# DANE DOTYCZĄCE AKTYWNOŚCI SEJSMICZNEJ W POLSCE W I PÓŁROCZU 2018

# (1 stycznia - 30 czerwca 2018)

## WYCIĄG Z RAPORTU

## ANALIZA DANYCH DOTYCZĄCYCH AKTYWNOŚCI GEODYNAMICZNEJ POLSKI

Raport został opracowany przez zespół wykonawców z Państwowego Instytutu Geologicznego-PIB w ramach projektu pt. Monitoring geodynamiczny Polski – etap II

MINISTERSTWO ŚRODOWISKA

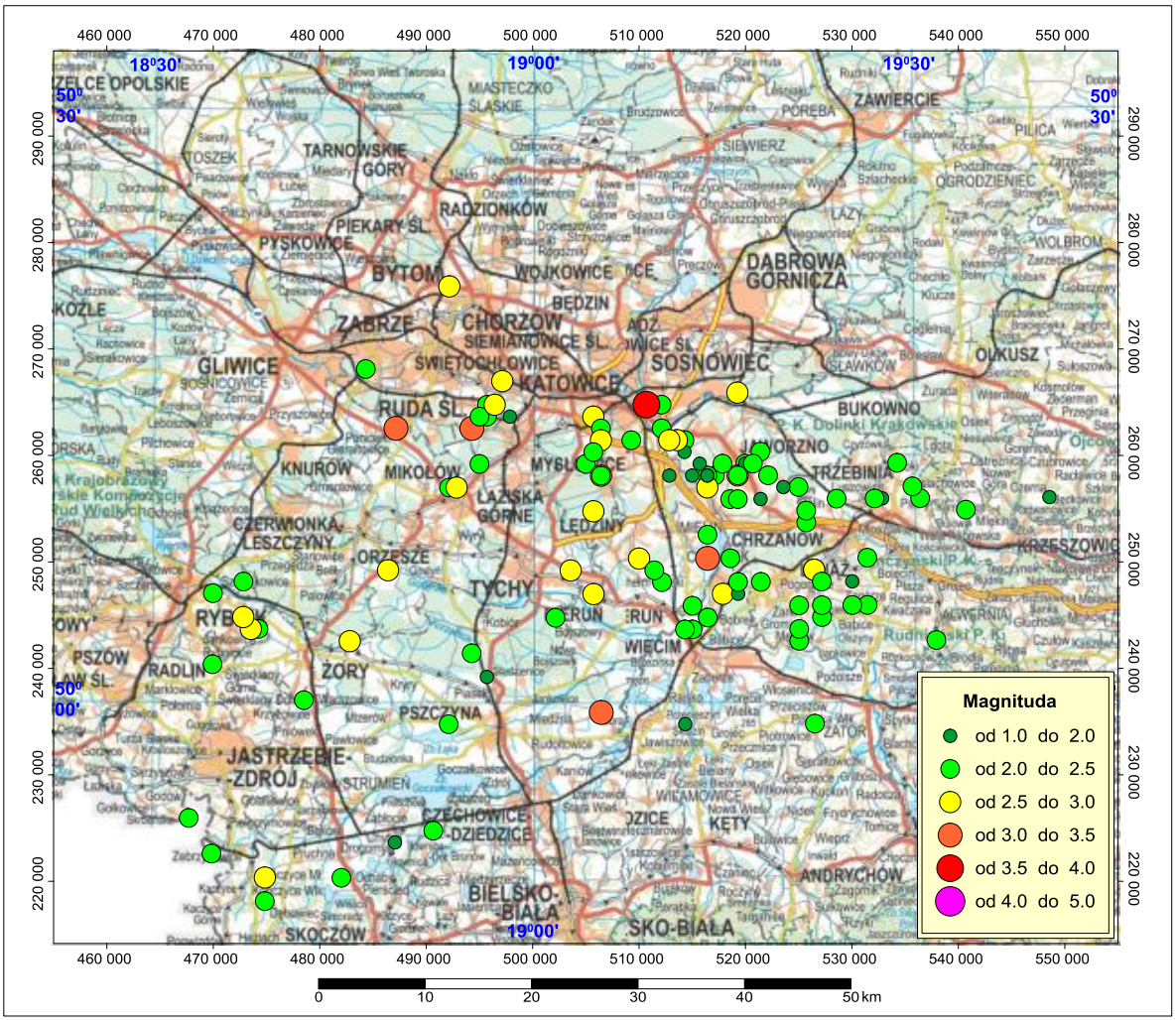
Sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

