wystąpienia w okresie do 2050 r. **zmian ilości zasobów dyspozycyjnych** wód podziemnych,

jako podstawy dokonania **oceny stopnia zagrożenia** dla zaspakajania **bieżących i perspektywicznych potrzeb wodnych** użytkowników wód podziemnych,

z uwzględnieniem zróżnicowania **wrażliwości systemów wodonośnych** na okresowy spadek odnawialności ich zasobów,

uwarunkowany występującymi **cyklicznie suszami klimatycznymi**.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Podstawy **formalne** i **bazodanowe** dla przeprowadzania prognoz zmian zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych:

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Planowanie w gospodarowaniu wodami na obszarach dorzeczy (RDW - Ustawa Prawo wodne), mające na celu zaspokojenie potrzeb wodnych ludności, przemysłu, rolnictwa i środowiska.

Prowadzony przez państwowe służby: hydrologiczną i hydrogeologiczną wieloletni **monitoring przepływu rzek i retencji wód podziemnych**, kształtowanych w warunkach:

- występujących cyklicznie zmian klimatu,
- istniejącej antropopresji na krążenie i retencję wód.

Wykorzystano dane IMiGW o przepływach codziennych rzek polskich w latach 1951-2020:

https://danepubliczne.imgw.pl/data/dane_pomiarowo_obserwacyjne/dane_hydrologiczne/



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



Zagadnienia dotyczące prognoz zmian zasobów wód podziemnych w warunkach możliwych do wystąpienia zmian klimatu w perspektywie lat 2030 – 2050 były przedmiotem zadań Państwowej Służby Hydrogeologicznej w PIB – PIB, realizowanych w latach 2011- 2022 pod kierunkiem autora niniejszego referatu :

Prognoza zagrożeń dla dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych w warunkach spodziewanych zmian klimatycznych w perspektywie lat do 2030r. i do 2050r. wraz ze wskazaniem do programów działań łagodzących skutki lokalnych deficytów zasobów (*Działalność PSH w latach 2011 – 2014. Zadanie 22*).

Określenie możliwości poboru wód podziemnych na cele nawodnień rolniczych oraz okresowego łagodzenia skutków suszy gospodarczej (*Działalność PSH w latach 2015-2017. Zadanie 36*)

Prognoza bilansu zasobów wód podziemnych w warunkach możliwych zmian klimatu i wariantów rozwoju społeczno-gospodarczego kraju do 2030r. (*Działalność PSH w latach 2018–2020. Zadanie 35*)

Ocena wpływu prognozowanego na lata 2030 - 2050 przebiegu ekstremalnych zjawisk klimatycznych na stan wód podziemnych i dostępność ich zasobów dla zagospodarowania w zróżnicowanych warunkach hydrogeologicznych (*Działalność PSH w latach 2021 - 2022 Zadanie 32*)





Co w referacie zostało pominięte:

- analiza wyników modelowych prognoz wpływu antropopresji (zwłaszcza emisji gazów cieplarnianych) na globalne zmiany klimatu,
- dyskusja błędu modelowych prognoz zmian klimatu,
- ocena stopnia wiarygodności wniosków prognoz modelowych jako podstawy dla planowania w gospodarce wodnej.



Metodyka określenia prognozy zakresu i kierunku zmian zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych do 2050 roku

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Podstawowe założenia metodyki:

- **Zmiany klimatu** w skali sekularnej mają charakter cykli krótko-, średnio i długookresowych, wpływających na **cykliczność zmian odpływu i retencji wód podziemnych**.
- **Stan retencji i odpływ wód podziemnych** do rzek oraz ich dostępność dla zagospodarowania w zlewniowych systemach wodonośnych **zmienia się znacząco w cyklach średniookresowych (5 ÷ 15-letnich)**, o długości cyklu zależnej od własności poziomu wodonośnego głównego w układzie krążenia wód podziemnych zlewni: jego miąższości, charakteru i głębokości zwierciadła, pojemności wodnej oraz stopnia zagospodarowania jego zasobów.
- **Na stan retencji, odpływ do rzek i dostępność dla zagospodarowania wód podziemnych w okresie 70-lecia 1951-2020** miały wpływ **naturalne cykle klimatyczne oraz czynniki antropogeniczne**. Prognoza zakłada kontynuację ich przebiegu do 2050 roku.
- **Prognoza zmian zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych** może być oparta **na analizie dotychczas zaobserwowanych trendów** zmian przepływów rzecznych niskich miesięcznych i niskich rocznych w latach 1951-2020 oraz **na ekstrapolacji tych trendów do 2050 roku.**



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Metodyka określenia prognozy zakresu i kierunku zmian zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych do 2050 roku

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w wykonanych badaniach prognostycznych, stanowią dostępne do zagospodarowania zasoby wód podziemnych **ZDG(n)** wybranych **zlewni rzecznych**, reprezentatywnych dla głównych regionów kraju, określone jako wartości **średnie w okresach n-letnich** w obrębie 70-lecia 1951-2020, **ustalone z zależności:**

$$\text{ZDG}(n) = \text{QG}(n) - \text{QNH}(n) \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

gdzie:

n – długość (w latach) **czasu uśredniania** **QG(n)** i **QNH(n)**, zależna od czasu opóźnienia reakcji systemu wodonośnego zlewni na cykliczną zmienność czynników klimatycznych i od schematu hydrodynamicznego pracy ujęć wód podziemnych;

QG(n) – średni w okresie **n-letnim** **odpływ podziemny** do rzek ze zlewni reprezentatywnej:

QG(n) = SNMQ(n) - średni w **n-leciu** roczny przepływ niski miesięczny;

QNH(n) – średni w okresie **n-letnim** hydrobiologiczny **przepływ nienaruszalny** rzeki w przekroju zamykającym zlewnię reprezentatywną;

QNH(n) = k · SNQR(n)

k · SNQR(n) – średni w **n-leciu** przepływ niski roczny, **k=f(A, typ.zl.)** - współczynnik (H. Kostrzewa 1977).



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Metodyka określenia prognozy zakresu i kierunku zmian zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych do 2050 roku

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Dla oceny zakresu i kierunku prognozowanych do 2050 roku zmian zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych określone są:

- UZD – zasoby aktualne określone dla 30-lecia 1981-2010,** przyjętego w metodyce dokumentowania zasobów dyspozycyjnych (*Herbich i in., 2013*), ustalane w trybie zgodnym z *Prawem geologicznym i górniczym*;
- AZD – zasoby określone na stan w 2020 roku,** kończącym 70-lecie obserwacyjne 1951-2020,
- 30ZD – zasoby prognozowane na 2030 rok,**
- 50ZD – zasoby prognozowane na 2050 rok.**

Badaniami prowadzonymi na danych pomiarowych z 70-lecia 1951-2020 objęto 21 zlewni.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Metodyka określenia prognozy zakresu i kierunku zmian zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych do 2050 roku

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Określanie zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w zlewni bilansowej dla oceny zakresu i kierunku ich zmian do 2050 roku.

Dwa warianty ustalania zasobów dyspozycyjnych ZD wód podziemnych, zależne od sposobu wyznaczania przepływu nienaruszalnego QNH:

- 1) $ZD = QG - QNH_t$
- 2) $ZD = QG - QNH_{const}$

gdzie:

- 1) **QNH jest zmienny**, określany dla stanu z 30-lecia (1981-2010), przyjętego ustalania zasobów dyspozycyjnych w dokumentacjach hydrogeologicznych oraz dla stanu w 2020, 2030 i 2050 roku :

$$QNH_t = f(t) = k \text{ SNQR } [1981-2020; 2020; 2030; 2050]$$

- 2) **QNH jest stały**, określony dla stanu SNQR z 30-lecia [1981-2010] przyjętego dla ustalania zasobów dyspozycyjnych w dokumentacjach hydrogeologicznych:

$$QNH_{const} = k \text{ SNQR } [1981-2010]$$

SNQR – odpływ niski roczny, średni w rozpatrywanym okresie czasu;

QG – odpływ wód podziemnych do rzek w zlewni bilansowej, , średni w rozpatrywanym okresie czasu.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Metodyka określenia prognozy zakresu i kierunku zmian zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych do 2050 roku

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Względna zmiana dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych [%]

w 2020 r. oraz do 2030r. i do 2050 r. w stosunku do stanu z lat 1981-2010, określana jest dla wartości zasobów **UZD, AZD, 30ZD i 50ZD** z wykorzystaniem :

- ekstrapolacji do 2050r. linii trendu 1951-2020,
- kontynuacji do 2050 r. zmian cyklicznych po 2020.

jako:

- aktualna na rok 2020 : $AU = \frac{AZD}{UZD}$
- prognozowana na rok 2030: $30U = \frac{30ZD}{UZD}$
- prognozowana na rok 2050: $50U = \frac{50ZD}{UZD}$



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Metodyka określenia prognozy zakresu i kierunku zmian zasobów wód podziemnych do 2050 roku

3FORUM PSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



A. Ekstrapolacja do 2050 trendu liniowego zmian w latach 1951-2020

Identyfikacja trendu dotychczasowych zmian przeprowadzona w trybie aproksymacji liniowej 70-letnich ciągów wartości średnich n-letnich:

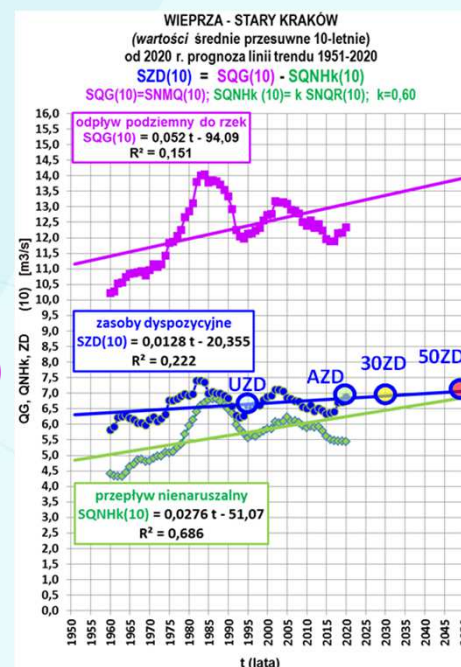
- przepływów niskich miesięcznych $SNMQ(n) \rightarrow SQG(n)$
- przepływów niskich rocznych $SNRQ(n) \rightarrow SQNH(n)$
- zasobów dyspozycyjnych $SZD(n) = SQG(n) - SQNH(n)$

określonych dla przekrojów wodowskazowych rzek zamykających wybrane zlewnie reprezentatywne.

