

ŚLEDZENIE STRUKTUR GEOLOGICZNYCH I RUCHÓW TEKTONICZNYCH W OSADACH NEOGEŃSKICH METODĄ SEJSMICZNĄ W ASPEKcie GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIM

**Tracking of the geological structures and tectonic movements
in the Neogene deposits by the aid of seismic method
in engineering-geological aspect**

Leszek Józef KASZUBOWSKI

*Politechnika Szczecińska, Katedra Geotechniki,
Zakład Geologii Inżynierskiej i Hydrogeologii; al. Piastów 50a, 70-310 Szczecin;
e-mail: Kaszubowski@ps.pl*

Treść: Śledzenie struktur geologicznych i ruchów tektonicznych w osadach neogeńskich podczas badań sejsmicznych przedstawiono na przykładzie obszaru mierzejowego jeziora Kopań i jeziora Wicko. Podczas badań sejsmicznych wykorzystano aparaturę CS-5G-1, stosowano metodę fal odbitych. W czasie badań terenowych zastosowano przedział pomiarowy $Z = 100$ ms, co powodowało, że fale sejsmiczne penetrowały osady neogenu i jego podłoża do głębokości 80–100 m p.p.t. Na podstawie przeprowadzonych badań sejsmicznych, które weryfikowano otworami wiertniczymi, można było wydzielić główne struktury geologiczne osadów holocenijskich, plejstocenijskich i ich podłoża. Bardzo dobrze śledzone były na rejestracjach sejsmicznych w obrębie holocenu grunty słabe pod względem geologiczno-inżynierskim i geotechnicznym, jakimi są mułki organiczne oraz torfy. W obrębie plejstocenu wyróżniono szereg poziomów glacialnych, glacialfluwialnych i fluwialnych. Ważnym zagadnieniem w aspekcie geologiczno-inżynierskim jest możliwość śledzenia w utworach neogenu uskoków młodej tektoniki, gdzie bardzo wyraźnie widać przesunięcia warstw geologicznych. Dokładniejsze poznanie budowy geologicznej badanego obszaru oraz wnikliwa analiza litostratygraficzna osadów mogą umożliwić określenie wieku ruchów neotektonicznych, a zwłaszcza wyznaczenie obszarów, gdzie wymienione wyżej procesy zachodzą współcześnie.

Słowa kluczowe: struktury geologiczne i ruchy tektoniczne, osady neogeńskie, badania sejsmiczne, aspekt geologiczno-inżynierski

Abstract: This paper presents results of the tracking of geological structures and tectonic movements in the Neogene deposits by the aid of seismic method in engineering-geological aspect. Author have analysed the area of the Kopań Lake and Wicko Lake spit. Seismic research with use of the apparatus CS-5G-1 (6 channels) as high-resolution seismic investigations were carried out along the designed profiles, which are situated near to the shore of the Baltic Sea. During the seismic investigations, seismic reflective waves were recorded in measuring range $Z = 100$ ms. The measuring range was useful for the seismic waves, which have penetrated the deeper geological layers even to the top of Pleistocene bedrock. In this case seismic waves reach a value of 80–100 m below the terrain level. Distances between geophones were 10 m, and between profiles 40 m. During the research, there was used constant intensification of seismic impulses amounting from 66–72 dB. Measuring range $R = 100$ ms causes, that seismic waves reach a frequency of 5 kHz. For the verification of the seismic investigations were executed the geological drillings located on the beach and on the area of the Wicko Lake.

Key words: geological structures and tectonic movements, Neogene deposits, seismic research, engineering-geological aspect

WSTĘP

Śledzenie struktur geologicznych i ruchów tektonicznych w osadach neogeńskich na podstawie badań sejsmicznych zostanie przedstawione na przykładzie obszaru mierzejowego jeziora Kopań i jeziora Wicko. W przeprowadzonych badaniach sejsmicznych stosowano aparaturę CS-5G-1, wykorzystywano metodę refleksyjną. Podczas badań terenowych stosowano przedział pomiarowy $Z = 100$ ms, co powodowało, że użyteczne fale sejsmiczne penetrowały osady neogenu i jego podłoża do głębokości 80–100 m p.p.t. W tych warunkach fale sejsmiczne miały częstotliwość drgań impulsów $ZP = 5$ kHz. Podczas badań terenowych stosowano wzmocnienie sygnałów sejsmicznych (66–72 dB). Ponadto zastosowano rozstaw sześciu geofonów co 10 m.