# Dane dotyczące aktywności sejsmicznej w Polsce w I półroczu 2018 r., tj. w okresie 1 stycznia - 30 czerwca 2018

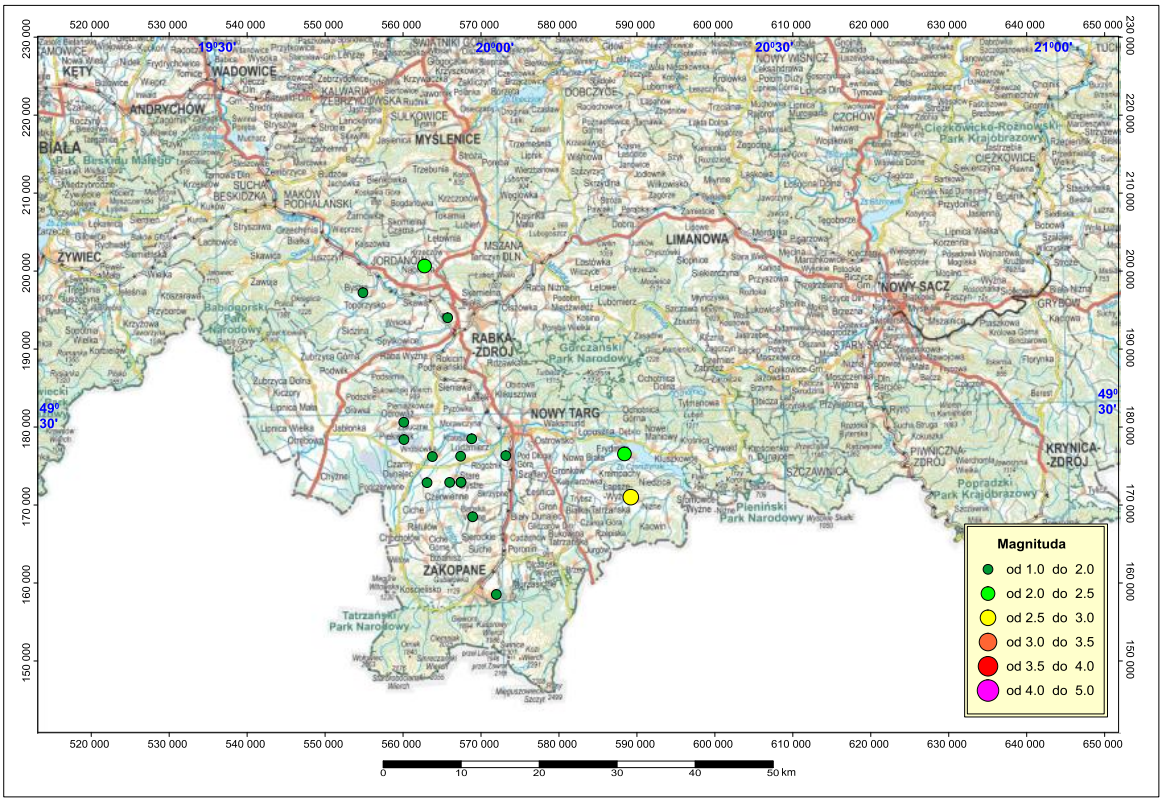
## Dane sejsmiczne

Na obszarze Polski w pierwszym półroczu 2018 r., tj. w okresie od stycznia do czerwca 2018 r. w sieci PSG_Sejs_NET zarejestrowano 165 zjawisk sejsmicznych o magnitudzie od M1 do M4. Listę tych zjawisk przedstawiono w **tab. 1**, stanowiącej **zał. 1** do opracowania, a ich lokalizację na mapie stanowiącej **zał. 2**.

Najwięcej zjawisk zlokalizowanych było w dwóch rejonach: Górnośląskim Zagłębiu Węglowym oraz w rejonie Podhala. W pierwszym przypadku należy przyjąć, że były to wstrząsy o charakterze wstrząsów indukowanych, tj. spowodowanych naruszeniem statyki górotworu w wyniku podziemnej eksploatacji górniczej. W przypadku wstrząsów zlokalizowanych w rejonie Podhala wykryte zostały niewielkie wstrząsy natury tektonicznej. Szczegółową lokalizację wstrząsów wykrytych na obszarze GZW i w rejonie Podhala zaprezentowano na **rys. 1** i **rys. 2**.




