



**MONITORING GEODYNAMICZNY POLSKI
PAŃSTWOWEJ SŁUŻBY GEOLOGICZNEJ**

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

**Raport nr 11/2025
z dnia 10/12/2025 r.
z wyników monitoringu pola geomagnetycznego zarejestrowanych
w miesiącu listopadzie 2025 r.
na stacjach geodynamicznych PSG w Dziwiu i w Hołownie.**

Zawartość raportu:

1. Obserwacje wariacji ziemskiego pola magnetycznego realizowane przez PSG.
2. Lokalizacja stacji monitoringu pola geomagnetycznego.
3. Wyniki obserwacji zmian wartości całkowitego wektora indukcji pola magnetycznego Ziemi w laboratoriach geodynamicznych w Hołownie i w Dziwiu.

Załącznik nr 1 - Zestawienie dobowych magnetogramów zarejestrowanych w listopadzie 2025 na stanowisku monitoringu magnetycznego w Hołownie.

Załącznik nr 2 - Zestawienie dobowych magnetogramów zarejestrowanych w listopadzie 2025 na stanowisku monitoringu magnetycznego w Dziwiu.

Projekt PSG - Monitoring Geodynamiczny Polski – etap V (MGP-V)

**WYKONANO NA ZAMÓWIENIE MINISTRA KLIMATU I ŚRODOWISKA
ZA ŚRODKI FINANSOWE WYPŁACONE
PRZEZ NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA I GOSPODARKI WODNEJ**



**Ministerstwo
Klimatu i Środowiska**



**NARODOWY FUNDUSZ
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ**

Warszawa 10/12/2025 r.

1. Lokalizacja stacji monitoringu geomagnetycznego PSG.

Państwowa służba geologiczna (PSG) w ramach projektu **Monitoring Geodynamiczny Polski** prowadzi ciągły monitoring zmienności ziemskiego pola magnetycznego. Obserwacje realizowane są na dwóch stanowiskach pomiarowych, zlokalizowanych w dwóch, stałych stacjach monitoringu geodynamicznego PSG: w laboratorium geodynamicznym położonym w miejscowości Dziwie (stacja **DZIW**), w gm. Przedecz w powiecie kolskim oraz w laboratorium w Hołowni (stacja **HOLO**) zlokalizowanym w gm. Podedwórze w pow. parczewskim. Lokalizacja stacji zaprezentowana została na mapie (rys. 1).



Rys. 1. Mapa lokalizacji stanowisk PSG ciągłego monitoringu pola geomagnetycznego (mapa bazowa CIA).

W linii prostej oba stanowiska obserwacji geomagnetycznych dzieli odległość ok. 300.5 km. Z punktu widzenia budowy geologicznej każde z nich usytuowane jest na obszarach należących do różnych jednostek geologicznych Polski. Stacja DZIW zlokalizowana jest na obszarze platformy paleozoicznej, słabo zróżnicowanej magnetycznie, stacja HOLO - na obszarze prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej, silnie zróżnicowanej magnetycznie.

Położenie obu stanowisk obserwacji geomagnetycznych determinuje dużą różnicę w poziomach obserwacji danych magnetycznych. Wyznaczona w **październiku 2025 r., na podstawie danych z obu stacji z dnia 26/10/2025**, różnica poziomów pomiędzy stacjami wyniosła **+833.0 nT** na korzyść stacji HOLO, przy odchyleniu standardowym serii pomiarowych równym **1.78 nT**. W stosunku do 2 lata wcześniej wyznaczonej różnicy z października 2023 r. otrzymany wynik wskazuje na systematyczny wzrost wartości różnicy pomiędzy stacjami. Różnica ta – podobnie jak inne cechy i parametry pola magnetycznego Ziemi – jest zmienna w czasie. Zmienność poziomów podlega długookresowym zmianom pola magnetycznego Ziemi, których wielkość i tempo zależą również od położenia punktu obserwacji.

Monitoring geomagnetyczny na stacji geodynamicznej PSG w Dziwiu został wznowiony po przeszło rocznej przerwie w dniu 16 czerwca br. W trakcie przerwy wykonano modernizację okablowania stacji magnetycznej. Z powodu problemów technicznych, związanych z wadliwie działającą sondą pomiarową, a także z usterkami w systemie komunikacji, uniemożliwiających wznowienie i utrzymanie w czasie rzeczywistym stałej komunikacji pomiędzy rejestratorem magnetometru a serwerem danych, rutynowe obserwacje ziemskiego pola magnetycznego na stacji geodynamicznej PSG w Dziwiu uruchomione zostały ponownie w dniu 1 października 2025r.

Początkowo, w dniach od 1 do 4 października stacja rejestrowała silne zakłócenia w trakcie pomiarów. Źródło zakłóceń stanowił programowalny, elektroniczny zegar sterujący pracą systemu zasilani buforowego magnetometru. Ostatecznie usterkę usunięto w dniu 04/10/2025 wymieniając elektroniczny zegar na programowalny, mechaniczny, co w konsekwencji obniżyło wysoki poziom szumów elektromagnetycznych rejestrowanych w trakcie monitoringu pola geomagnetycznego do poziomu 0.18 – 0.25 nT i pozwoliło na uzyskanie wiarygodnych wyników pomiarów magnetycznych w trakcie każdej doby obserwacji. Począwszy od godz. 9:00 dnia 04/10/2025 (UTC) niewielki wzrost poziomu zaszumienia sygnału z sondy magnetycznej rejestrowany jest dwukrotnie w ciągu doby jedynie w trakcie ładowania akumulatora zasilającego magnetometr bazowy oraz sondę magnetyczną (2 x 1.5 godz.). Wielkość tego szumu nie przekracza wartości krytycznej (0.40 nT), która miałaby wpływ na dokładność pomiarów.

Przywrócony został także zdalny dostęp do rejestratora magnetycznego i zdalną kontrolę zapisu na tyle ciągłą na ile pozwala na to bieżący stan słabego połączenia Internetowego z laboratorium w Dziwiu.

2. Obserwacje wariacji ziemskiego pola magnetycznego realizowane przez PSG.

Z uwagi na dostępne wyposażenie sprzętowe oraz warunki lokalne, które ograniczają możliwości instalacji wielu sensorów magnetycznych, monitoring magnetyczny na obu stanowiskach sprowadza się do rejestracji zmian czasowych wartości modułu całkowitego wektora B_T indukcji pola geomagnetycznego.

Do prowadzenia ciągłych obserwacji pola geomagnetycznego wykorzystane są magnetometry protonowe ENVI-MAG prod. firmy Scintrex Ltd. (Kanada), skonfigurowane do pracy w trybie stacji bazowej. W ramach realizowanego projektu monitoringu geodynamicznego PSG rutynowy, ciągły monitoring magnetyczny rozpoczęto w grudniu 2016 r. równolegle w obu - wspomnianych wyżej - laboratoriach.