Przekrój sejsmiczny na obszarze mierzei jeziora Kopań (Fig. 1) ma długość 0.5 km. Natomiast długość linii przekrojowej na obszarze mierzei jeziora Wicko wynosi 1.1 km (Fig. 1).

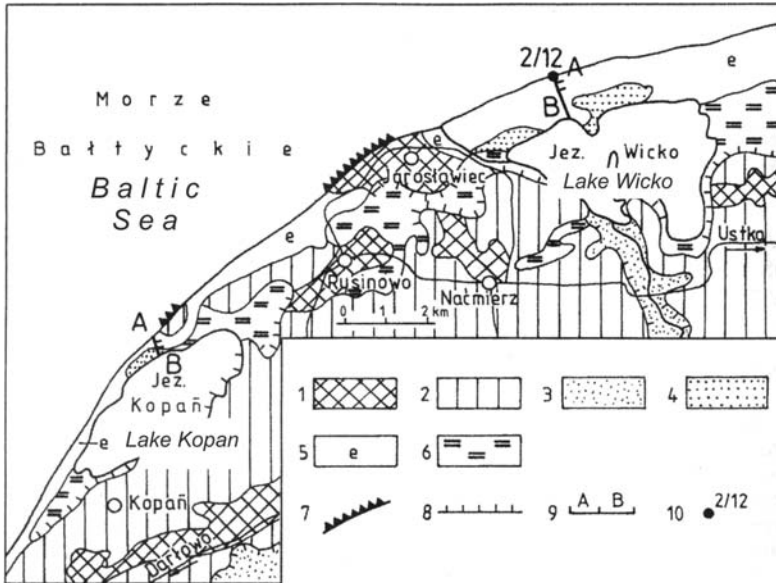


Fig. 1. Szkic geomorfologiczno-geologiczny obszaru mierzei jeziora Kopań i jeziora Wicko (Uniejwska & Nosek 1982): 1 – osady glacialne i trzeciorzędowe w morenach wycięsienia, 2 – gliny zwalowe i piaski gliniaste wysoczyzny morenowej, 3 – piaski i mulki den dolinnych, 4 – piaski morskie mierzei, 5 – piaski eoliczne w wydmach i pokrywach, 6 – torfy i namuły organiczne oraz piaski i mulki jeziorne, 7 – klifowe odcinki brzegu morskiego, 8 – krawędzie erozyjne wysoczyzn, 9 – lokalizacja przekrojów sejsmicznych, 10 – lokalizacja wiercenia badawczego 2/12

Fig. 1. Geomorphologic-geological sketch of the area of Kopań Lake and Wicko Lake spit (acc. of Uniejwska & Nosek 1982): 1 – glacial and Tertiary deposits in glacitectonic moraines, 2 – glacial tills and loamy sands of the Pleistocene highland, 3 – fluvial sands and silts, 4 – marine sands of the spit, 5 – eolian sands in dunes and covers, 6 – peats, muds and limnic sands and silts, 7 – active cliffs, 8 – erosional slopes of the Pleistocene highlands, 9 – localization of seismic cross-sections, 10 – localization of the research drill

Należy dodać, że badania sejsmiczne z wykorzystaniem aparatury CS-5G-1 wykonuje się już od dłuższego czasu (Kaszubowski 1994, Dobracki & Kaszubowski 2002, Kaszubowski & Dobracki 2002, 2005a, b) z dobrymi rezultatami, badając budowę geologiczną osadów neogenu (holocen, plejstocen, pliocen i miocen), a także ich podłoża w strefie brzegowej Morza Bałtyckiego i wybranych rejonów Pomorza Zachodniego. Na zinterpretowanych geologicznie przekrojach sejsmicznych przedstawiono skalę czasową i narzuconą na nią orientacyjną skalę głębokościową. Jeśli chodzi o prędkości przebiegu fal sejsmicznych w poszczególnych warstwach geologicznych, to zostały określone tam, gdzie było to możliwe, zgodnie z układem warstw w otworze wiertniczym (prędkości warstwowe), a w pozostałych przypadkach na podstawie prędkości charakterystycznych w określonych utworach określonego wieku na podstawie literatury. Linie przekrojowe badań sejsmicznych zostały usytuowane prostopadle do przebiegu obecnej linii brzegowej Morza Bałtyckiego ze względu na możliwość lepszego rozpoznania w układzie przestrzennym przebiegu procesów transgresji i regresji morskiej w historii geologicznej Bałtyku.