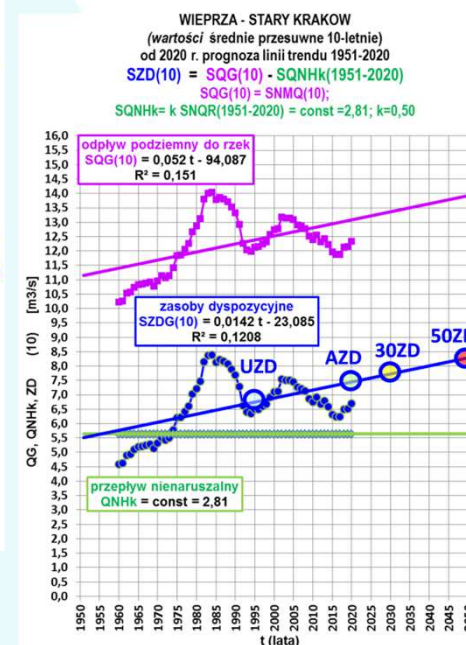


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

1) $ZD = QG - QNHt$



2) $ZD = QG - QNHconst$



Metodyka określenia prognozy zakresu i kierunku zmian zasobów wód podziemnych do 2050 roku

3FORUM PSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



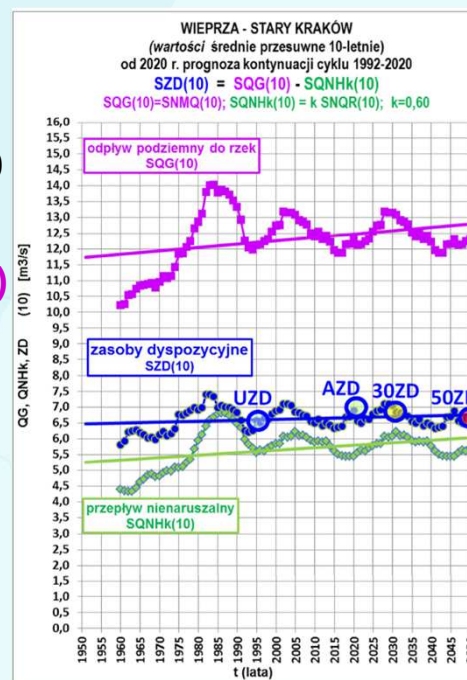
B. Kontynuacja do 2050 roku zmian cyklicznych obserwowanych do 2020 r.

Przedłużenie do 2050r. wykresu zmian z lat 1951-2020 o zmiany cykliczne z lat 1980/1990 – 2020:

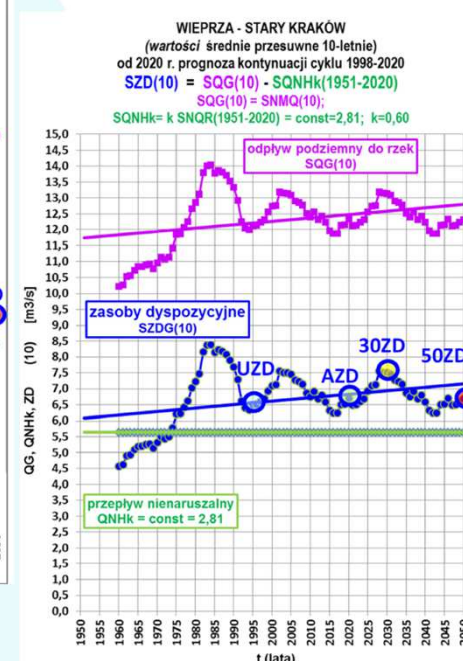
- przepływów niskich miesięcznych $SNMQ(n) \rightarrow SQG(n)$
- przepływów niskich rocznych $SNRQ(n) \rightarrow SQNH(n)$
- zasobów dyspozycyjnych $SZD(n) = SQG(n) - SQNH(n)$

określonych w przekrojach wodowskazowych rzek zamykających wybrane zlewnie reprezentatywne.

$$1) ZD = QG - QNHt$$



$$2) ZD = QG - QNHconst$$



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Metodyka określenia prognozy zakresu i kierunku zmian zasobów wód podziemnych do 2050 r. - podsumowanie

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Wybrano 21 zlewni, reprezentatywnych dla pasa nizin, wyżyn i gór.

Wykresy zmian wartości średnich przesuwnych n-letnich w okresie 1951-2020:

- przepływu $SNMQ(n)$ niskiego miesięcznego średniego w roku,
- przepływu nienaruszalnego (zależnego od $SNQn$ przepływu niskiego rocznego):
 $SNQH(n) = k SNQR(n)$ (gdzie k zależy od powierzchni i typu zlewni)
wariantowo jako: zmiennego w czasie $SNQH(n) = f(t)$ i stałego $SNQH = \text{const}$.
- dyspozycyjnych zasobów $SZD(n)$ wód podziemnych:
 $SZD(n) = SQG(n) - SQNH(n) = SNMQ(n) - k SNQR(n)$

Prognoza $SZD(n)$ do 2050 r. określana jest na podstawie wartości wyznaczonych:

- A - na linii trendu równania regresji liniowej zmian $SZD(n)$,
- B - na krzywej cyklicznych zmian $SZD(n)$, wyznaczonej dla lat 1951-2020, z ekstrapolacją cykli zmian $SZD(n)$ do 2050r.

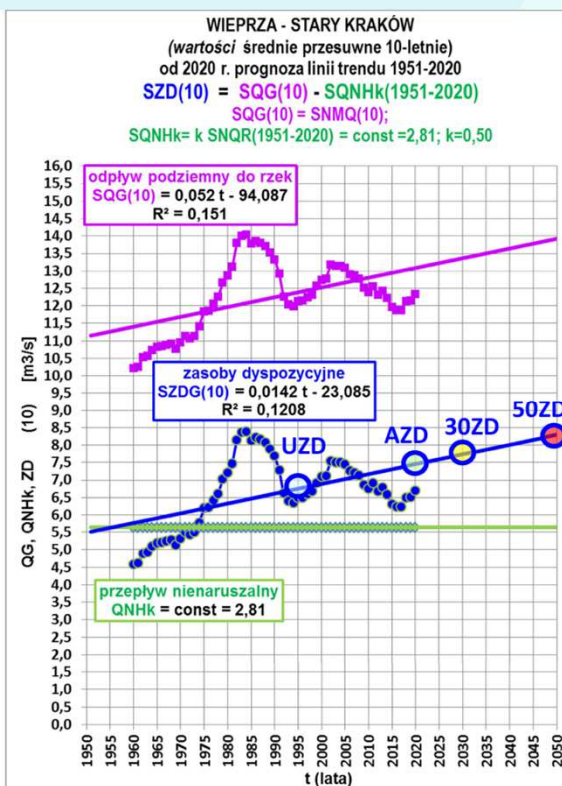
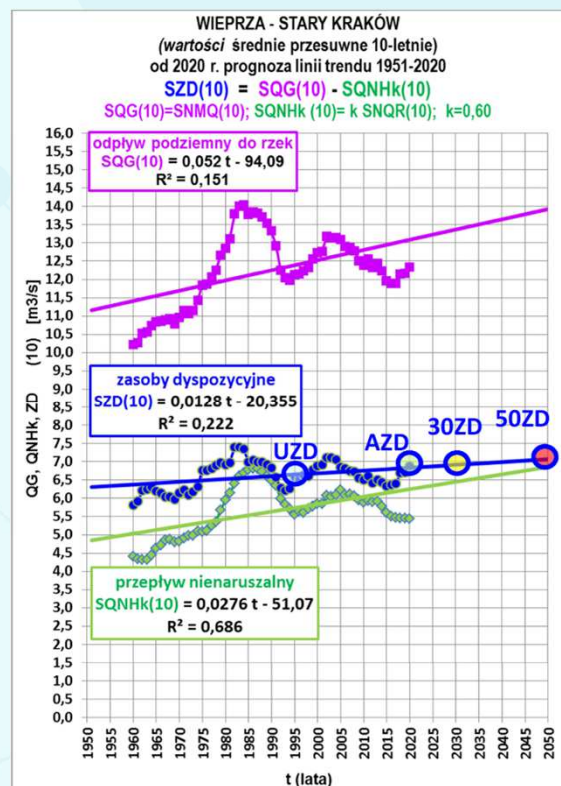


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Zlewnia nizinna–pojezierna: **Wieprza po Stary Kraków**. System wielopoziomowy.
 Analiza średniookresowych (10-letnich) zmian przepływów, kształtujących
 SZD dyspozycyjne zasoby wód podziemnych: **SNMQ niskich miesięcznych** i **SNQR niskich rocznych**.