***Rys. 1.*** *Lokalizacja wstrząsów sejsmicznych zarejestrowanych w systemie automatycznego alertowania sieci PSG_Sejs_NET w okresie od 01.01.2018 do 30.06.2018 w rejonie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego.*




***Rys. 2.*** *Lokalizacja wstrząsów sejsmicznych zarejestrowanych w systemie automatycznego alertowania sieci PSG_Sejs_NET w okresie od 01.01.2018 do 30.06.2018 w rejonie Podhala.*

Obszar Legnicko-Głogowskiego Zagłębia Miedziowego, podobnie jak GZW, jest rejonem aktywnej, podziemnej eksploatacji górniczej. W rejonie tym również występuje wzmożona aktywność sejsmiczna o charakterze sejsmiczności indukowanej. Na obszarze LGOM zlokalizowana jest jedna stacja mobilna sieci PSG_Sejs_NET, z tego względu możliwości detekcji zjawisk, które występują w tym rejonie są znacznie ograniczone i system automatycznego wykrywania i alertowania rejestruje zazwyczaj tylko pojedyncze zjawiska o silniejszych magnitudach (powyżej progu odczuwalności).

W pierwszym półroczu 2018 r. system alertowania sieci PSG_Sejs_NET wykrył na granicy rejonu LGOM 1 wstrząs sejsmiczny. Wstrząs nastąpił 5 maja 2018 r. o godz. 15:40 UTC (17:40 czasu lokalnego). Magnituda wstrząsu wyniosła M4, zaś obliczona głębokość do źródła 10 km. W okresie objętym analizą danych było to najsilniejsze zjawisko sejsmiczne, jakie wydarzyło się na terenie kraju. Epicentrum tego wstrząsu położone było ok. 8.6 km na południe od miasta Nowa Sól, a więc na północ od granic obszarów górniczych LGOM.

W strefie Skierniewice – Łowicz (strefa S-Ł) w systemie alertowania w pierwszym półroczu 2018 r. wykryte zostało jedno zjawisko sejsmiczne, które miało miejsce 20 czerwca 2018 r. o godz. 23:42 czasu UTC (lokalnie 21 czerwca 2018 r. o godz. 01:42). Wstrząs miał miejsce na głębokości ok. 10 km, zaś jego magnituda M osiągnęła wielkość 3.1. Strefa S-Ł została w projekcie „Monitoring geodynamiczny Polski" wyróżniona ze względu, iż wzdłuż linii pomiędzy Skierniewicami i Łowiczem w okresie funkcjonowania sieci PSG_Sejs_NET zarejestrowanych zostało kilkanaście zdarzeń sejsmicznych. Liniowe zgrupowanie kilkunastu zjawisk wykrytych w jednej lokalizacji w niedługim,

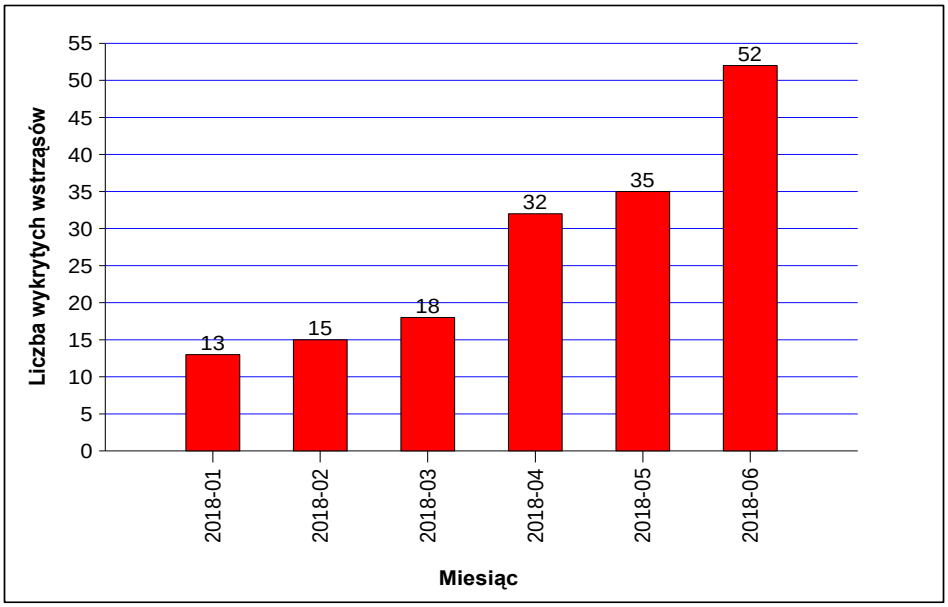
niespełna dwuletnim okresie funkcjonowania sieci zasługuje na dodatkowe zbadanie tego obszaru. Aktualnie, we wspomnianej strefie brak jest stacji sejsmicznych.