OBSZAR MIERZEI JEZIORA KOPAŃ

W celu zbadania budowy geologicznej obszaru mierzejowego jeziora Kopań oprócz wspomnianych tutaj badań sejsmicznych przeprowadzonych wzdłuż linii przekrojowej usytuowanej poprzecznie do obecnej linii brzegowej Bałtyku (Fig. 1), wykonano także wiercenia geologiczne do głębokości 30 m. Z wcześniejszych badań geologicznych i przeprowadzonych badań sejsmicznych (Butrymowicz *et al.* 1974a, b, Dobracki & Kaszubowski 2002) wynika, że podłoże osadów holocenu i plejstocenu na obszarze badań zbudowane jest z osadów dolnego neogenu reprezentowanych przez piaski i żwiry oraz mułki i ropy miocenu oraz przez mułki, mułowce i ropy oligocenu. Rzeźba podłoża osadów górnego neogenu wykazuje dość duże urozmaicenie. Strop tego poziomu zalega tutaj na głębokości 35–100 m p.p.m.

W rejonie jeziora Kopań na zinterpretowanym geologicznie przekroju sejsmicznym wyszczególniono pięć poziomów glacialnych o zróżnicowanej miąższości. Jako najniżej położony na przekroju sejsmicznym wyróżniono poziom glacialny (R), który budują gliny zwałowe najprawdopodobniej należące do zlodowacenia Sanu II. Kolejny zalegający poziom glacialny (P) prawdopodobnie zalicza się do osadów zlodowacenia Odry stadiału dolnego, a wyżej zalegający poziom (O) należy zapewne do stadiału górnego tego samego zlodowacenia (Fig. 2). Charakterystyczne jest to, że poziomy glacialne zlodowacenia Odry osiągają tutaj znaczne miąższości. Na osadach glacialnych zlodowacenia Odry zalegają piaski i żwiry rzeczne, które można by odnieść do interglacjału lubawskiego (N). Oba wyższe poziomy glacialne (M i L) należy prawdopodobnie zaliczyć do obu stadiów zlodowacenia Warty. Jak wykazały badania sejsmiczne (Fig. 2), na mierzei jeziora Kopań występują charakterystyczne struktury kopalnych koryt rzecznych (K), najprawdopodobniej rzek interglacialnych rozcinających kompleksy glacialne zlodowaceń Warty i Odry. Zarejestrowano tutaj charakterystyczny wysokoamplitudowy zapis sejsmiczny o małym okresie drgań impulsów sejsmicznych, odróżniający się zasadniczo od zapisu typowego dla osadów fluwioglacialnych (Kaszubowski & Dobracki 2005a). Osady te z dużą dozą prawdopodobieństwa można zaliczyć do utworów interglacjału eemskiego.