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Zasoby dyspozycyjne wód
 podziemnych w zlewni:

- OUZD – aktualne (ustalone jako
 średnie z okresu 1981-2010
 dokumentowania zasobów)
- AZD – określone na 2020r
- 30ZD – prognozowane na 2030r
- 50ZD – prognozowane na 2050r

Względna zmiana dyspozycyjnych
 zasobów wód podziemnych [%] wg
 ekstrapolacji linii trendu 1951-2020:

- aktualna (dla: QNHt / QNHconst):

$$AU = ZAD / UZD = 102 / 113$$

- prognozowana:

$$30U = 30ZD / UZD = 104 / 116$$

$$50U = 50ZD / UZD = 105 / 124$$



Państwowy Instytut Geologiczny
 Państwowy Instytut Badawczy

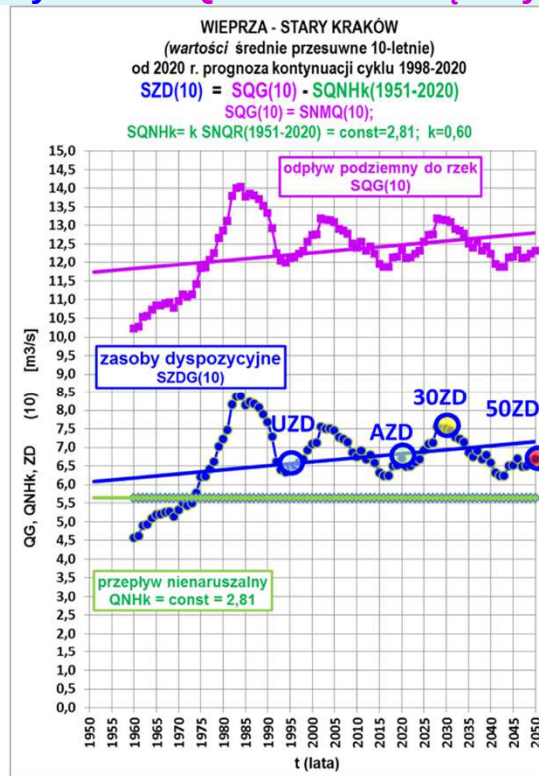
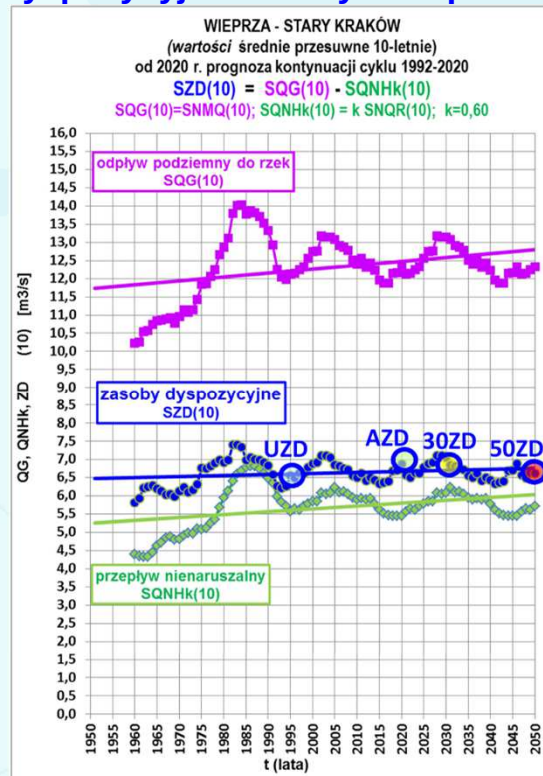
Prognoza do 2050 r. średniookresowych zmian zasobów dyspozycyjnych SZD(10) na
 podstawie wartości określonych z linii trendu dla l.1951-2020 z ekstrapolacją do 2050r.

Zlewnia nizinna–pojezierna: **Wieprza po Stary Kraków**. System wielopoziomowy.
Analiza średniookresowych (10-letnich) zmian przepływów, kształtujących

SZD dyspozycyjne zasoby wód podziemnych: **SNMQ niskich miesięcznych** i **SNQR niskich rocznych**.

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w zlewni:

- UZD – aktualne (ustalone jako średnie z okresu 1981-2010 dokumentowania zasobów)
- AZD – określone na 2020r
- 30ZD – prognozowane na 2030r
- 50ZD – prognozowane na 2050r

Względna zmiana dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych [%]

dla $QNH=f(t)$ i $QNH=\text{const}$:

- aktualna:

$$AU = ZAD / UZD = 105 / 103$$

- prognozowana:

$$30U = 30ZD / UZD = 102 / 115$$

$$50U = 50ZD / UZD = 99 / 103$$



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Prognoza do 2050 r. średniookresowych zmian zasobów dyspozycyjnych SZD(10) na podstawie wartości określonych na krzywej cyklu w latach 1951-2020 z ekstrapolacją do 2050 r. cyklu z okresu lat 1991-2020.

Zlewnia nizinna pojezierna: **Wierzyca po Brody Pomorskie.**

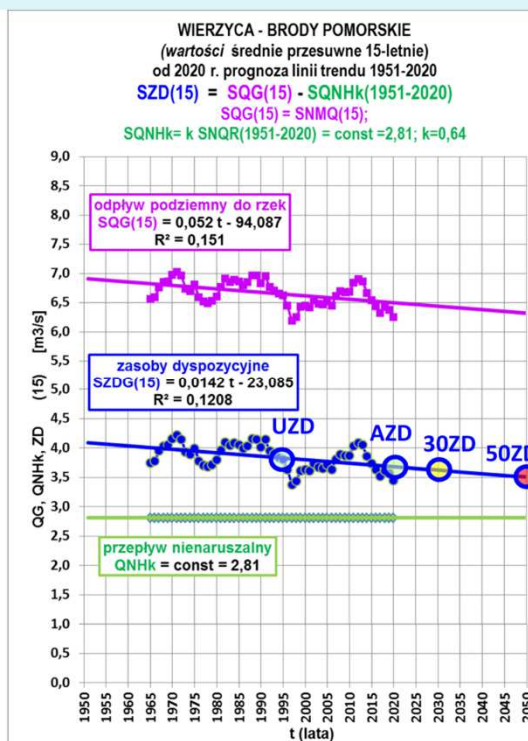
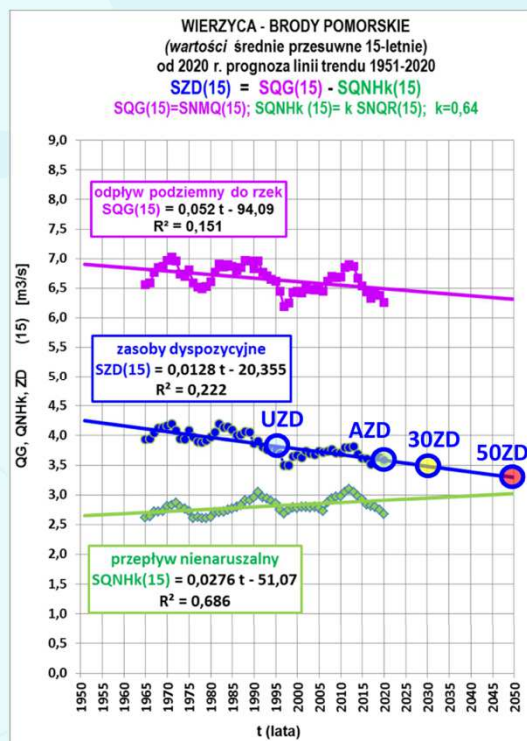
System wodonośny wielopoziomowy.

Analiza średniookresowych (15-letnich) zmian przepływów, kształtujących

SZD dyspozycyjne zasoby wód podziemnych: **SNMQ niskich miesięcznych** i **SNQR niskich rocznych.**

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w zlewni:

- UZD – aktualne (ustalone jako średnie z okresu 1981-2010 dokumentowania zasobów)
- AZD – określone na 2020r
- 30ZD – prognozowane na 2030r
- 50ZD – prognozowane na 2050r

Względna zmiana dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych [%] wg ekstrapolacji linii trendu 1951-2020:

- aktualna (dla: $QNHt$ / $QNHconst$):
 $AU = ZAD / UZD = 93 / 97$
- prognozowana:
 $30U = 30ZD / UZD = 92 / 95$
 $50U = 50ZD / UZD = 87 / 92$



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Prognoza do 2050 r. średniookresowych zmian zasobów dyspozycyjnych SZD(15) na podstawie wartości określonych z linii trendu dla l.1951-2020 z ekstrapolacją do 2050r.

Zlewnia nizinna pojezierna: **Wierzyca po Brody Pomorskie.**

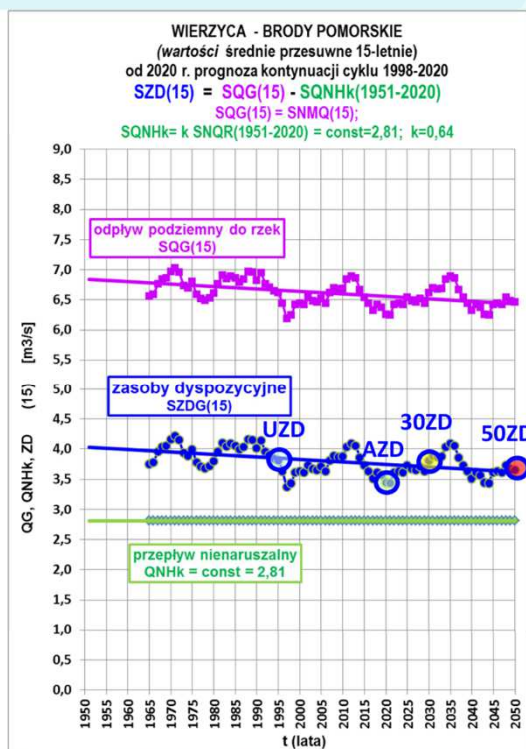
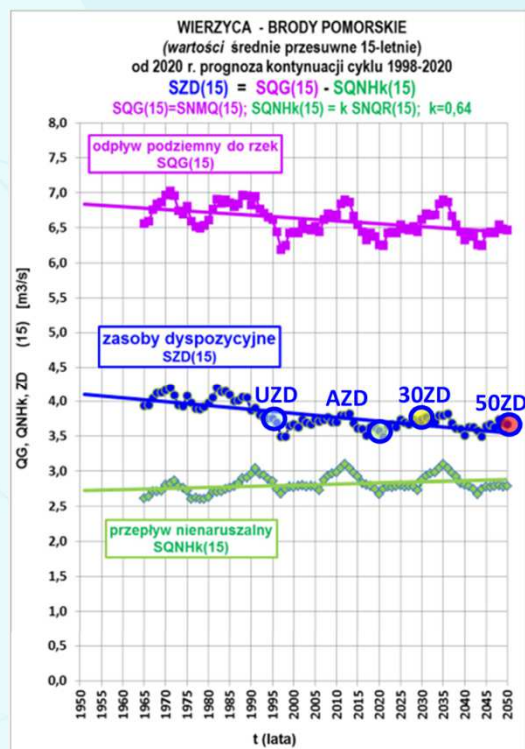
System wodonośny wielopoziomowy.