Poza wspomnianymi wyżej rejonami inne, niesklasyfikowane obszarowo zjawiska zlokalizowane były na pozostałym obszarze kraju. Z uwagi na krótki okres analizy i przestrzenną (raczej przypadkową) lokalizację epicentrów nie zostały w sposób jawny zrejonizowane. Należy mieć na uwadze, że zjawiska te mogą być przejawem zdarzeń telesejsmicznych, tj. zdarzeń odległych od terytorium Polski. W wielu takich przypadkach dochodzące do stacji fale sejsmiczne są tak znacznie osłabione i zniekształcone licznymi falami wtórnymi, że automatyczny system alertowania nie jest w stanie dokonać ich poprawnej analizy.

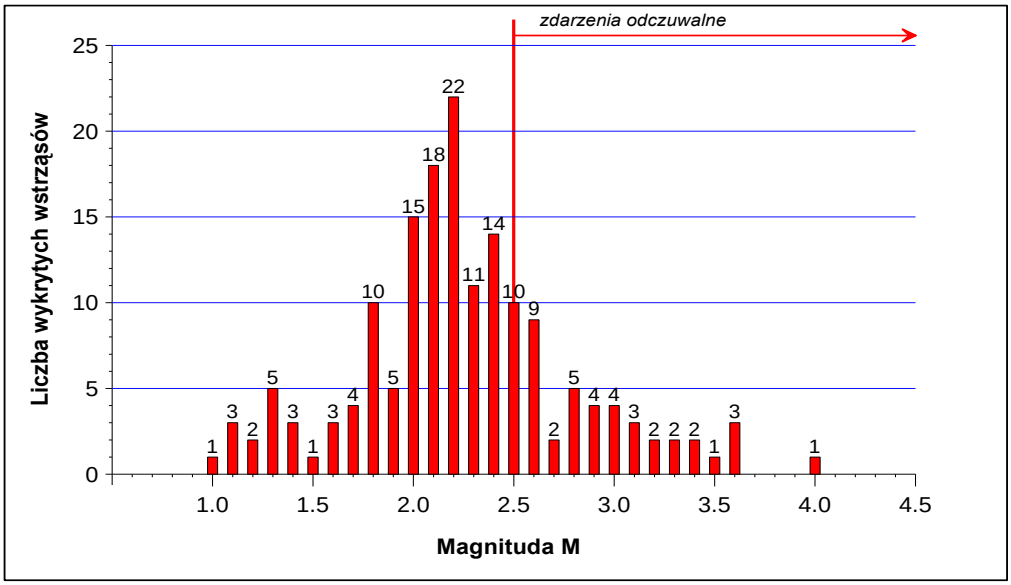
Statystyczny rozkład detekcji zjawisk przedstawiony został w **tab. 2** oraz na wykresie na **rys. 3** i **rys. 4**. Większość (77%) zidentyfikowanych zjawisk stanowiły zjawiska sejsmiczne poniżej progu odczuwalności M2.5. W przypadku 23% zjawisk wielkości magnitud były wyższe.

***Tab. 2.*** *Liczba zdarzeń sejsmicznych wykrytych w okresie od 1 stycznia do 30 czerwca 2018 r. w systemie automatycznego alertowania sieci PSG_Sejs_NET w poszczególnych przedziałach wielkości magnitudy.*

| **Magnituda** | | **Liczba zdarzeń** | **%** |
|---|---|---|---|
| **od** | **do** | | |
| 1.0 | 2.5 | 117 | 70.9 |
| 2.5 | 3.0 | 30 | 18.2 |
| 3.0 | 3.5 | 13 | 7.9 |
| 3.5 | 4.0 | 4 | 2.4 |
| **M>=4.0** | | **5** | **1** |
| **Razem:** | | **232** | **165** |
| **w tym:** | **M<=2.5** | **127** | **77.0** |
| | **M>2.5** | **38** | **23.0** |




***Rys. 3.*** *Liczba zjawisk sejsmicznych wykrytych w kolejnych miesiącach w sieci PSG_Sejs_NET przez system automatycznego alertowania w okresie od 1 stycznia do 30 czerwca 2018 r.*