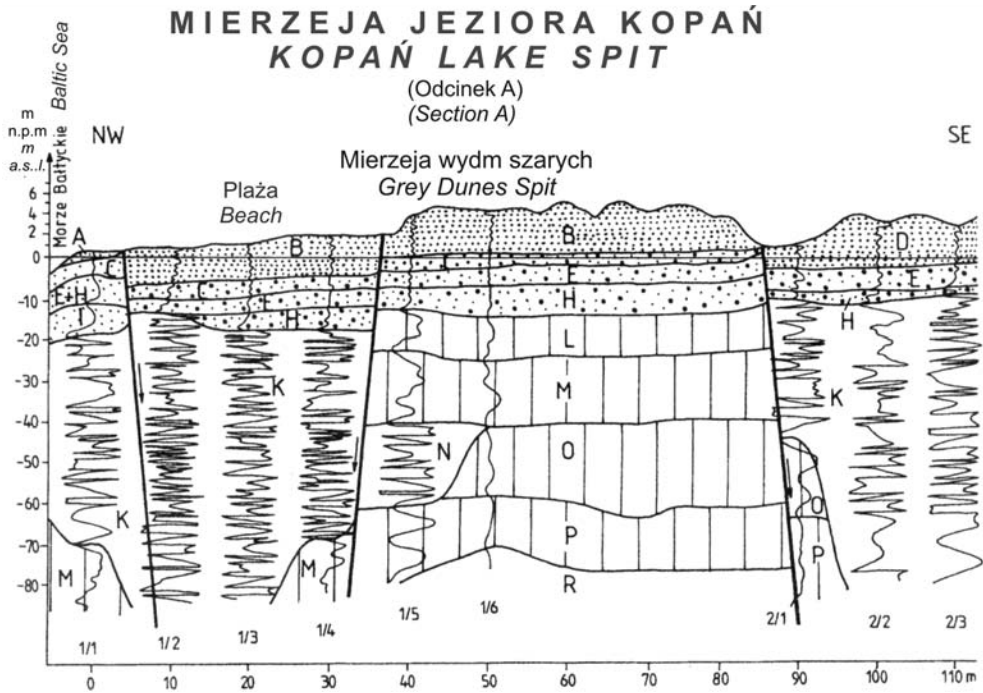


Fig. 2. Przekrój geologiczno-sejsmiczny przez mierzeję jeziora Kopań (odcinek A, Kaszubowski & Dobracki 2005a). Przepuszczalne występowanie: A – piaski i żwiry współczesnej transgresji Bałtyku, B – piaski mierzei wydm szarych z regresji morza Mya (późny holocen), C – piaski i żwiry transgresji morza Mya (późny holocen), D – piaski mierzei wydm jasno-żółto-szarych z regresji morza Limnaea (Lm5, późny holocen), E – piaski i żwiry transgresji morza Limnaea (Lm5, późny holocen), H – piaski i żwiry transgresji morza Limnaea (Lm2, późny holocen), I – piaski i żwiry transgresji morza litorynowego (środkowy holocen), K – piaski i żwiry rzeczne interglacjalium eemskiego (plejstocen), L – gliny zwałowe zlodowacenia warty stadiału górnego (plejstocen), M – gliny zwałowe zlodowacenia warty stadiału dolnego (plejstocen), N – piaski i żwiry rzeczne interglacjalium lubawskiego (plejstocen), O – gliny zwałowe zlodowacenia Odry stadiału górnego (plejstocen), P – gliny zwałowe zlodowacenia Odry stadiału dolnego (plejstocen), R – gliny zwałowe zlodowacenia Sanu II (plejstocen), 1/1 – numer profilu i numer geofonu, * – uskok tektoniczny, ↓ – kierunek przebiegu ruchów neotektonicznych

Fig. 2. Geological-seismic cross-section through the Kopań Lake spit (section A, Kaszubowski & Dobracki 2005a). Expected appearance: A – sands and gravels of the contemporary transgression of the Baltic Sea, B – sands of the grey dunes spit from the Mya Sea regression (late Holocene), C – sands and gravels of the Mya Sea transgression (late Holocene), D – sands of the high-yellow-grey dunes spit from the Limnaea regression (Lm5, late Holocene), E – sands and gravels of the Limnaea Sea transgression (Lm5, late Holocene), H – sands and gravels of the Limnaea Sea transgression (Lm2, late Holocene), I – sands and gravels of the Littorina Sea transgression (middle Holocene), K – sands and gravels of the Eemian Interglacial (Pleistocene), L – glacial tills of the Vartanian Glaciation-upper stadal (Pleistocene), M – glacial tills of the Vartanian Glaciation-lower stadal (Pleistocene), N – sands and gravels of the Lubavian Interglacial (Pleistocene), O – glacial tills of the Odranian Glaciation-upper stadal (Pleistocene), P – glacial tills of Odranian Glaciation-lower stadal (Pleistocene), R – glacial tills of the Sanian Glaciation II (Pleistocene), 1/1 – number of the profile and number of the geophone, * – tectonic fault, ↓ – direction of the neotectonic movements