Akwizycja i zapis danych prowadzony jest w trybie dyskretnego próbkowania z 60 s częstotliwością odczytów. Dokładność pomiarów zdefiniowana została ustaloną długością czasu polaryzacji sondy magnetycznej w trakcie wykonywania pojedynczego cyklu pomiarowego (2 s). Czas polaryzacji sondy

magnetycznej pozwala na pomiar indukcji pola geomagnetycznego z precyzją 0.1 nT. Na obu stacjach magnetycznych, zainstalowanych w Dziwiu (w okresie, w którym stacja była aktywna oraz obecnie już po zakończeniu modernizacji i wznowieniu aktywności stacji) oraz w Hołownie, konfiguracja magnetometrów jest identyczna, z wyjątkiem ustalonych wartości wielkości pola referencyjnego, dostosowanego do średniego, lokalnego poziomu indukcji pola geomagnetycznego.

Ziemskie pole magnetyczne jest naturalnym polem fizycznym, które podlega ciągłym zmianom. Obserwowane zmiany (wariacje) pola mają złożoną charakterystykę czasową począwszy od krótkotrwałych, nieregularnych zmian obserwowanych w czasie minut i godzin poprzez charakterystyczne, regularne zmiany dobowe oraz zmiany roczne i wieloletnie (związane z jedenastoletnim cyklem słonecznym), aż po zmiany wiekowe i zmiany występujące w dłuższych cyklach, w okresach pomiędzy zmianami biegunów magnetycznych Ziemi. Zmiany pola magnetycznego mają znaczący wpływ na wiele procesów, jakie zachodzą zarówno na powierzchni, jak i w głębi planety, a także na różnego rodzaju produkty i procesy technologiczne powstające i funkcjonujące jako konsekwencje osiągnięcia obecnego poziomu rozwoju cywilizacyjnego.

W odniesieniu do wpływu na procesy antropogeniczne najbardziej istotne są i największy wpływ mają krótkookresowe i wieloletnie wariacje pola geomagnetycznego. Te pierwsze są spowodowane głównie interakcjami zachodzącymi w magnetosferze ziemskiej pod wpływem oddziaływania zjonizowanych cząstek materii i fal promieniowania kosmicznego. W szczególności dotyczy to interakcji ziemskiego pola magnetycznego z wiatrem słonecznym, tj. strumieniem protonów i elektronów emitowanym z korony słonecznej w przestrzeń kosmiczną, a także ze strumieniami zjonizowanej plazmy towarzyszącym tzw. rozbłyskom słonecznym oraz koronalnym wyrzutom masy. Jednym z wyników interakcji strumieni plazmy wyrzucanych ze słońca z magnetosferą ziemską oraz jonosferą są szybkozmienne, wysokoamplitudowe wariacje natężenia pola magnetycznego obserwowanego na powierzchni planety, w tym przede wszystkim, pojawiające się w wysokich, okołobiegunowych szerokościach geograficznych, którym towarzyszą bardziej spektakularne zjawiska w postaci zórz polarnych.

3. Wyniki obserwacji zmian wartości całkowitego wektora indukcji pola magnetycznego Ziemi w laboratorium geodynamicznym PSG w Hołownie i w Dziwiu w miesiącu listopadzie 2025.

Jak wcześniej wspomniano obserwacje na stacji magnetycznej w laboratorium geodynamicznym PSG w Dziwiu zostały ponownie wznowione w dniu 16 czerwca. W wyniku opisanych wyżej prac serwisowych i awarii w systemie komunikacji z serwerem dane zarejestrowane pomiędzy 16/06 a 15/09/br. zostały bezpowrotnie utracone. Zaś dane zarejestrowane po tym terminie aż do 4 października są silnie zakłócone w stopniu częściowo uniemożliwiającym filtrację zakłóceń na pełnych odcinkach rejestracji dobowych. Dopiero dane rejestrowane od dnia 4 października 2025 są danymi poprawnymi.

Aktualnie, począwszy od miesiąca października 2025 roku dobowe wariacje indukcji pola geomagnetycznego są ponownie analizowane w oparciu o rejestracje wartości modułu całkowitego wektora indukcji pola magnetycznego obserwowane na stacji **w Hołownie** i na stacji **w Dziwiu**. Miesięczne zestawienie wykresów dobowych rejestracji magnetycznych zmian wartości modułu całkowitego wektora indukcji geomagnetycznej w listopadzie 2025 zaprezentowano na **załącznikach: nr 1 (stacja HOŁO) i nr 2 (stacja DZIWIĘ)**. W listopadzie obie stacje pracowały bezawaryjnie w sposób ciągły w czasie w czasie wynoszącym **720** godz. tj. przez okres wynoszący **100%** nominalnego, miesięcznego czasu monitoringu bez jakichkolwiek luk w rejestracji.

Dobowe zapisy parametrów ziemskiego pola magnetycznego, które są rejestrowane na powierzchni Ziemi są zależne od miejsca obserwacji. W każdym położeniu czujników stanowią odwzorowanie aktualnego stanu magnetosfery ziemskiej unikalne dla określonej lokalizacji. Bieżący stan magnetosfery zależny jest w każdym momencie czasu od czynników zewnętrznych oddziałujących na pole magnetyczne Ziemi.

Krótkookresowe, w tym dobowe zmiany pola geomagnetycznego obserwowane na powierzchni planety są zawsze wynikiem interakcji ziemskiego pola magnetycznego z polem magnetycznym generowanym przez poruszające się zjonizowane cząstki wiatru słonecznego. Wielkość wpływu wiatru słonecznego na ziemskie pole magnetyczne zależy od wielkości i polaryzacji „uwięzionego” pola magnetycznego, a tym samym od prędkości i gęstości poruszających się cząstek. Prędkość i gęstość cząstek docierających w przestrzeń okołoziemską jest zależna od aktualnego stanu aktywności słonecznej z uwzględnieniem opóźnienia wynikającego z czasu potrzebnego na dotarcie cząstek wiatru w zasięg oddziaływania pola magnetycznego Ziemi. Prędkość cząstek wiatru słonecznego zmienia się w szerokich granicach i waha się od ok. 400 km/s (brak gwałtownych zjawisk na powierzchni Słońca) do ok. 500 - 800 km/s w przypadku gwałtownych emisji cząstek towarzyszących rozbłyskom słonecznym i zjawiskom koronalnych wyrzutów masy z korony słonecznej (ang. CME). Wyrzuty strumieni plazmy z korony słonecznej są w stanie docierać w zasięg magnetosfery ziemskiej już po 15 – 18 godzinach (najszybsze, wysokoenergetyczne cząstki). Najwolniejsze, pokonują trasę Słońce-Ziemia nawet w czasie kilku dni.

Bieżący stan pozaplanetarnych czynników, które oddziałują na pole magnetyczne Ziemi, jonosferę, atmosferę, hydrosferę i jej powierzchnię wyznacza aktualny stan tzw. „pogody kosmicznej”. Badaniami tych czynników i ich wpływem na życie na Ziemi zajmują się wyspecjalizowane ośrodki naukowe, instytucje i agencje rządowe w tym, między innymi, w Stanach Zjednoczonych agencja rządowa NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA - www.noaa.gov). W ramach swoich zadań NOAA prowadzi monitoring tych czynników wraz z ich analizą jakościowo-ilościową. W strukturze NOAA funkcjonuje Centrum Prognozowania Pogody Kosmicznej (**SPACE WEATHER PREDICTION CENTER – SWPC**), którego zadaniem jest przewidywanie stanu tych czynników w czasie i oceny potencjalnych zagrożeń związanych z ich wpływem na różne aspekty funkcjonowania urządzeń technologicznych na Ziemi oraz w przestrzeni kosmicznej.