Analiza średniookresowych (15-letnich) zmian przepływów, kształtujących

SZD dyspozycyjne zasoby wód podziemnych: **SNMQ niskich miesięcznych** i **SNQR niskich rocznych.**

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w zlewni:

OUZD – aktualne (ustalone jako średnie z okresu 1981-2010 dokumentowania zasobów)

OAZD – określone na 2020r

3OZD – prognozowane na 2030r

5OZD – prognozowane na 2050r

Względna zmiana dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych [%]

dla $QNH=f(t)$ i $QNH = \text{const}$:

- aktualna:

$$AU = ZAD / UZD = 96 / 92$$

- prognozowana:

$$30U = 30ZD / UZD = 100 / 100$$

$$50U = 50ZD / UZD = 99 / 97$$

Prognoza do 2050 r. średniookresowych zmian zasobów dyspozycyjnych SZD(15) na podstawie wartości określonych na krzywej cyklu w latach 1951-2020 z ekstrapolacją do 2050 r. cyklu z okresu lat 1991-2020.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Zlewnia nizinna : **Skrwa Prawa po Parzeń.**

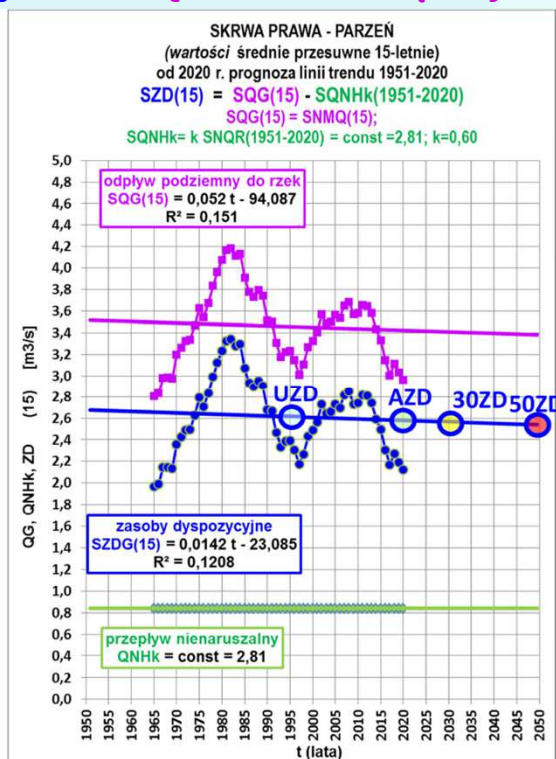
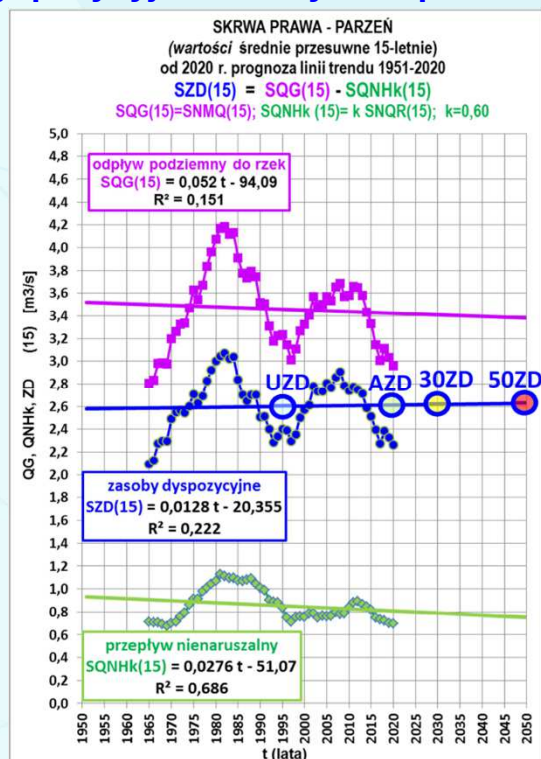
System wodonośny wielopoziomowy.

Analiza średniookresowych (15-letnich) zmian przepływów, kształtujących

SZD dyspozycyjne zasoby wód podziemnych: **SNMQ niskich miesięcznych** i **SNQR niskich rocznych.**

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w zlewni:

- UZD – aktualne (ustalone jako średnie z okresu 1981-2010 dokumentowania zasobów)
- AZD – określone na 2020r
- 30ZD – prognozowane na 2030r
- 50ZD – prognozowane na 2050r

Względna zmiana dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych [%] wg ekstrapolacji linii trendu 1951-2020:

- aktualna (dla: QNH_t / QNH_{const}):

$$AU = ZAD / UZD = 100 / 100$$

- prognozowana:

$$30U = 30ZD / UZD = 101 / 99$$

$$50U = 50ZD / UZD = 101 / 98$$



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Prognoza do 2050 r. średniookresowych zmian zasobów dyspozycyjnych SZD(15) na podstawie wartości określonych z linii trendu dla l.1951-2020 z ekstrapolacją do 2050r.

Zlewnia nizinna : **Skrwa Prawa po Parzeń.**

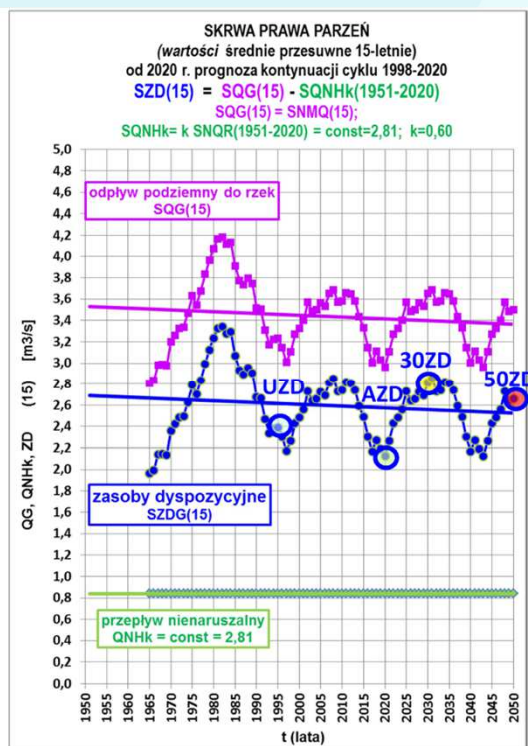
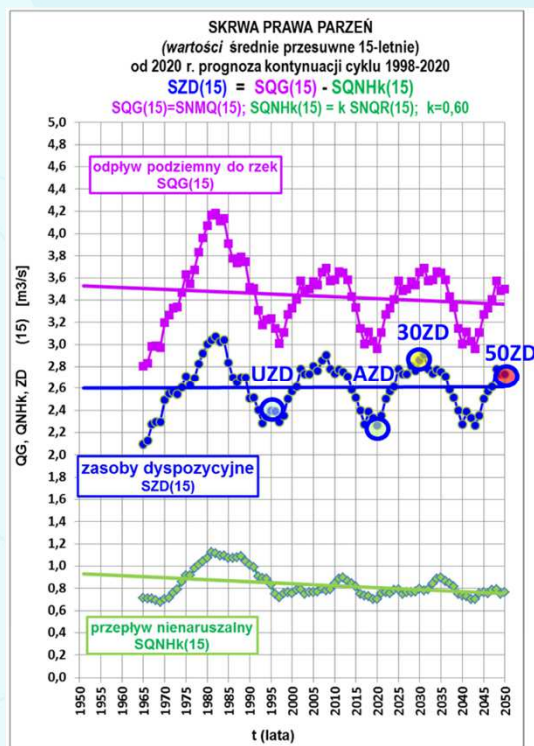
System wodonośny wielopoziomowy.

Analiza średniookresowych (15-letnich) zmian przepływów, kształtujących

SZD dyspozycyjne zasoby wód podziemnych: **SNMQ niskich miesięcznych** i **SNQR niskich rocznych.**

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w zlewni:

○UZD – aktualne (ustalone jako średnie z okresu 1981-2010 dokumentowania zasobów)

○AZD – określone na 2020r

○30ZD – prognozowane na 2030r

○50ZD – prognozowane na 2050r

Względna zmiana dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych [%]

dla $QNH=f(t)$ i $QNH=\text{const}$:

- aktualna:

$$AU = ZAD / UZD = 94 / 88$$

- prognozowana:

$$30U = 30ZD / UZD = 119 / 117$$

$$50U = 50ZD / UZD = 113 / 112$$



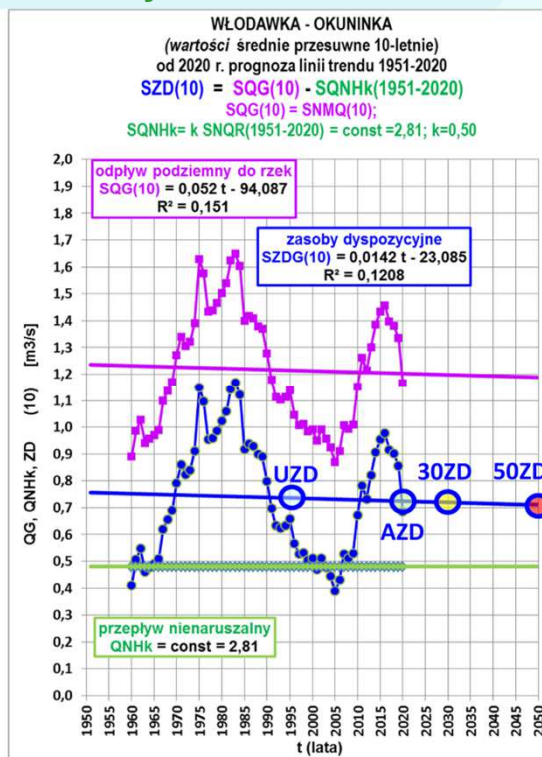
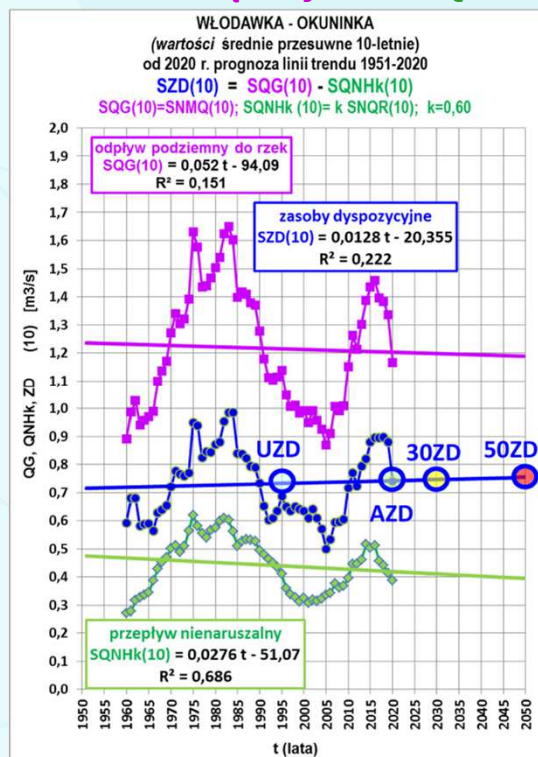
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Prognoza do 2050r. średniookresowych zmian zasobów dyspozycyjnych SZD(15) na podstawie wartości określonych na krzywej cykli z lat 1951-2020 z ekstrapolacją do 2050 r. cyklu z okresu lat 1991-2020.