***Rys. 4.*** *Rozkład częstości magnitud wstrząsów sejsmicznych zarejestrowanych w systemie automatycznego alertowania sieci PSG_Sejs_NET w okresie od 1 stycznia do 30 czerwca 2018 r.*

Rozkład częstości (**rys. 4**) wstrząsów zarejestrowanych w sieci PSG_Sejs_NET w okresie od 1 stycznia do 30 czerwca 2018 r. w odniesieniu do wielkości wyznaczonej magnitudy, graficznie ilustruje statystykę wstrząsów zawartą w **tab. 2**. Obwiednia słupków wykresu zbliżona jest kształtem do kształtu krzywej rozkładu normalnego prawdopodobieństwa, charakterystycznego w statystyce zdarzeń losowych. Bazując na danych zarejestrowanych w okresie półrocznego monitoringu sejsmicznego w sieci PSG_Sejs_NET spodziewać się można analogicznych rezultatów także w kolejnych równych i dłuższych odcinkach czasowych. Najliczniej obserwowane i rejestrowane będą

nieodczuwalne zdarzenia sejsmiczne, których magnitudy będą miały wielkość mniejszą, ale bliską wielkości magnitudy wyznaczającej próg odczuwalności.

## Dane magnetyczne

Równolegle z monitoringiem aktywności sejsmicznej na obszarze Polski w sieci obserwacyjnej PSG_Sejs_Net na stacjach stałych w Dziwiu i w Hołownie prowadzony był ciągły monitoring wariacji ziemskiego pola magnetycznego. Z uwagi na dostępne wyposażenie sprzętowe oraz warunki lokalne, które ograniczają możliwości instalacji wielu sensorów magnetycznych, monitoring magnetyczny sprowadzał się do rejestracji zmian czasowych modułu całkowitego wektora indukcji magnetycznej (wektora natężenia pola geomagnetycznego). Obserwacje wykonywane były przy wykorzystaniu magnetometrów protonowych ENVI-Mag firmy Scintrex Ltd. (Kanada) skonfigurowanego do pracy w trybie stacji bazowej.

## Dane geodezyjne

Monitoring geodezyjny w okresie pierwszego półrocza 2018 roku prowadzony był na stałych stacjach monitoringu geodynamicznego w Dziwiu i w Hołownie. Monitoring geodezyjny obejmuje obserwacje zmian pozycji i wysokości punktów/stanowisk pomiarowych (słupów pomiarowych), które specjalnie do tego celu zostały zbudowane na obu stacjach.

Na mocy Porozumienia o współpracy z 11.05.2016 r. pomiędzy Głównym Geodetą Kraju i Państwowym Instytutem Geologicznym – Państwowym Instytutem Badawczym wyposażenie sprzętowe (anteny, odbiorniki, systemy zasilania zainstalowanego sprzętu oraz oprogramowanie) zostały dostarczone i zainstalowane przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii. Uruchomioną aparaturę włączono do geodezyjnego systemu obserwacyjnego i teleinformatycznego ASG-EUPOS zarządzanego przez GUGiK. Wyniki monitorowania gromadzone są na serwerze systemu ASG-EUPOS i przedstawiane na bieżąco na stronie systemu (po wcześniejszym zalogowaniu): http://system.asgeupos.pl/MemberPages/PositionScatterPlot.aspx.

Pomierzone, precyzyjne położenie punktów obserwacji geodezyjnych przedstawiono w **tabeli 3.**