Stan zaburzeń czynników mających wpływ na pole geomagnetyczne scharakteryzowany jest wielkością tzw. „indeksu pogody kosmicznej” **Kp**. Indeks **Kp** przyjmuje wartości od 0 do 9. Indeks **Kp** jest prognozowany i wyznaczany jako średnia ważona indeksów **K** określonych na podstawie zmian składowych wektora indukcji geomagnetycznej obserwowanych w 13 ustalonych obserwatoriach geomagnetycznych, zlokalizowanych na obszarze półkuli północnej i południowej powyżej 60 równoleżnika. Indeksy **K** i **Kp** wyznaczane są w trzygodzinnych interwałach na podstawie bieżących obserwacji. Ich wielkości są również prognozowane z wyprzedzeniem do 3 dob. Prognoza wielkości indeksu i przewidywana na tej podstawie skala zaburzeń ziemskiego pola magnetycznego stanowią istotną informację pozwalającą ograniczać potencjalnie niekorzystny, przyszły wpływ szybkich zmian pola magnetycznego Ziemi w szczególności na infrastrukturę energetyczną na jej powierzchni, zakłócenia ruchu sztucznych satelitów Ziemi, łączność radiową z wykorzystaniem fal radiowych przechodzących przez jonosferę ziemską lub od niej odbitych, a także na systemy pozycjonowania satelitarne.

Z wielkością indeksu **Kp** powiązana jest pięciostopniowa skala burz magnetycznych, klasyfikowanych od **G1** (zaburzenia niewielkie) do **G5** (burze ekstremalne). Na **rys. 2** przedstawiono wykresy zmienności indeksu **Kp** prognozowane sukcesywnie z wyprzedzeniem trzydniowym w okresie miesiąca listopada br. Wykresy przedstawiono w formacie dekadowym tj. od 01 do 10, od 11 do 20 oraz od 21 do 31 listopada 2025. Na wykresach zaznaczona została skala burz magnetycznych odpowiadająca indeksom **Kp**: **G1**- $5 \leq Kp < 6$, **G2** – $6 \leq Kp < 7$, **G3** - $7 \leq Kp < 8$, **G4** – $8 \leq Kp < 8.9$, **G5** – $Kp \geq 8.9$.

Powyższa skala burz geomagnetycznych wraz z odniesieniem do indeksu **Kp** zaproponowana została przez amerykańską, rządową agencję NOAA - **NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION**. Jest stosowana w wydawanych przez agencję powiadomieniach o bieżącym i prognozowanym stanie magnetosfery ziemskiej oraz jej aktualnego oraz przewidywanego, negatywnego wpływu na aspekty technologiczne podatne na zakłócenia pola magnetycznego Ziemi.

W trakcie trwania burz magnetycznych całkowity wektor indukcji ziemskiego pola magnetycznego B_T ulega nieustannym zmianom w czasie jako wypadkowa zmian jego składowych: X – składowa wschodnia, Y – północna i Z – pionowa. Zmiany obejmują również elementy pola magnetycznego H – składową poziomą, Z – składową pionową, D – deklinację, I – inklinację wektora indukcji. W tym samym momencie czasu wielkości rejestrowanych parametrów są różne dla różnych lokalizacji stanowisk obserwacji. Największe wariacje wartości mierzonych parametrów obserwuje się w wysokich (powyżej 60°) szerokościach geograficznych.

Silne burze magnetyczne (klasy **G4**, **G5**) zdarzają się stosunkowo rzadko. Zazwyczaj rejestruje się ok. 100 burz klasy G4 w trakcie jednego, jedenastoletniego cyklu słonecznego. Dla porównania typowe, słabe zaburzenia magnetyzmu ziemskiego (tzw. „zaburzenia zatokowe”) obserwuje się statystycznie w ilości ok. 1700 razy w ciągu 1 cyklu słonecznego (ok. 900 dni z zaburzeniami). Burze ekstremalne G5 statystycznie zaledwie czterokrotnie w trakcie trwania 1 cyklu. Częstość zjawisk burzowych jest zależna od bieżącej aktywności Słońca. W szczycie 11 – letniego cyklu, kiedy aktywność słoneczna osiąga swoje apogeum prawdopodobieństwo, ryzyko i częstość wystąpienia silnej burzy są najwyższe. Aktualnie, w roku 2025, Słońce znajduje się w szczycie swojego 11-letniego cyklu aktywności, stąd spodziewać się można częstych i silnych zaburzeń pola magnetycznego Ziemi.

Dotychczasowe, wcześniejsze, dobowe obserwacje wartości modułu całkowitego wektora indukcji magnetycznej B_T wykonane na stacjach w Hołowni i w Dziwiu porównane z wykresami dobowymi indeksu K_p wyraźnie pokazywały na istniejącą korelację pomiędzy rozkładem wartości indeksu a gładkością i regularnością zmian dobowych wektora indukcji. Im wyższe wartości indeksu w poszczególnych godzinach i dniach obserwacji, tym więcej występowało silnych, lokalnych anomalii w przebiegu zmian dobowych pola geomagnetycznego.

Na podstawie poprawnych danych zarejestrowanych w listopadzie 2025 na stacjach magnetycznych PSG możliwa jest pełna ocena zmienności pola geomagnetycznego w skali całego miesiąca. W tym także występowania i oceny wielkości lokalnych zaburzeń pola. Z wykresów zaprezentowanych na **rys. 2**, opracowanych na podstawie danych udostępnianych przez **NOAA** wynika, że najwyższe wartości indeksu wyznaczone zostały kilkakrotnie w skali miesiąca w dniach od 5 do 8 listopada, a także w dniach od 12 i 13 listopada. Również w końcu ostatniej dekady miesiąca w dniach od 24 do 29 rejestrowane były stosunkowo wysokie wartości indeksu. W krótkich, trzygodzinnych okresach w listopadzie siedemnastokrotnie wartości indeksu K_p przekroczyły wartość **5**, wskazując na zjawiska burzowe w magnetosferze ziemskiej o wielkości burzy magnetycznej co najmniej klasy **G1**. Ilość ta oznacza niemal dwukrotny wzrost ilości okresów z silnymi zaburzeniami pola geomagnetycznego Ziemi w odniesieniu do miesiąca października br., w którym zarejestrowano 10 trzygodzinnych interwałów z indeksem $K_p > 5$.