Zlewnia nizinna: **Włodawka po Okuninę**. System wodonośny jednopoziomowy z zawodnioną pokrywą. Analiza średniookresowych (10-letnich) zmian przepływów, kształtujących **SZD dyspozycyjne zasoby wód podziemnych**: **SNMQ niskich miesięcznych** i **SNQR niskich rocznych**.

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w zlewni:

- UZD – aktualne (ustalone jako średnie z okresu 1981-2010 dokumentowania zasobów)
- AZD – określone na 2020r
- 30ZD – prognozowane na 2030r
- 50ZD – prognozowane na 2050r

Względna zmiana dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych [%] wg ekstrapolacji linii trendu 1951-2020:

- aktualna (dla: $QNHt / QNHconst$):

$$AU = ZAD / UZD = 101 / 99$$

- prognozowana:

$$30U = 30ZD / UZD = 102 / 98$$

$$50U = 50ZD / UZD = 103 / 97$$



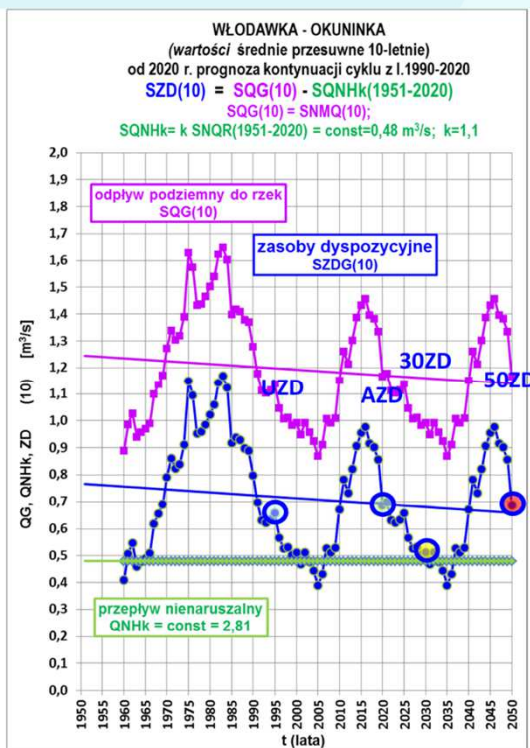
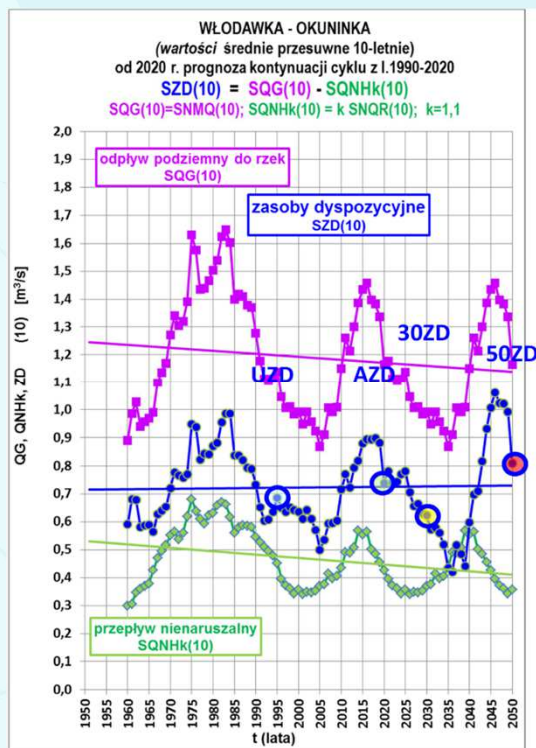
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Prognoza do 2050 r. średniookresowych zmian zasobów dyspozycyjnych SZD(10) na podstawie wartości określonych z linii trendu dla lat 1951-2020z ekstrapolacją do 2050r.

Zlewnia nizinna: **Włodawka po Okuninę**. System wodonośny jednopoziomowy z zawodnioną pokrywą. Analiza średniookresowych (10-letnich) zmian przepływów, kształtujących **SZD dyspozycyjne zasoby wód podziemnych**: **SNMQ niskich miesięcznych** i **SNQR niskich rocznych**.

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w zlewni:

- OUZD – aktualne (ustalone jako średnie z okresu 1981-2010 dokumentowania zasobów)
- OAZD – określone na 2020r
- O30ZD – prognozowane na 2030r
- O50ZD – prognozowane na 2050r

Względna zmiana dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych [%]

dla $QNH=f(t)$ i $QNH = \text{const}$:

- aktualna:

$$AU = ZAD / UZD = 109 / 105$$

- prognozowana:

$$30U = 30ZD / UZD = 91 / 77$$

$$50U = 50ZD / UZD = 119 / 105$$

Prognoza do 2050r. średniookresowych zmian zasobów dyspozycyjnych SZD(10) na podstawie wartości określonych na krzywej cyklu z lat 1951-2020 z ekstrapolacją do 2050 r. cyklu z okresu lat 1991-2020.

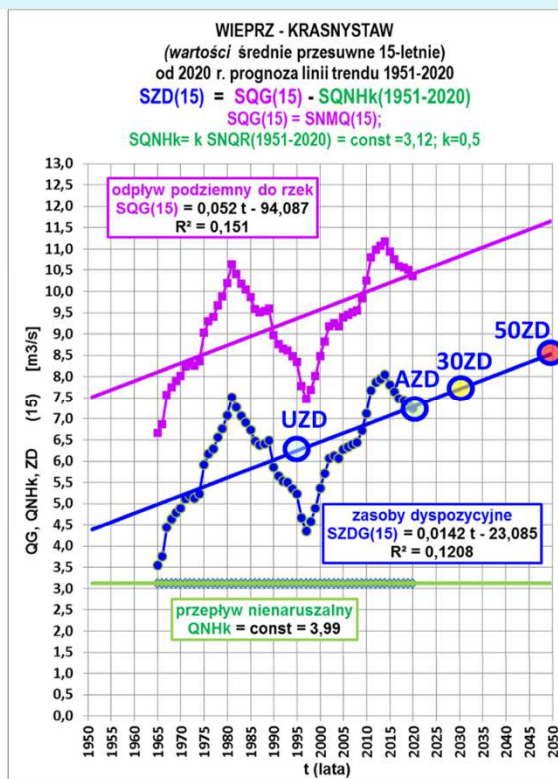
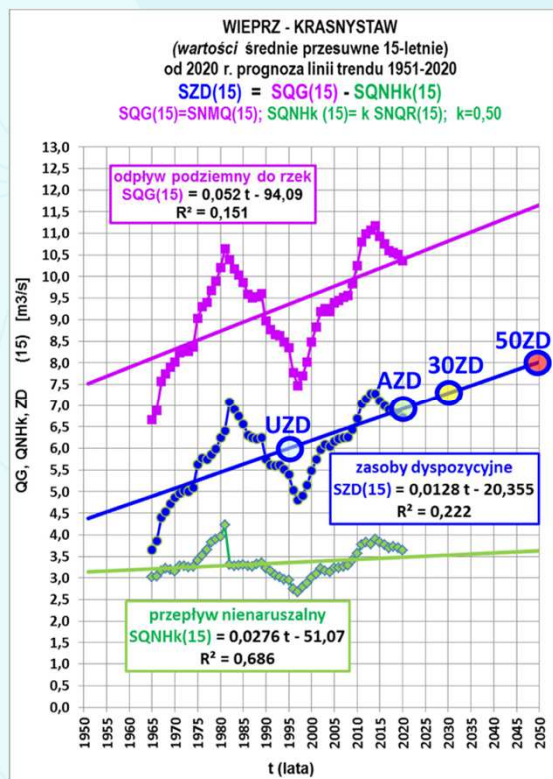


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Zlewnia wyżynna: **Wieprz po Krasnystaw**. System wodonośny jednopoziomowy dużej miąższości. Analiza średniookresowych (15-letnich) zmian przepływów, kształtujących **SZD dyspozycyjne zasoby wód podziemnych**: **SNMQ niskich miesięcznych**, **SNQR niskich rocznych**

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w zlewni:

- UZD – aktualne (ustalone jako średnie z okresu 1981-2010 dokumentowania zasobów)
- AZD – określone na 2020r
- 30ZD – prognozowane na 2030r
- 50ZD – prognozowane na 2050r

Względna zmiana dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych [%] wg ekstrapolacji linii trendu 1951-2020:

- aktualna (dla: $QNHt / QNHconst$):
 $AU = ZAD / UZD = 116 / 117$
- prognozowana:
 $30U = 30ZD / UZD = 121 / 125$
 $50U = 50ZD / UZD = 133 / 137$