Holocen jest reprezentowany również przez szereg poziomów sejsmicznych, od najniższych partii wykształconych w postaci osadów piaszczysto-żwirowych (Fig. 2) morza litorynowego (I) utworzone w środkowym holocenie. Wyżej zalegają osady piaszczysto-żwirowe morza Limnaea (Lm2 i Lm5 – poziom H i E) utworzone w późnym holocenie. Następnie można wyróżnić osady piaszczyste wydm jasno-żółto-szarych z regresji morza Limnaea (D). W górnych partiach przekroju sejsmicznego zaliczanych również do późnego holocenu występuje poziom piaszczysto-żwirowy morza Mya (C) oraz poziom piaszczysty mierzei wydm szarych (B). W strefie plaży występują piaski i żwiry współczesnej transgresji Bałtyku (A). Pod względem geologiczno-inżynierskim wydzielone osady morskie Bałtyku są przeważnie średnio zagęszczone, a w niektórych miejscach nawet zagęszczone o umiarkowanym, czasem dobrym wysortowaniu i w tym aspekcie należą do gruntów dobrych pod względem rozpatrywanego podłoża budowlanego. Natomiast osady wydm szarych i jasno-żółto-szarych z pewnością można zaliczyć do gruntów słabych.

Badania sejsmiczne dowiodły, że zaznaczające się na przekroju struktury neotektoniczne (uskoki) są głębokie i – jak należy przypuszczać – mają zapewne powiązania z liniami dyslokacji w obrębie kompleksu permsko-mezozoicznego i paleozoicznego na obszarze wschodniego skrzydła niecki pomorskiej (Dadlez *et al.* 2000) i basenu bornholmskiego (Kramarska 1999). Na obszarze mierzei jeziora Kopań zauważono szereg takich struktur (Fig. 2), które w strefie plaży i zaplecza wydmowego mają charakter ruchów ciągłych i oddziałują współcześnie na przebieg obecnych procesów morfogenetycznych tej części obszaru badań. Ma to ogromne znaczenie w aspekcie geologiczno-inżynierskim, gdyż pozwala za pomocą tej metody sejsmicznej na wyznaczenie obszarów niestabilnych pod względem neotektonicznym, a więc niebezpiecznych dla budownictwa. Dotyczy to nie tylko tej newralgicznej strefy brzegowej Bałtyku Południowego, ale i każdego obszaru przyszłych inwestycji budowlanych.

OBSZAR MIERZEI JEZIORA WICKO

Na obszarze mierzejowym jeziora Wicko wyodrębniono na przekroju sejsmicznym sześć poziomów glacialnych zbudowanych z glin zwałowych (Fig. 3). Najniżej położony poziom glacialny (N) prawdopodobnie należy do zlodowacenia Sanu II. Miąższość tego poziomu ocenia się na 10–15 m. Wyżej położone są dwa poziomy glin zwałowych, najprawdopodobniej przynależne do osadów zlodowacenia Odry (L, M). Miąższość tych poziomów jest zmienna i w części przymorskiej wynosi łącznie ok. 20 m. Na utworach zlodowacenia Odry, a w niektórych miejscach na osadach starszych od tego zlodowacenia zalegają osady rzeczne, interglacialne, prawdopodobnie należące do interglacjału lubawskiego. Uwagę zwraca fakt, iż zapis sejsmiczny tych osadów jest bardzo podobny do zapisu osadów rzecznych interglacjału eemskiego (G), co wskazuje na podobną genezę tych utworów.

W wyższych partiach przekroju sejsmicznego zalegają dwa poziomy glin zwałowych zapewne należące do zlodowacenia Warty. Dolny i górny poziom glacialny tego zlodowacenia jest rozdzielony niedużej miąższości warstwą osadów rzecznych, prawdopodobnie przynależnych do utworów interstadialnych (Fig. 3).