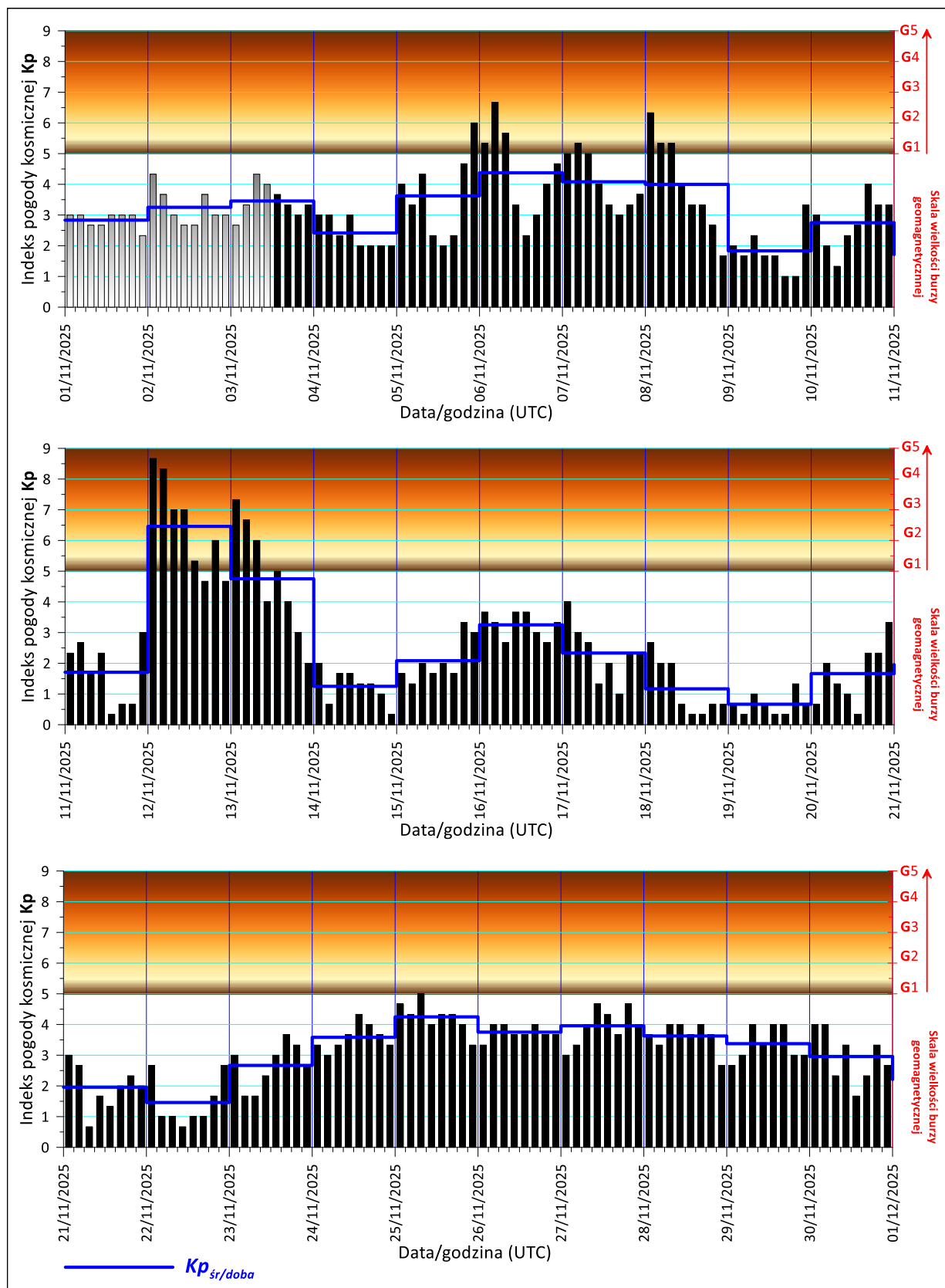
W skali całego miesiąca listopada 2025 średnia dobowa wartość indeksu $K_{p, \text{sr./doba}}$ jedynie w dniu 12/11/2025 przekroczyła wielkość 5 i wynosiła $K_{p, \text{sr./doba}} = 6.46$. Również w tym samym dniu oraz w dniu następnym wystąpiły najwyższe w skali całego miesiąca trzygodzinne interwały z wartościami indeksu. I tak na początku doby w dniu 12/11 wyznaczona wartość indeksu pogody kosmicznej wynosiła **8.67**, a następnie w kolejnych, trzygodzinnych interwałach: 8.33, 7.0, 7.0. Wartości te charakteryzują bardzo silne zaburzenia magnetosfery ziemskiej odpowiadające klasom burz magnetycznych **G4** i **G3**. Podobne, ale nieco słabsze zaburzenia pola zarejestrowane zostały w dniu 13/11/2025.

Najniższą, średnią dobową wartość indeksu $K_{p, \text{sr./doba}}$ zarejestrowano w dniu 19/11/2025 r., kiedy wartość indeksu spadła do poziomu 0.67. Na magnetogramach z obu stacji magnetycznych wykresy zmian dobowych niemal idealnie zbliżone były do charakterem do zmian obserwowanych w warunkach stabilnego oddziaływania wiatru słonecznego na magnetosferę ziemską.

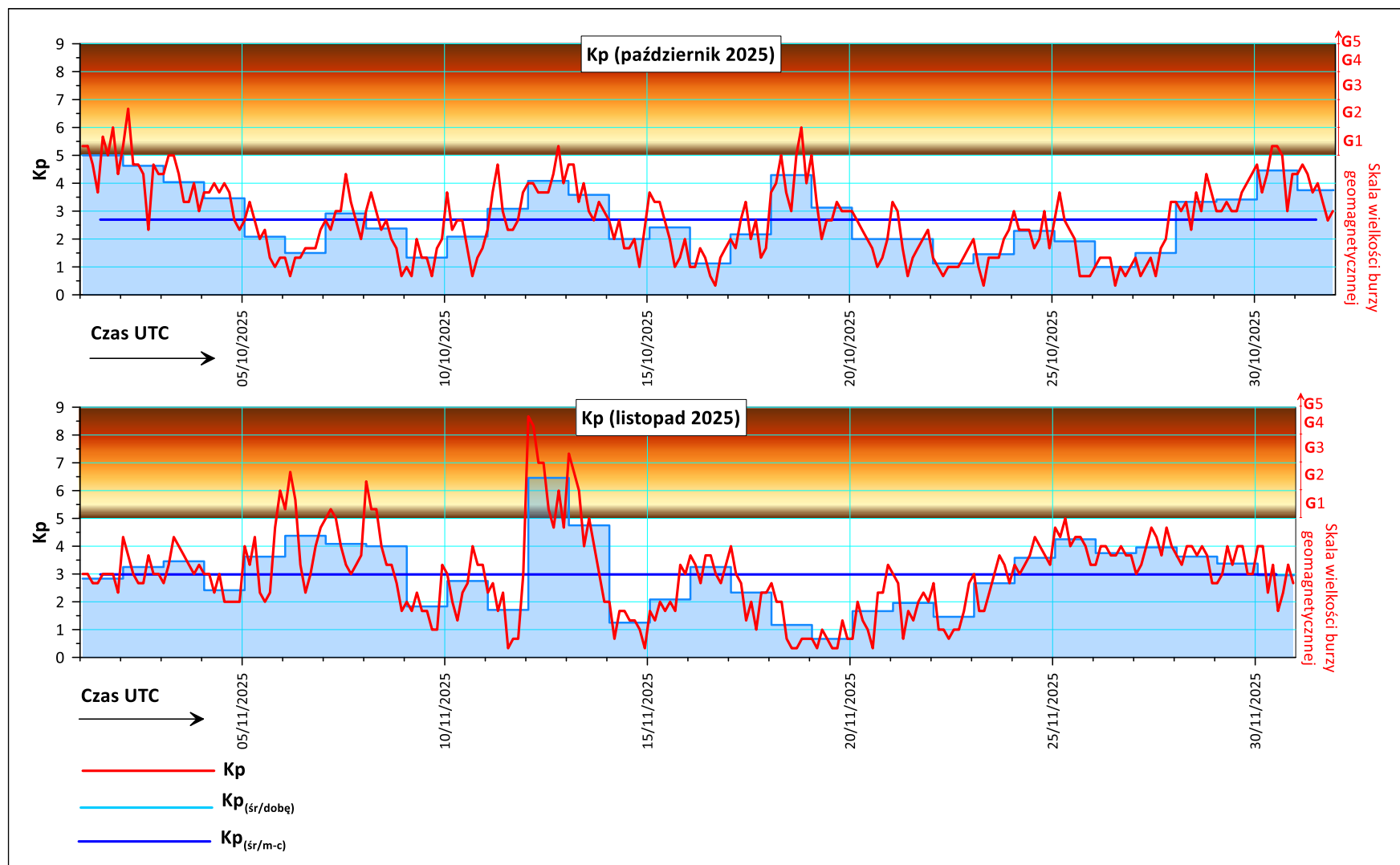
Przegląd miesięcznego zestawienia magnetogramów zarejestrowanych w miesiącu październiku br. (**zał. 1 i zał. 2**) oraz zestawienia wartości indeksu pogody kosmicznej K_p (**rys. 2**) i ich porównanie do analogicznych zestawień z poprzednich miesięcy bieżącego roku pozwala ocenić zakłócenia pola magnetycznego Ziemi spowodowane wiatrem słonecznym w miesiącu listopadzie br. jako