***Tab. 3.*** *Współrzędne geodezyjne punktów/stanowisk monitoringu geodezyjnego na stacjach w Dziwiu i w Hołownie.*

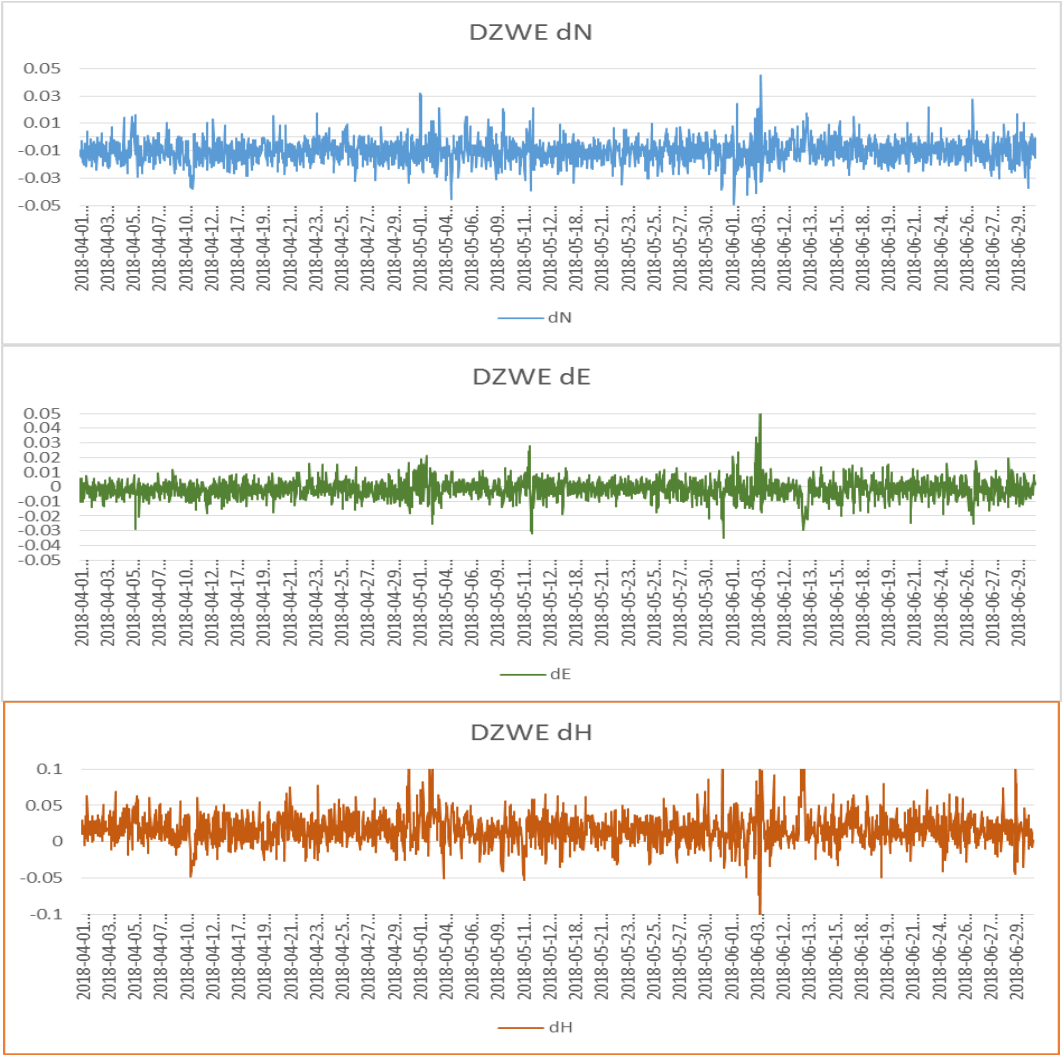
| Lp. | Stacja | Szer. geogr. (WGS84) | Dł. geogr. (WGS84) | Wysokość elips. (WGS84) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | **HOLO** | 51 39 05,41283 N | 23 11 47,70975 E | 187,860 |
| 2 | **DZWE** | 52 19 21,41835 N | 18 55 25,33150 E | 162,034 |

W **tabeli 4** przedstawiono średnie miesięczne zmiany położenia punktu obserwacyjnego GPS obserwowane na stacji w Dziwiu w okresie od 01.01.2018 do 30.06.2018 r.

***Tab. 4.*** *Średnie miesięczne zmiany położenia i współrzędnych punktu obserwacji geodezyjnych obserwowane na stacji w Dziwiu w okresie od 01.01.2018 do 30.06.2018 r.*

| STACJA DZIWIE (DZWE) | | | |
|---|---|---|---|
| **Miesiąc** | **Składowa północna (N) dN [m]** | **Składowa wschodnia (E) dE [m]** | **Wysokość dH [m]** |
| 2018.01 | -0,012 | -0,003 | 0,015 |
| 2018.02 | -0,011 | -0,005 | 0,015 |
| 2018.03 | -0,011 | -0,004 | 0,019 |
| 2018.04 | -0,011 | -0,002 | 0,017 |
| 2018.05 | -0,011 | -0,001 | 0,016 |
| 2018.06 | -0,009 | -0,002 | 0,018 |

Graficzną ilustrację zmian (wariacji) położenia punktu obserwacyjnego GPS w Dziwiu pokazano na przykładzie zmian zarejestrowanych w systemie ASG-EUPOS w drugim kwartale 2018 roku (**rys. 5)**.