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

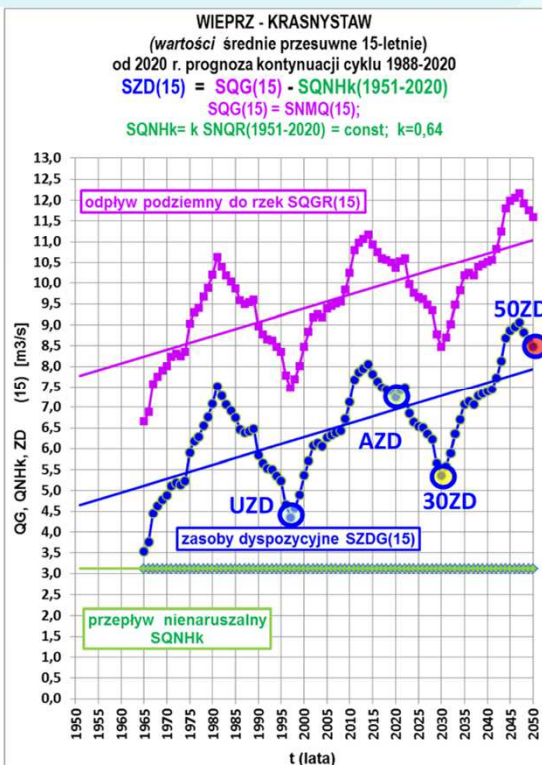
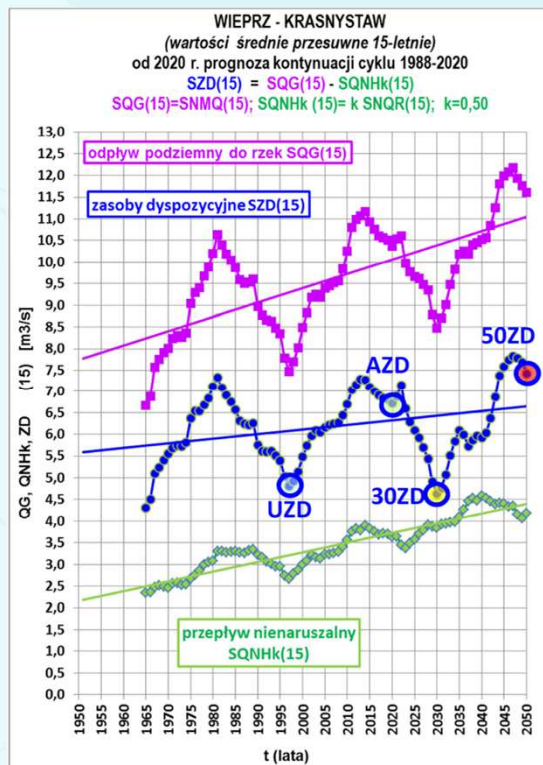
Prognoza średniookresowych zmian zasobów dyspozycyjnych SZD(15) do 2050 r. na podstawie wartości określonych na linii trendu dla lat 1951-2020 z ekstrapolacją do 2050r.

Zlewnia wyżynna: **Wieprz po Krasnystaw**. System wodonośny jednopoziomowy dużej miąższości. Analiza średniookresowych (15-letnich) zmian przepływów, kształtujących **SZD dyspozycyjne zasoby wód podziemnych**: **SNMQ niskich miesięcznych**, **SNQR niskich rocznych**

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE

SNMQ niskich miesięcznych, **SNQR niskich rocznych**



Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w zlewni:

○ **UZD** – aktualne (ustalone jako średnie z okresu 1981-2010 dokumentowania zasobów)

○ **AZD** – określone na 2020r

○ **30ZD** – prognozowane na 2030r

○ **50ZD** – prognozowane na 2050r

Względna zmiana dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych [%]

dla $QNH=f(t)$ i $QNH=\text{const}$:

- aktualna:

$$AU = ZAD / UZD = 159 / 167$$

- prognozowana:

$$30U = 30ZD / UZD = 108 / 126$$

$$50U = 50ZD / UZD = 174 / 198$$

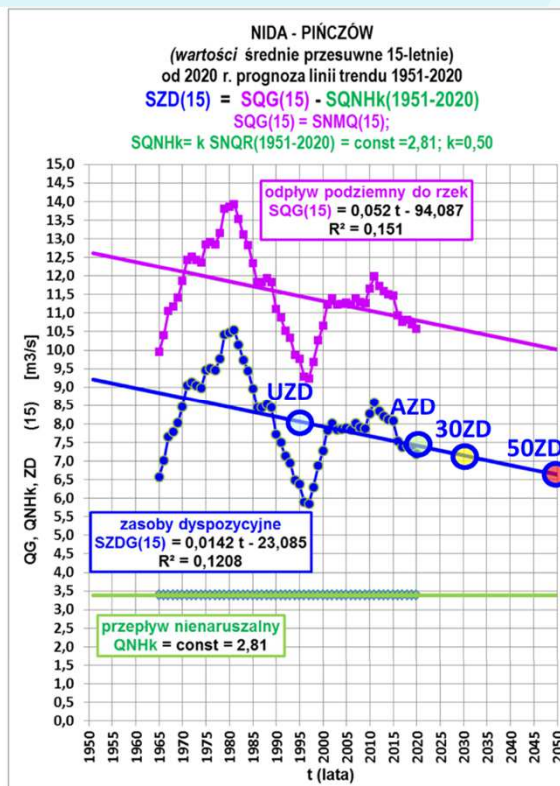
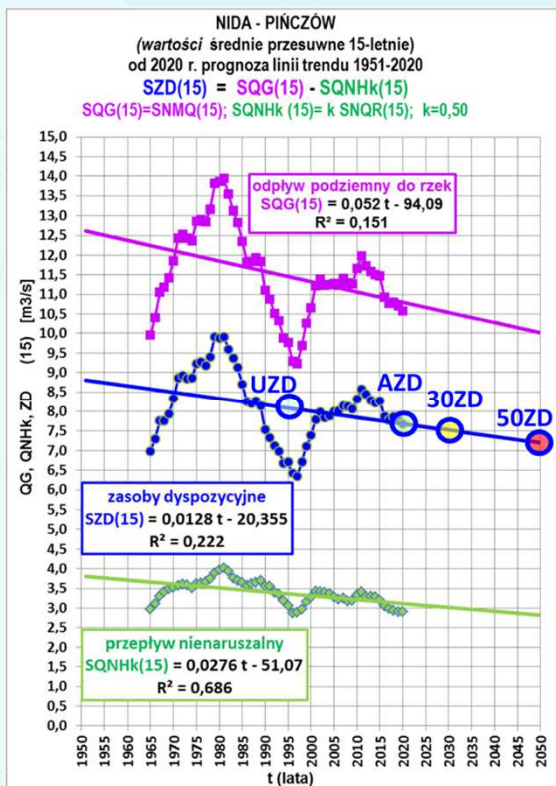
Prognoza do 2050r. średniookresowych zmian zasobów dyspozycyjnych SZD(15) na podstawie wartości określonych z krzywej cykli z lat 1951-2020 z ekstrapolacją do 2050 r. cyklu z okresu lat 1991-2020.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



Zlewnia wyżynna: **Nida po Pińczów**. System wodonośny jednopoziomowy dużej miąższości. Analiza średniookresowych (15-letnich) zmian przepływów, kształtujących **SZD dyspozycyjne zasoby wód podziemnych: SNMQ niskich miesięcznych i SNQR niskich rocznych.**



Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w zlewni:

- UZD – aktualne (ustalone jako średnie z okresu 1981-2010 dokumentowania zasobów)
- AZD – określone na 2020r
- 30ZD – prognozowane na 2030r
- 50ZD – prognozowane na 2050r

Względna zmiana dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych [%] wg ekstrapolacji linii trendu 1951-2020:

- aktualna (dla: $QNHt / QNHconst$):

$$AU = ZAD / UZD = 95 / 93$$

- prognozowana:

$$30U = 30ZD / UZD = 93 / 90$$

$$50U = 50ZD / UZD = 90 / 83$$

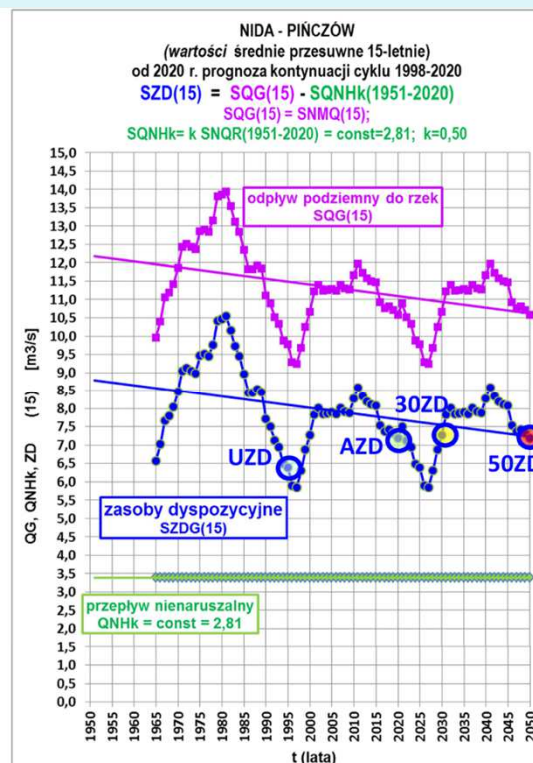
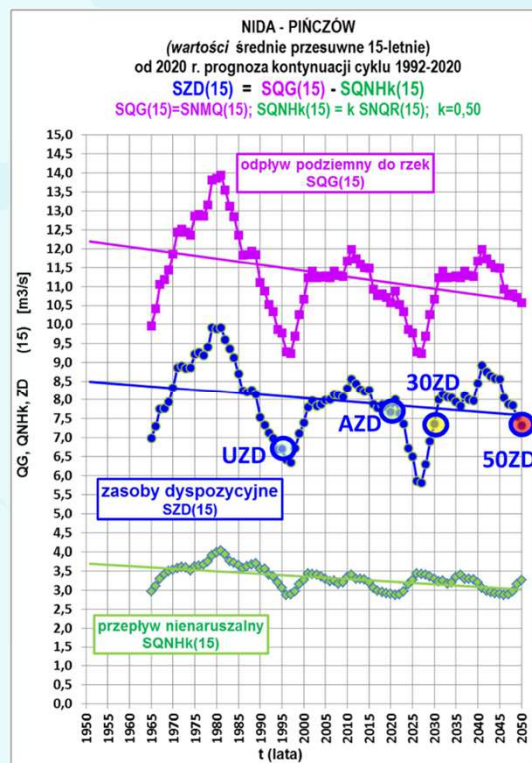


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Prognoza do 2050 r. średniookresowych zmian zasobów dyspozycyjnych SZD(15) na podstawie wartości określonych z linii trendu dla l.1951-2020 z ekstrapolacją do 2050r.