umiarkowane. Wyjątek stanowi bardzo silna burza magnetyczna zarejestrowana w dniach 12 i 13 listopada. Porównanie szeregów czasowych indeksu Kp z miesiąca listopada i października br. zaprezentowano na **rys. 3**. Niezależnie od wielkości Kp i interwałów, w których obserwowane były zmiany burzowe pola geomagnetycznego średnie, miesięczne wartości indeksów niewiele się różnią pomiędzy sobą. Średnia, miesięczna wartość indeksu $Kp_{sr/m-c}$ była równa **2.69**, zaś w w listopadzie wyniosła **2.98**.

Za najbardziej zbliżone charakterem i amplitudą do magnetogramów wzorcowych, jakie rejestruje się w dniach całkowicie pozbawionych zakłóceń, są magnetogramy zarejestrowane w dniach 9, 14, 18, 19, 20, 21, 22 listopada. W żadnym z tych dni dobową, średnią wartość indeksu $Kp_{sr./doba}$ nie przekroczyła wartości **2**. Poszczególne, średnie, dobowe wartości indeksów $Kp_{sr./doba}$ wynosiły odpowiednio: 1.83, 1.25, 1.17, **0.67**, 1.67, 1.96, 1.46,. Pod względem regularności i gładkości wykresu dobowego wyraźnie wyróżnia się magnetogram z dnia 19 listopada ($Kp_{sr./doba}=0.67$). Zapis magnetyczny z tego dnia został wybrany jako krzywa wzorcowa, stanowiąca obraz niezakłóconych, normalnych zmian dobowych pola geomagnetycznego.



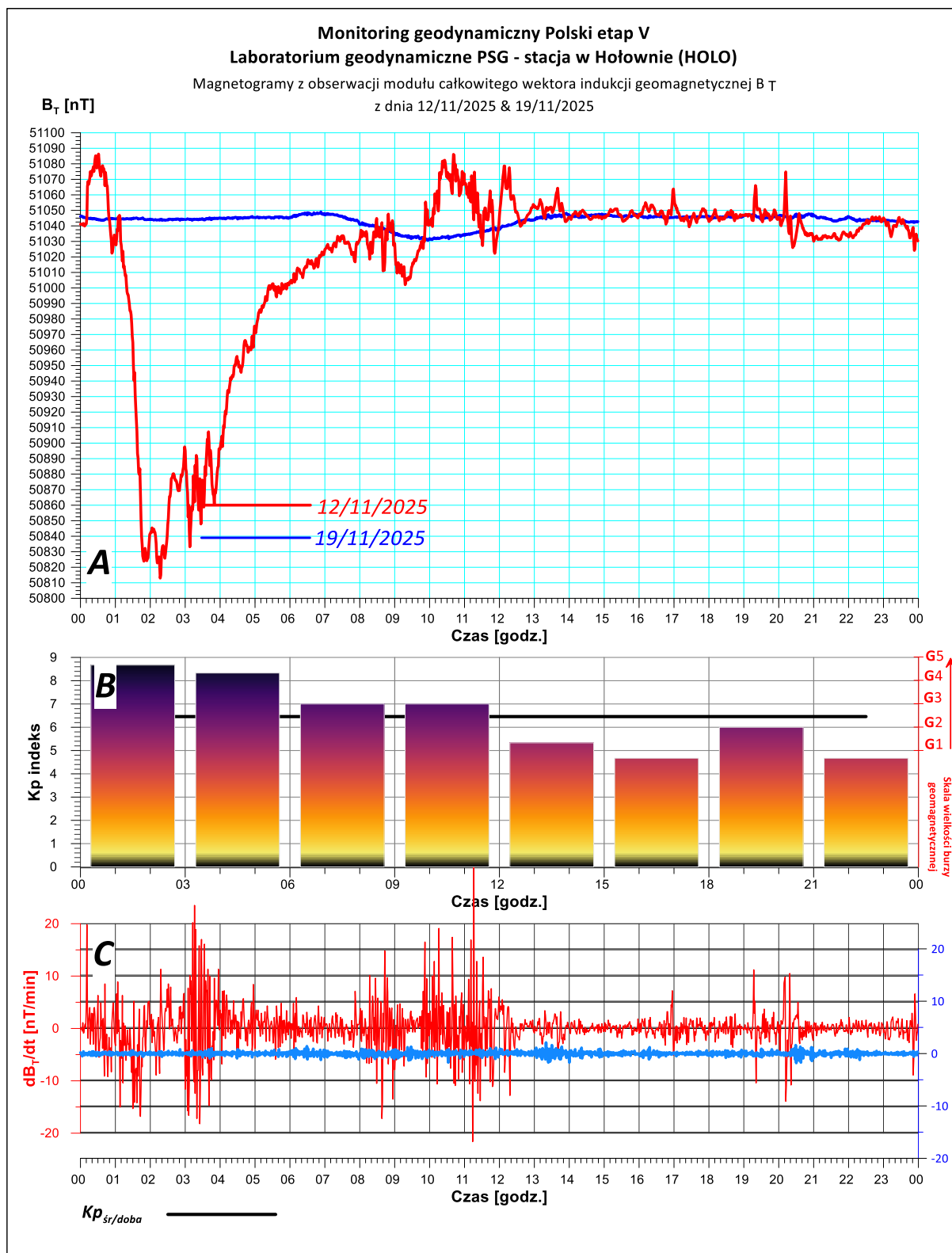
Rys. 2. Zmiany indeksu Kp pogody kosmicznej w miesiącu listopadzie 2025 r. (dane wg. NOAA).



Rys. 3. Zmiany wartości indeksu pogody kosmicznej pod wpływem wiatru słonecznego **Kp** w październiku i listopadzie 2025 (wg. NOAA-SWPC – Centrum Prognoz Pogody Kosmicznej www.swpc.noaa.gov.us).