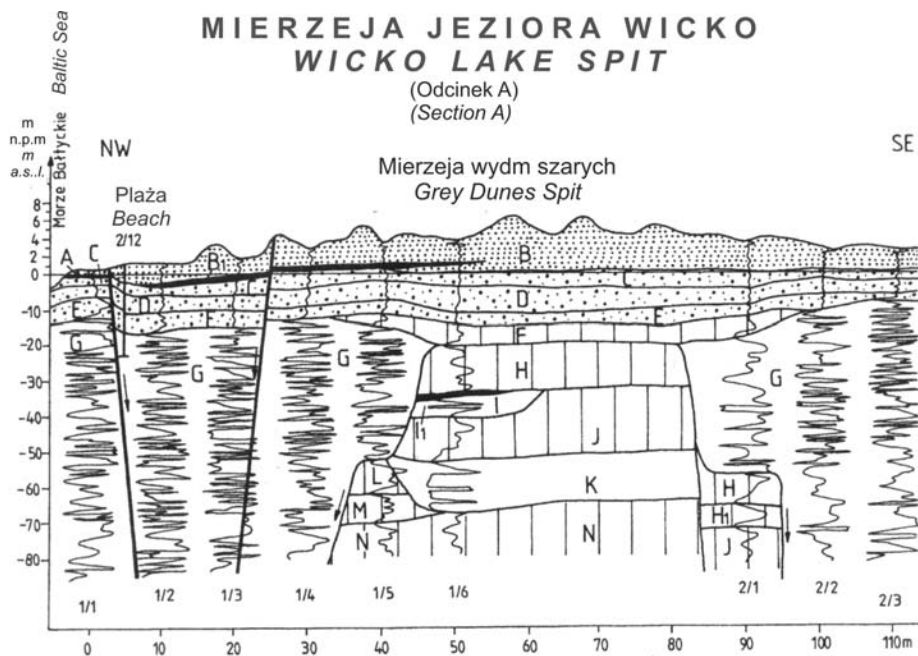


Fig. 3. Przekrój geologiczno-sejsmiczny przez mierzęję jeziora Wicko (odcinek A, Kaszubowski & Dobracki 2005b). Przewidywane występowanie: A – piaski i żwiry współczesnej transgresji Bałtyku, B – piaski mierzei wydmy szarych z regresji morza Mya (późny holocen), B1 – torfy (późny holocen), C – piaski i żwiry transgresji morza Mya (późny holocen), D – piaski i żwiry transgresji morza Limnaea (Lm5 i Lm2, późny holocen), E – piaski i żwiry transgresji morza lityrynowego (środkowy holocen), F – gliny zwałowe zlodowacenia Wisły (plejstocen), G – piaski i żwiry rzeczne interglacjalu eemskiego (plejstocen), H – gliny zwałowe zlodowacenia Warty stadiału górnego (plejstocen), H1 – piaski i żwiry glacialfluwialne zlodowacenia Warty stadiału górnego (plejstocen), I – piaski i żwiry rzeczne interstadialne (plejstocen), I1 – utwory biogeniczne interstadialne (plejstocen), J – gliny zwałowe zlodowacenia Warty stadiału dolnego (plejstocen), K – piaski i żwiry rzeczne interglacjalu lubawskiego (plejstocen), L – gliny zwałowe zlodowacenia Odry stadiału górnego (plejstocen), M – gliny zwałowe zlodowacenia Odry stadiału dolnego (plejstocen), N – gliny zwałowe zlodowacenia Sanu II (plejstocen), 1/1 – numer profilu i numer geofonu, * – uskoki tektoniczne, ↓ – kierunek przebiegu ruchów neotektonicznych

Fig. 3. Geological-seismic cross-section through the Wicko Lake spit (section A, Kaszubowski & Dobracki 2005b). Expected appearance: A – sands and gravels of the contemporary transgression of the Baltic Sea, B – sands of the grey dunes spit from the Mya Sea regression (late Holocene), B1 – peats (late Holocene), C – sands and gravels of the Mya Sea transgression (late Holocene), D – sands and gravels of the Limnaea transgression (Lm5 and Lm2, late Holocene), E – sands and gravels of the Littorina Sea transgression (middle Holocene), F – glacial tills of the Vistulian Glaciation (Pleistocene), G – sands and gravels of the Eemian Interglacial (Pleistocene), H – glacial tills of the Vartanian Glaciation-upper stadial (Pleistocene), H1 – glacialfluvial sands and gravels of the Vartanian Glaciation-upper stadial (Pleistocene), I – sands and gravels of the Interstadial (Pleistocene), I1 – biogenic deposits of the Interstadial (Pleistocene), J – glacial tills of the Vartanian Glaciation-lower stadial (Pleistocene), K – sands and gravels of the Lubavian Interglacial (Pleistocene), L – glacial tills of the Odranian Glaciation-upper stadial (Pleistocene), M – glacial tills of Odranian Glaciation-lower stadial (Pleistocene), N – glacial tills of the Sanian Glaciation II (Pleistocene), 1/1 – number of the profile and number of the geophone, * – tectonic fault, ↓ – direction of the neotectonic movements