Zlewnia wyżynna: **Nida po Pińczów**. System wodonośny jednopoziomowy dużej miąższości. Analiza średniookresowych (15-letnich) zmian przepływów, kształtujących **SZD dyspozycyjne zasoby wód podziemnych**: **SNMQ niskich miesięcznych** i **SNQR niskich rocznych**.



Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w zlewni:

- UZD – aktualne (ustalone jako średnie z okresu 1981-2010 dokumentowania zasobów)
- AZD – określone na 2020r
- 30ZD – prognozowane na 2030r
- 50ZD – prognozowane na 2050r

Względna zmiana dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych [%]
dla $QNH=f(t)$ i $QNH = \text{const}$:

- aktualna:

$$AU = ZAD / UZD = 113 / 113$$

- prognozowana:

$$30U = 30ZD / UZD = 110 / 114$$

$$50U = 50ZD / UZD = 109 / 113$$



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Prognoza do 2050 r. średniookresowych zmian zasobów dyspozycyjnych SZD(15) na podstawie wartości określonych na krzywej cykli w latach 1951-2020 z ekstrapolacją do 2050 r. cyklu z okresu lat 1991-2020.

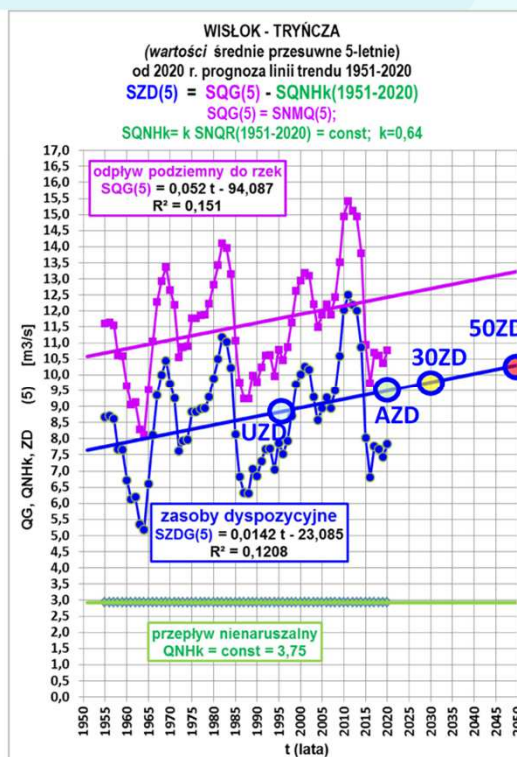
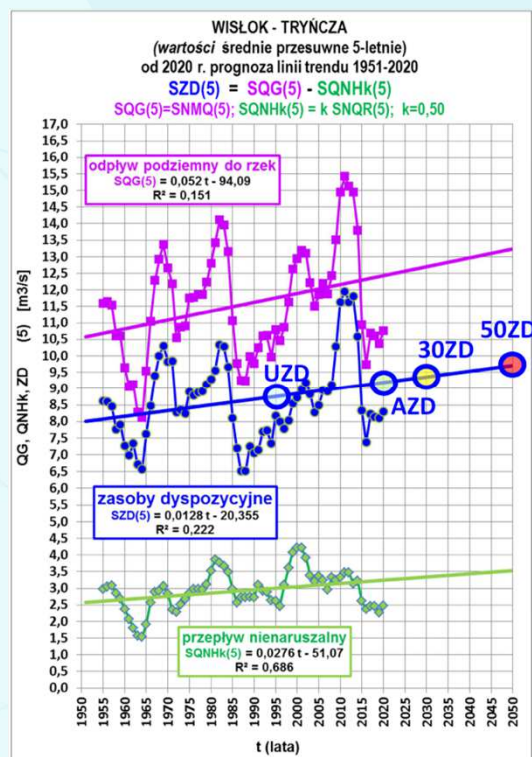
Zlewnia górską: **Wisłok po Trynczę**. System wodonośny nieciągły, szczelinowy, jednopoziomowy dużej miąższości.

Analiza średniokresowych (5-letnich) zmian przepływów, kształtujących

SZD dyspozycyjne zasoby wód podziemnych: **SNMQ niskich miesięcznych** i **SNQR niskich rocznych**.

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w zlewni:

- UZD – aktualne (ustalone jako średnie z okresu 1981-2010 dokumentowania zasobów)
- AZD – określone na 2020r
- 30ZD – prognozowane na 2030r
- 50ZD – prognozowane na 2050r

Względna zmiana dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych [%] wg ekstrapolacji linii trendu 1951-2020:

- aktualna (dla: $QNHt / QNHconst$):

$$AU = ZAD / UZD = 105 / 108$$

- prognozowana:

$$30U = 30ZD / UZD = 100 / 111$$

$$50U = 50ZD / UZD = 111 / 117$$



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

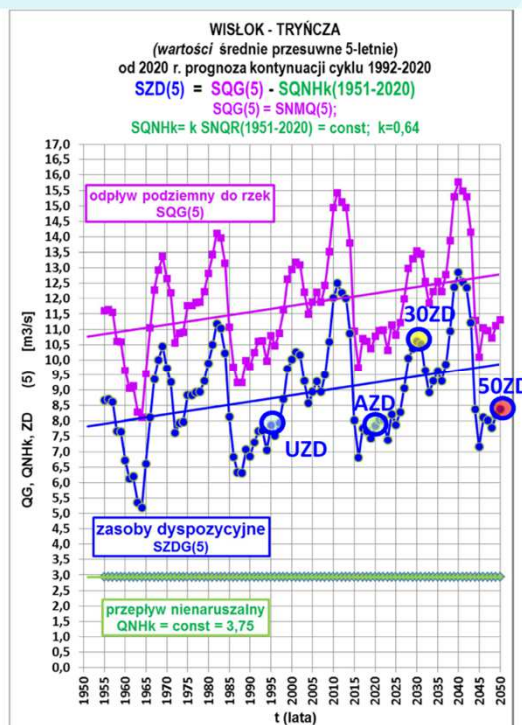
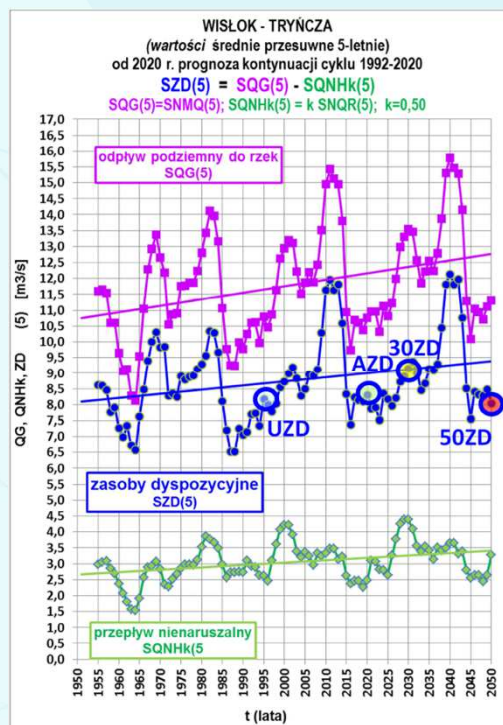
Prognoza do 2050 r. średniokresowych zmian zasobów dyspozycyjnych SZD(5) na podstawie wartości określonych z linii trendu dla l.1951-2020 z ekstrapolacją do 2050r.

Zlewnia górska: **Wisłok po Trynczę**. System wodonośny nieciągły, szczelinowy, jednopoziomowy dużej miąższości.

Analiza średniookresowych (5-letnich) zmian przepływów, kształtujących
SZD dyspozycyjne zasoby wód podziemnych: **SNMQ niskich miesięcznych** i **SNQR niskich rocznych**.

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Zasoby dyspozycyjne wód
podziemnych w zlewni:

○UZD – aktualne (ustalone jako
średnie z okresu 1981-2010
dokumentowania zasobów)

○AZD – określone na 2020r

●30ZD – prognozowane na 2030r

●50ZD – prognozowane na 2050r

Względna zmiana dyspozycyjnych
zasobów wód podziemnych [%]

dla $QNH=f(t)$ i $QNH = \text{const}$:

- aktualna:

$$AU = ZAD / UZD = 101 / 99$$

- prognozowana:

$$30U = 30ZD / UZD = 111 / 135$$

$$50U = 50ZD / UZD = 98 / 107$$

Prognoza do 2050 r. średniookresowych zmian zasobów dyspozycyjnych SZD(5) na podstawie wartości określonych na krzywej cykli w latach 1951-2020 z ekstrapolacją do 2050 r. cyklu z okresu lat 1991-2020.