Szczegółowo zmiany wielkości modułu całkowitego wektora indukcji ziemskiego pola magnetycznego oraz wykresy dynamiki tego parametru zarejestrowane na stacji w Hołownie i w Dziwiu w dniach najsilniejszych, listopadowych zaburzeń geomagnetycznych, tj. w dniach **12/11/2025** ($Kp_{sr/doba}=6.46$) i **13/11/2025** ($Kp_{sr/doba}=4.75$) zaprezentowane zostały odpowiednio na **rys. 4** oraz **rys. 5** (stacja magnetyczna **HOLO** w laboratorium PSG w Hołownie) oraz **rys. 6** i **rys. 7** (stacja magnetyczna **DZIW** w laboratorium PSG w Dziwiu).

Zaprezentowane na rys. 4 i rys. 5 oraz rys. 6 i rys. 7 wykresy obrazują zmiany modułu całkowitego wektora indukcji geomagnetycznej B_T , wykres słupkowy wielkości indeksu Kp w 3 godzinnych interwałach predykcji danych oraz dynamikę zmian w czasie modułu całkowitego wektora indukcji dla jednogodzinnych interwałów obserwacji pola dB_T/dt . Krzywe wykreślone kolorem czerwonym reprezentują dobowe wariacje modułu indukcji ziemskiego pola magnetycznego w dniu **12/11/2025** i **13/11/2025** r. Kolorem niebieskim pokazano zapisy z dnia 19/11/2025 r., tj. z obserwacji wykonanych w dniu, w którym stopień zmienności typowej krzywej dziennej był minimalny i zbliżony do normalnego, niezakłóconego zapisu dobowego (wykres referencyjny $Kp_{sr/doba} = 0.67$).

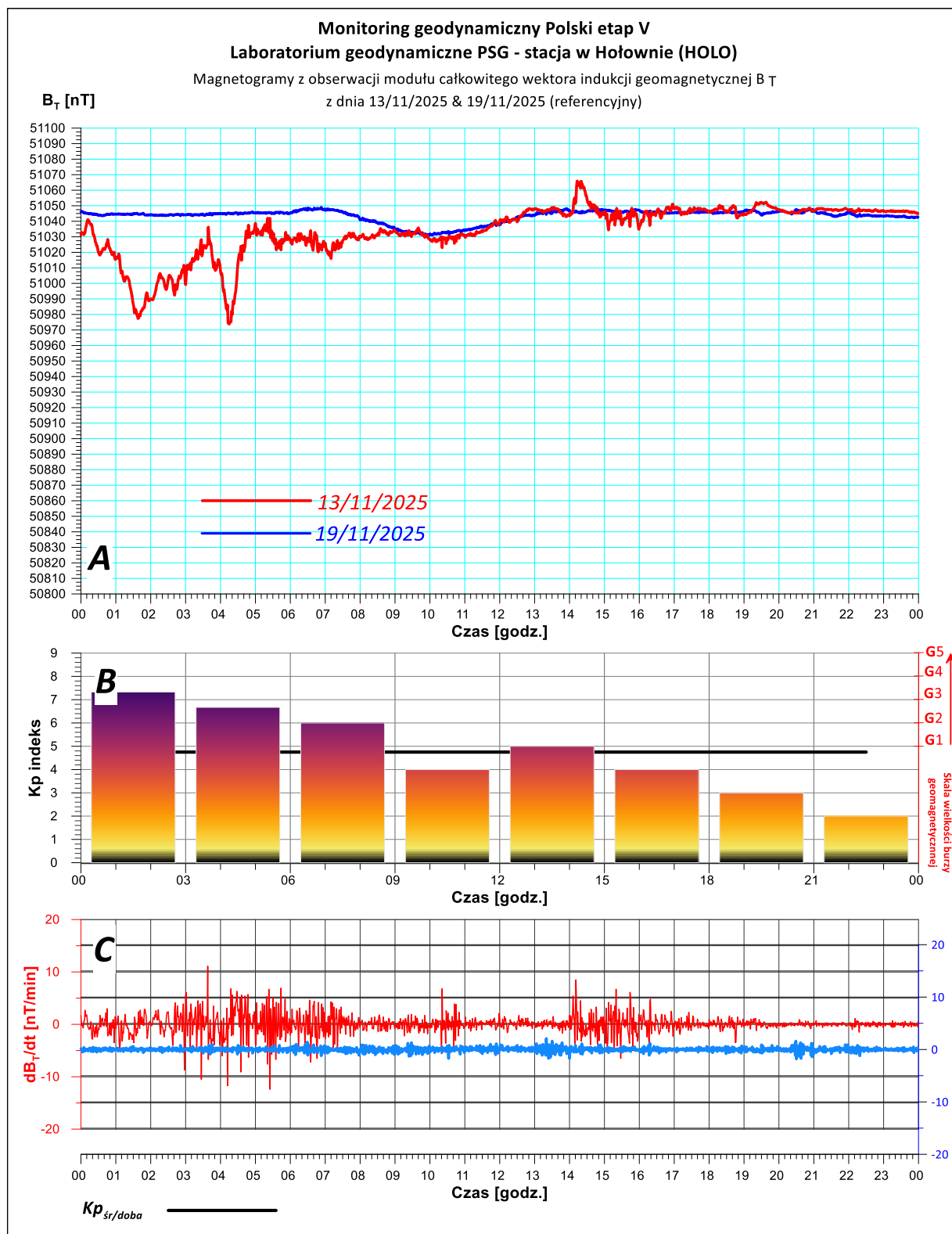


Rys. 4. Magnetogram z monitoringu modułu całkowitego wektora indukcji pola geomagnetycznego zarejestrowany w dniu 12/11/2025 r. na stacji geodynamicznej PSG zlokalizowanej w Hołownie (gm. Podedworze, pow. parczewski).

A – wykresy rejestrowanych zmian modułu całkowitego wektora indukcji pola geomagnetycznego B_T .

B – dobowy wykres zmian indeksu Kp określającego stan „pogody kosmicznej” (wg. NOAA-SWPC – Centrum Prognoz Pogody Kosmicznej www.swpc.noaa.gov.us).

C – wykresy dynamiki zmian w czasie modułu wektora indukcji pola magnetycznego Ziemi dB_T/dt .