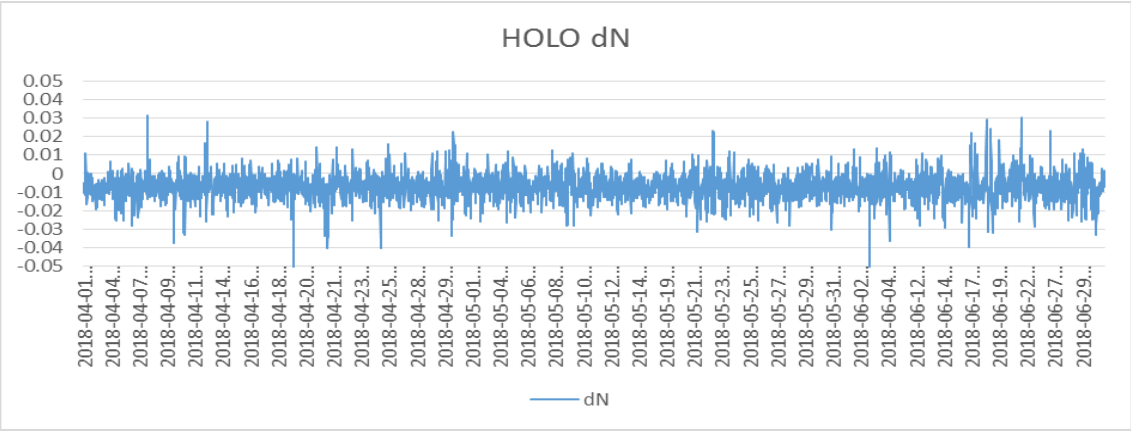

***Rys. 5.*** *Wariacje składowych położenia punktu obserwacji GPS w II kwartale 2018 r. na stacji w Dziwiu.*

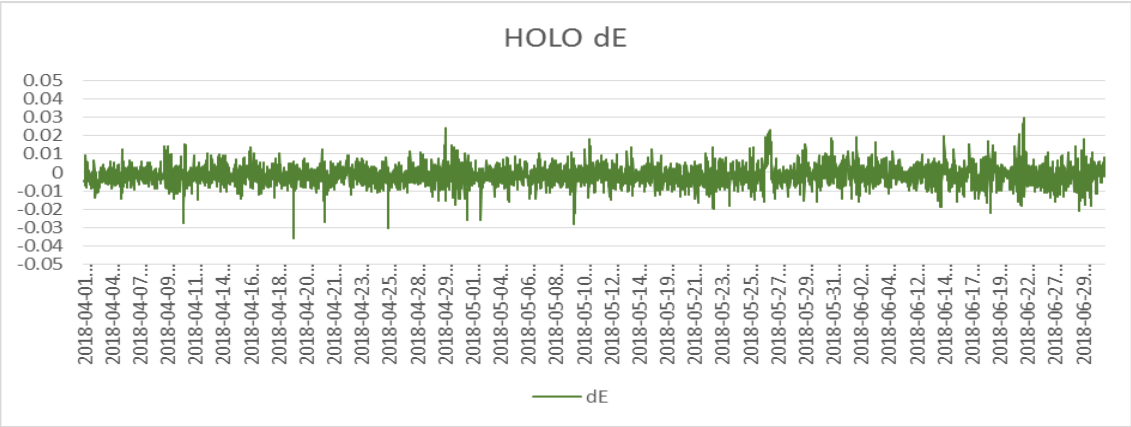
Średnie miesięczne zmiany położenia punktu obserwacyjnego GPS obserwowane w okresie od 01.01.2018 do 30.06.2018 r. na stacji w Hołownie przedstawiono w **tabeli 5**.