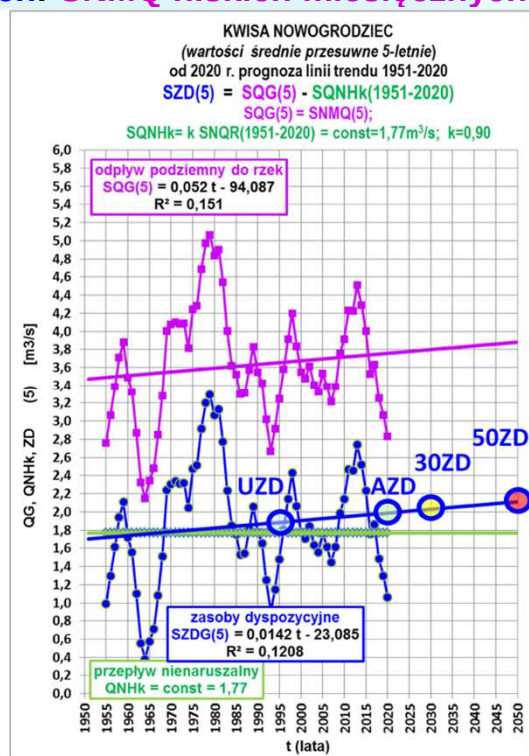
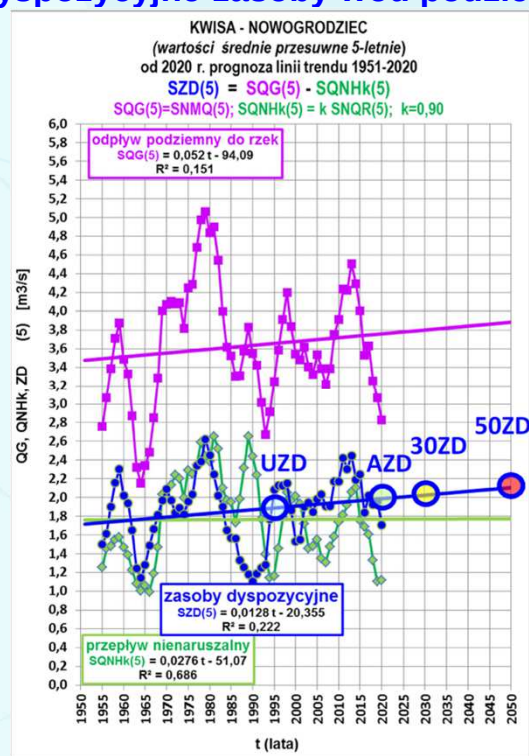
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Zlewnia górska: **Kwisa po Nowogrodziec**. System wodonośny nieciągły, szczelinowy, jednopoziomowy dużej miąższości.

Analiza średniokresowych (5-letnich) zmian przepływów, kształtujących SZD dyspozycyjne zasoby wód podziemnych: **SNMQ niskich miesięcznych** i **SNQR niskich rocznych**.

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w zlewni:

- UZD – aktualne (ustalone jako średnie z okresu 1981-2010 dokumentowania zasobów)
- AZD – określone na 2020r
- 30ZD – prognozowane na 2030r
- 50ZD – prognozowane na 2050r

Względna zmiana dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych [%] wg ekstrapolacji linii trendu 1951-2020

- aktualna (dla: QNH_t / QNH_{const}):

$$AU = ZAD / UZD = 105 / 105$$

- prognozowana:

$$30U = 30ZD / UZD = 106 / 107$$

$$50U = 50ZD / UZD = 110 / 111$$



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Prognoza do 2050 r. średniokresowych zmian zasobów dyspozycyjnych SZD(5) na podstawie wartości określonych z linii trendu dla l.1951-2020 z ekstrapolacją do 2050r.

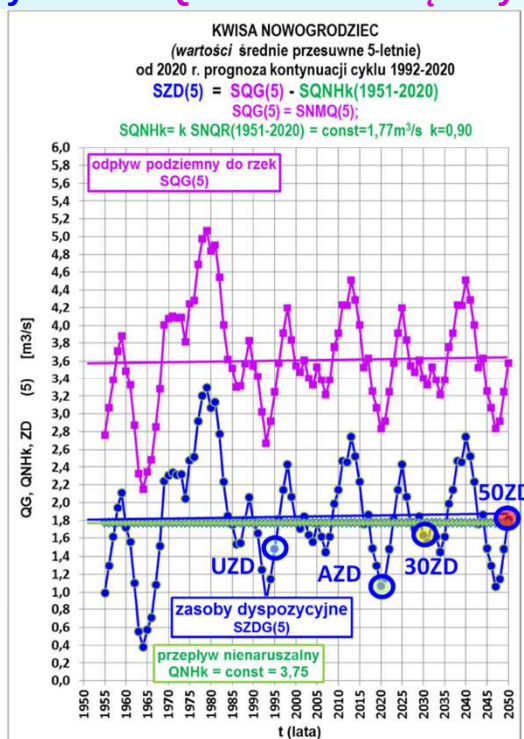
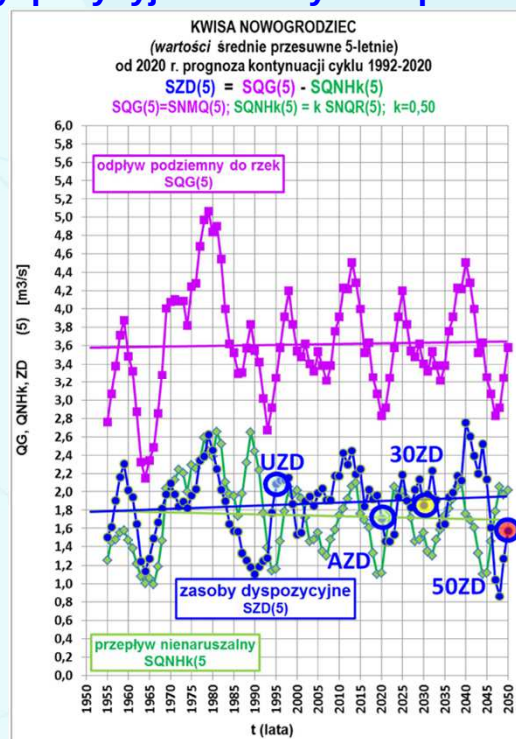
Zlewnia górska: **Kwisa po Nowogrodziec**. System wodonośny nieciągły, szczelinowy, jednopoziomowy dużej miąższości.

Analiza średniookresowych (5-letnich) zmian przepływów, kształtujących

SZD dyspozycyjne zasoby wód podziemnych: SNMQ niskich miesięcznych i SNQR niskich rocznych.

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w zlewni:

- **UZD** – aktualne (ustalone jako średnie z okresu 1981-2010 dokumentowania zasobów)
- **AZD** – określone na 2020r
- **30ZD** – prognozowane na 2030r
- **50ZD** – prognozowane na 2050r

Względna zmiana dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych [%]

dla $QNH=f(t)$ i $QNH = \text{const}$:

- aktualna:

$$AU = ZAD / UZD = 82 / 72$$

- prognozowana:

$$30U = 30ZD / UZD = 88 / 109$$

$$50U = 50ZD / UZD = 75 / 122$$

Prognoza do 2050 r. średniookresowych zmian zasobów dyspozycyjnych SZD(5) na podstawie wartości określonych na krzywej cykli w latach 1951-2020 z ekstrapolacją do 2050 r. cyklu z okresu lat 1991-2020.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Zakres i kierunek zmian zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych SZD występujących aktualnie do 2020 r. i prognozowanych do lat 2030-2050, ustalonych na podstawie analizy średniookresowej (5-15 lat) zmienności odpływu podziemnego do rzek w badanych zlewniach bilansowych

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



tryb prognozy	typ QNH	Zmiany aktualne do 2020 r. (AZD/UZD): SZD(2020) / SZD(1981-2010)			Zmiany prognozowane do 2030 r. (30ZD/UZD): SZD(2030) / SZD(1981-2010)			Zmiany prognozowane do 2050 (50ZD/UZD): SZD(2050) / SZD(1981-2010)		
		MIN (AZD/UZD)	MAX (AZD/UZD)	ŚREDNIA (AZD/UZD)	MIN (30ZD/UZD)	MAX (30ZD/UZD)	ŚREDNIA (30ZD/UZD)	MIN (50ZD/UZD)	MAX (50ZD/UZD)	ŚREDNIA (50ZD/UZD)
ekstrapo- lacja linii trendu	QNH=f(t)	93%	116%	102%	92%	121%	105%	87%	133%	105%
	QNH=const	93%	117%	104%	90%	125%	107%	83%	137%	109%
konty- nuacja cykli	QNH=f(t)	82%	159%	107%	88%	111%	101%	75%	174%	109%
	QNH=const	72%	167%	105%	77%	135%	108%	97%	198%	116%
ŚREDNIO		85%	140%	105%	87%	123%	105%	85%	161%	110%



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Podsumowanie wyników prognozy zmian do lat 2030 – 2050 dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych.

3FORUMPSH
08 MARCA 2022; ON-LINE



Badaniami prowadzonymi na danych pomiarowych z 70-lecia 1951-2020 objęto 21 zlewni, reprezentatywnych dla makroregionów hydrogeologicznych i klimatycznych kraju.

Analiza zróżnicowania zakresu i kierunku zmian zasobów prognozowanych do 2030 i 2050 roku w porównaniu do wartości średnich dla 30-lecia 1981-2010 wykazała, że średnio w skali całego kraju spodziewany jest:

5% wzrost zasobów do 2030r.

oraz

10% wzrost zasobów do 2050 r.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Podsumowanie wyników prognozy zmian do lat 2030 – 2050 dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych.

3FORUMPSH

08 MARCA 2022; ON-LINE



Zróżnicowanie zakresu i kierunku prognozowanych zmian zasobów do 2030r., wykazane w zbiorze 21 badanych zlewni, wynosi średnio: od 13% spadku do 23% wzrostu, zaś skrajne zmiany, wykazane w poszczególnych trybach prognozy wyniosły -23% i +35% .

Zróżnicowanie zakresu i kierunku prognozowanych zmian zasobów do 2050r., w zbiorze 21 badanych zlewni, wynosi średnio od 15% spadku do 61% wzrostu, zaś skrajne zmiany, wykazane w poszczególnych trybach prognozy, wyniosły -25% i +61% .

Zlewnie zlokalizowane w tym samym regionie mają różny kierunek aktualnych i prognozowanych zmian zasobów, co wskazuje na dominację oddziaływania lokalnych czynników antropogenicznych i hydrogeologicznych nad zmianami klimatycznymi.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



Dziękuję za uwagę



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

... bo źródło, bo źródło - wciąż bije.

Jacek Kaczmariski