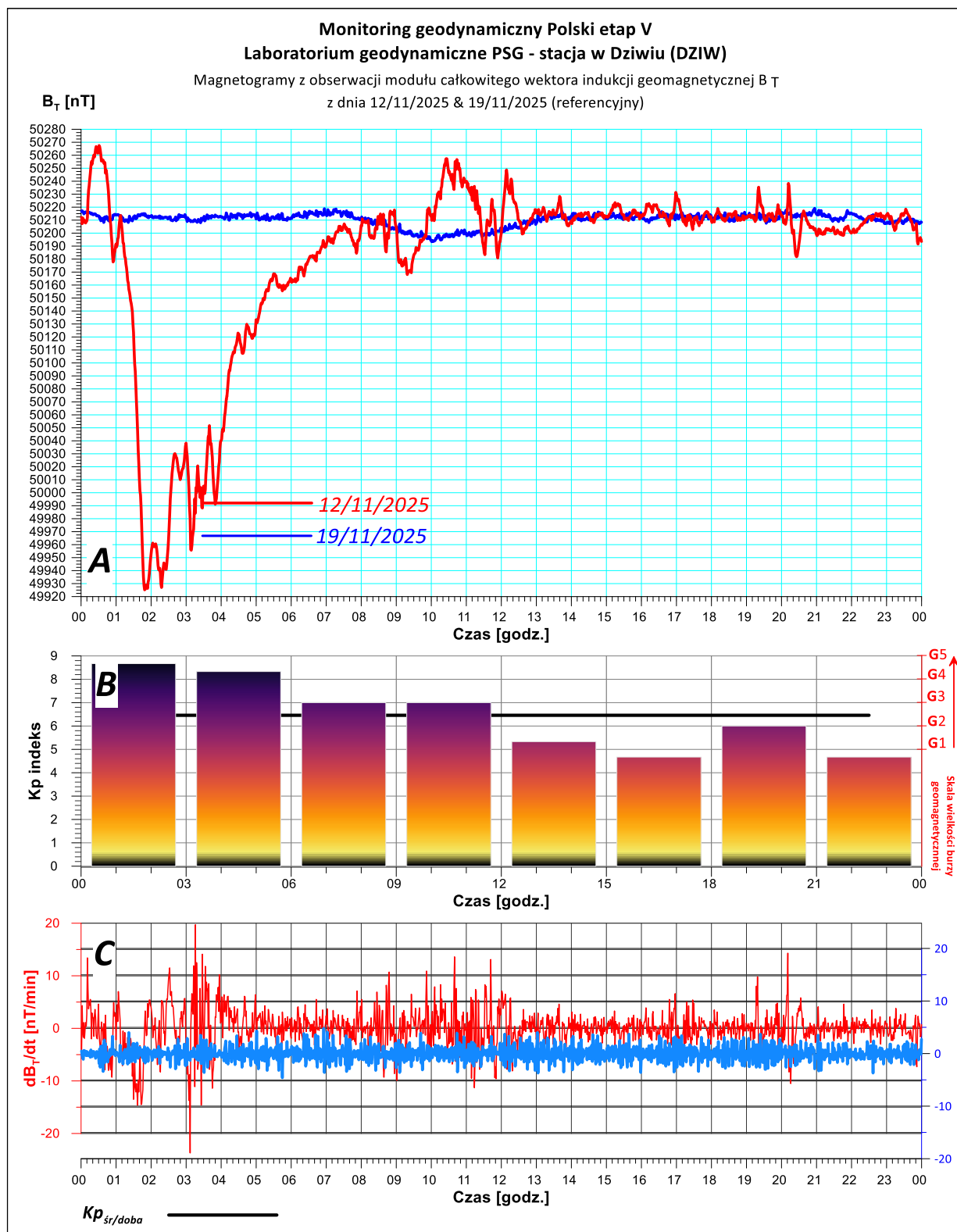


Rys. 4. Magnetogram z monitoringu modułu całkowitego wektora indukcji pola geomagnetycznego zarejestrowany w dniu 13/11/2025 r. na stacji geodynamicznej PSG zlokalizowanej w Hołownie (gm. Podedwórze, pow. parczewski).

A – wykresy rejestrowanych zmian modułu całkowitego wektora indukcji pola geomagnetycznego B_T .

B – dobowy wykres zmian indeksu Kp określającego stan „pogody kosmicznej” (wg. NOAA-SWPC – Centrum Prognoz Pogody Kosmicznej www.swpc.noaa.gov.us).

C – wykresy dynamiki zmian w czasie modułu wektora indukcji pola magnetycznego Ziemi $\frac{dB_T}{dt}$.

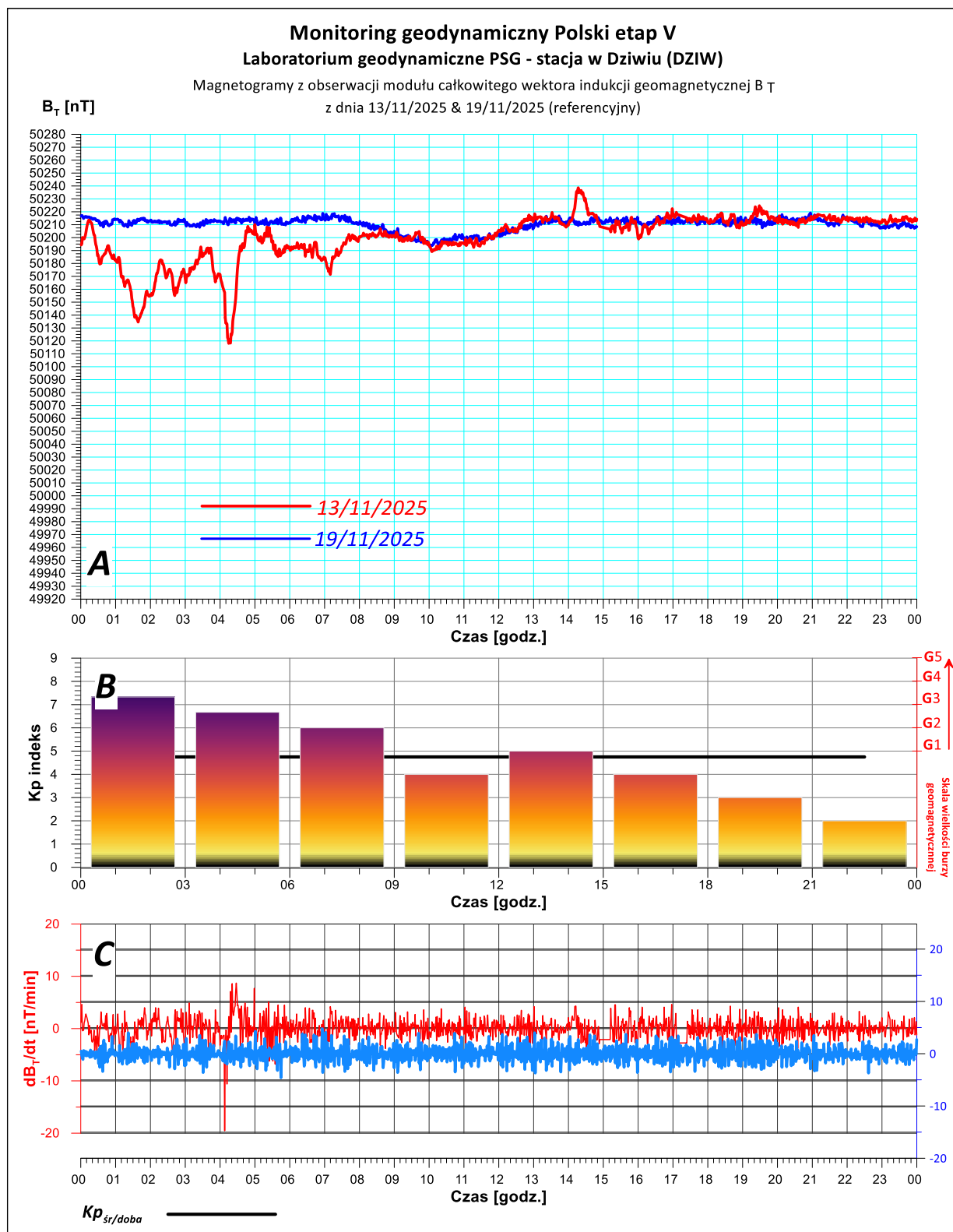


Rys. 5. Magnetogram z monitoringu modułu całkowitego wektora indukcji pola geomagnetycznego zarejestrowany w dniu **12/11/2025 r.** na stacji geodynamicznej PSG zlokalizowanej w Dziwiu (gm. Przedecz, pow. kolski).