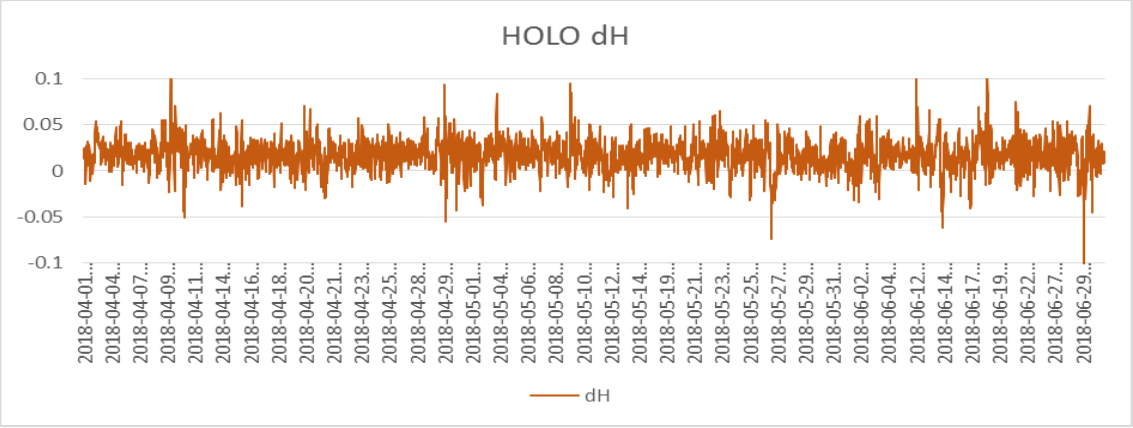
***Tab. 5.*** *Średnie miesięczne zmiany położenia i współrzędnych punktu obserwacji geodezyjnych obserwowane na stacji w Hołownie w okresie od 01.01.2018 do 30.06.2018 r.*

| STACJA HOŁOWNO (HOLO) | | | |
|---|---|---|---|
| **Miesiąc** | **Składowa północna (N) dN [m]** | **Składowa wschodnia (E) dE [m]** | **Wysokość dH [m]** |
| 2018.01 | -0,006 | -0,001 | 0,016 |
| 2018.02 | -0,007 | -0,002 | 0,019 |
| 2018.03 | -0,007 | -0,002 | 0,017 |
| 2018.04 | -0,007 | -0,002 | 0,018 |
| 2018.05 | -0,007 | -0,002 | 0,017 |
| 2018.06 | -0,007 | -0,001 | 0,015 |

Analogiczną jak dla stacji Dziwie, graficzną ilustrację zmian (wariacji) położenia punktu obserwacyjnego GPS w Hołownie pokazano na przykładzie zmian zarejestrowanych w systemie ASG-EUPOS w drugim kwartale 2018 roku (**rys. 6)**.






***Rys. 6.*** *Wariacje składowych położenia punktu obserwacji GPS w II kwartale 2018 r. na stacji w Hołownie.*

Ocena wyników obserwowanych zmian położenia punktów obserwacyjnych zostanie przeprowadzona po zakończeniu drugiego półrocza obserwacji. Dotychczasowe dane wskazują na bardzo dobrą, trwałą stabilizację punktów. W przypadku dalszego potwierdzenia stabilności stanowisk podjęte zostaną starania o włączenie tych lokalizacji do europejskiej sieci geodezyjnej EPN i do systemu obserwacji międzynarodowych.

## Dane grawimetryczne

Stałe stacje monitoringu geodynamicznego w Dziwiu i w Hołownie zostały zaprojektowane do pomiarów i obserwacji różnych parametrów odnoszących się do pól wielkości fizycznych, w tym także pola grawitacyjnego. W 2017 roku przeprowadzone zostały na obu stacjach pierwsze, testowe pomiary absolutne przyśpieszenia pola siły ciężkości, dobowe pomiary zmian przyspieszenia pola grawitacyjnego towarzyszące pływom skorupy ziemskiej wywołanymi oddziaływaniem grawitacyjnym słońca i księżyca, a także pomiary gradientu pionowego siły ciężkości. Prace wykonano przy współpracy ze naukowcami z Wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej z wykorzystaniem aparatur badawczych stanowiących własność PW.

Warunki do wykonania badań pola grawitacyjnego oraz uzyskane w 2017 roku wyniki prac pozwoliły na wysoką ocenę laboratoriów obu stacji także w aspekcie prowadzenia regularnego monitoringu wariacji pola grawitacyjnego i trwałego włączenia stacji w Dziwiu i Hołownie do grawimetrycznej sieci punktów regularnych obserwacji absolutnych pola grawitacyjnego Ziemi.

Rozpoczęcie regularnych serii pomiarowych, zgodnie z metodyką zastosowaną w badaniach testowych w 2017 roku, zaplanowano od drugiego półrocza 2018 r. Od tego momentu obserwacje wariacji pola siły ciężkości wykonywane będą regularnie na stacjach w Dziwiu i w Hołownie dwukrotnie w ciągu roku kalendarzowego.