A – wykresy rejestrowanych zmian modułu całkowitego wektora indukcji pola geomagnetycznego B_T .

B – dobowy wykres zmian indeksu Kp określającego stan „pogody kosmicznej” (wg. NOAA-SWPC – Centrum Prognoz Pogody Kosmicznej www.swpc.noaa.gov.us).

C – wykresy dynamiki zmian w czasie modułu wektora indukcji pola magnetycznego Ziemi dB_T/dt .



Rys. 6. Magnetogram z monitoringu modułu całkowitego wektora indukcji pola geomagnetycznego zarejestrowany w dniu 13/11/2025 r. na stacji geodynamicznej PSG zlokalizowanej w Dziwiu (gm. Przedecz, pow. kolski).

A – wykresy rejestrowanych zmian modułu całkowitego wektora indukcji pola geomagnetycznego B_T .

B – dobowy wykres zmian indeksu K_p określającego stan „pogody kosmicznej” (wg. NOAA-SWPC – Centrum Prognoz Pogody Kosmicznej www.swpc.noaa.gov.us).

C – wykresy dynamiki zmian w czasie modułu wektora indukcji pola magnetycznego Ziemi dB_T/dt .

Magnetogramy zaprezentowane na rys. 4, rys. 5, rys. 6 i rys. 7 są obrazem bardzo silnych zaburzeń pola geomagnetycznego, jakie w dniach od 12 do 13 listopada zarejestrowane zostały na stacjach geodynamicznych PSG w listopadzie br. Największe amplitudy wariacji pola zarejestrowane zostały na początku doby w dniu 12 listopada pomiędzy godziną 00:00 a 13:00 UTC (wg. czasu lokalnego pomiędzy godz. 01:00 a godz. 14:00). W tym przedziale czasowym zmiany mierzonych wartości modułu wektora indukcji geomagnetycznej (amplitudy oraz dynamika zmian) osiągnęły intensywność burzy magnetycznej klasy **G4** (wg. skali burz magnetycznych wprowadzonej do stosowania przez NOAA – USA). Maksymalna, obserwowana amplituda wynosiła blisko **280 nT na stacji w Hołowni (HOLO)** i **350 nT na stacji w Dziwiu (DZIW)**, przy jednoczesnej dużej dynamice wariacji pola (dB_T/dt) osiągającej wielkość ok. **30 - 40 nT/min**, a impulsowo nawet przekraczającej **50 nT/min**. W czasie następnej doby, tj. 13/11/2025 r. ponownie począwszy od godz. 00:00 (UTC) nastąpiła powtórka wariacji burzowych pola geomagnetycznego rejestrowana na obu stacjach geomagnetycznych PSG. Amplituda i dynamika tych zmian była już znacznie niższa aniżeli w dniu poprzedzającym. 13 listopada intensywność zaburzeń pola geomagnetycznego nie przekroczyła poziomu burzy klasy **G3**. Po godz. 9:00 UTC zaburzenia stopniowo wygasły poniżej najniższego poziomu burzowego odpowiadającego klasie G1.

W dniach poprzedzających tj. od dnia 05/11/2025 r. do dnia 08/11/2025 również rejestrowane były silne zjawiska geomagnetyczne, osiągające poziom burzy magnetycznej klasy **G2**. W tym przedziale czasowym najwyższe intensywności rejestrowane były w godzinach nocnych na początku każdej doby (wg. czasu UTC). Wg. NOAA źródłem zmienności pola magnetycznego Ziemi w tym przedziale czasowym były nakładające się na siebie wielokrotne, niewielkie wyrzuty zjonizowanej materii z korony słonecznej (wg. raportu NOAA „Space Weather Outlook” z dnia 11/11/2025). W kolejnych dniach wariacje pola geomagnetycznego uległy wyciszeniu. Na obu stacjach magnetycznych PSG zarejestrowano zaledwie kilka niewielkich, krótkotrwałych zatok burzowych, wywołanych najprawdopodobniej rozbłyskami w koronie słonecznej. Po kilkudniowym, względnym uspokojeniu na początku doby w dniu 12 listopada cząstki wiatru słonecznego uderzyły w magnetosferę ziemską z pełną siłą.

Zjawiska geomagnetyczne zarejestrowane w dniach 12-13 listopada br. spowodowane zostały dwukrotnym wejściem Ziemi w gęsty strumień zjonizowanych, wysokoenergetycznych cząstek gazu wyrzuconego z korony słonecznej (tzw. CME – koronalny wyrzut masy). Przy tak silnych zaburzeniach pola magnetycznego Ziemi wpływ tych zaburzeń nie ograniczał się tylko do obszaru położonego w wysokich szerokościach geograficznych ale zasięgiem oddziaływania obejmował również średnie szerokości pow. 45°.

Były to najsilniejsze zjawiska magnetyczne, jakie zarejestrowane zostały w roku 2025 na stacjach geodynamicznej PSG (*Rap. okolicznościowy nr 1/2025 z dnia 07/01/2025 r. – Silna burza geomagnetyczna klasy G4 w magnetosferze ziemskiej* oraz *Rap. okolicznościowy nr 2/2025 z dnia 9/06/2025 - Silna burza geomagnetyczna klasy G3 – G4 w magnetosferze ziemskiej w dniach od 01/06/2025 do 03/06/2025 r.*). Z powodu prac modernizacyjnych stacji magnetycznej w laboratorium PSG w Dziwiu wcześniejsze zjawiska opisane w wymienionych wyżej raportach rejestrowane były jedynie na stacji HOLO.

W dniu 15 października 2024 r. na wspólnej konferencji prasowej przedstawicieli Amerykańskiej Agencji Kosmicznej – NASA oraz Amerykańskiego Urzędu ds. Atmosfery i Oceanów – NOAA ogłoszono na podstawie systematycznych obserwacji i wyników badań aktywności słonecznej, że Słońce aktualnie znajduje się w szczycie swojego 25., jedenastoletniego cyklu aktywności (<https://www.youtube.com/live/DT0FG7CS1Tg%C2%A0>). Z tego względu w roku 2025 spodziewać się można znacznej częstości występowania krótkookresowych, nieregularnych zmian pola magnetycznego wywołanych wpływem Słońca na pole magnetyczne Ziemi. W latach bezpośrednio poprzedzających maksimum aktywności słonecznej obserwuje się również narastanie, a po osiągnięciu szczytu spadek częstości zaburzeń pola geomagnetycznego spowodowanych wiatrem słonecznym oraz zwiększoną częstością występowania innych zjawisk mających swoje źródła w przypowierzchniowych

warstwach atmosfery słonecznej. Można zatem zakładać, że duże prawdopodobieństwo występowania częstych i silnych zakłóceń na tle normalnych zmian dobowych będzie się nadal utrzymywało.