Wykonane badania sejsmiczne na tym obszarze, pozwoliły również na wyróżnienie kopalnych dolin rzecznych z interglacjału eemskiego. Występują tutaj charakterystyczne dla tych osadów zapisy sejsmiczne (Fig. 3). Jak wykazały badania, formy te również osiągały podobne szerokości jak na obszarze mierzei jeziora Kopań i duże głębokości (ponad 80 m). Osady te zostały przykryte fragmentarycznie przez gliny zwałowe należące do najmłodszego poziomu glacialnego, jakim jest zlodowacenie Wisły. Miąższość tego poziomu jest nieduża i waha się tutaj od 2–6 m.

Na obszarze mierzejowym jeziora Wicko również stwierdzono występowanie struktur neotektonicznych. Struktury te zostały między innymi stwierdzone w strefie przymorskiej, gdzie ruchy neotektoniczne oddziałują współcześnie na powierzchnię plaży i nadbrzeżny wał wydmy (Fig. 3), a także na głębsze warstwy geologiczne. Należy stwierdzić, że podobnie jak na poprzednim obszarze – tutejsze struktury neotektoniczne są głębokie i mają związek z odpowiednimi strukturami permsko-mezozoicznymi i paleozoicznymi. Okazało się również, że niektóre uskoki neotektoniczne kończą się w osadach starszych zlodowaceń, inne nawiązują do stropu osadów glacialnych zlodowacenia Wisły, a jeszcze inne – do spągu utworów organicznych środkowego lub późnego holocenu. W południowej części obszaru badań stwierdzono istnienie szeregu bloków neotektonicznych wzajemnie przesuwanych względem siebie. Badania sejsmiczne pozwoliły także na wydzielenie osadów podłoża neogenu, których strop zalega na głębokości 60 i 45 m p.p.m. Z rejestracji sejsmicznej wynika, że są to prawdopodobnie osady mułkowo-ilaste miocenu.

Osady holocenu są tutaj reprezentowane przez osady morskie, osady biogeniczne i utwory wydmy. Najniższy poziom sejsmiczny utworów holocenijskich budują piaski oraz żwiry morza litorynowego (E) utworzone w środkowym holocenie. Wyżej położony jest poziom piaszczysto-żwirowy morza Limnaea (D), który uformował się w późnym holocenie. Górne partie późnego holocenu budują piaski i żwiry morza Mya (C). Najwyższe partie w odlądowej strefie brzegowej zbudowane są z piasków mierzei wydmy szarych (B), które są przewarstwiane torfami (B1). Na obszarze plaży (Fig. 3) występują piaski i żwiry współczesnej transgresji Bałtyku (A).

Pod względem geologiczno-inżynierskim – podobnie jak na obszarze mierzei jeziora Kopań – piaski i żwiry pochodzenia morskiego są zwykle średnio zagęszczone, a w niektórych miejscach nawet bardzo zagęszczone, co pozwala zaliczyć je do gruntów dobrych w aspekcie rozpatrywanego podłoża budowlanego. Badania sejsmiczne pozwoliły na wyróżnienie na rejestracjach utworów biogenicznych w postaci torfów, niewątpliwie zaliczanych tutaj do gruntów słabych pod względem budowlanym, tak jak i osady wydmy. Bardzo ważnym aspektem z punktu widzenia geologiczno-inżynierskiego jest wyznaczenie strefy współczesnych ruchów neotektonicznych, które występują podobnie jak na mierzei jeziora Kopań – w strefie plaży i mierzei wydmy szarych (Fig. 3), o czym świadczy wyraźne przesunięcie młodych warstw organicznych późnego holocenu.

PODSUMOWANIE

Badania sejsmiczne pozwoliły na uszczegółowienie obrazu budowy geologicznej neogenu w zakresie pomiarowym 100 ms, doprowadzając do wydzielenia szeregu poziomów glacialnych, glacialfluwialnych i fluwialnych plejstocenu oraz poziomów morskich,

biogenicznych i wydmowych holocenu na obszarze mierzejowym jeziora Kopań i jeziora Wicko. Badania te wykryły istnienie kopalnych osadów interglacjału eemskiego. W obrębie holocenu wyszczególniono osady morskie różnych etapów rozwojowych Bałtyku, utwory biogeniczne i osady wydmore.

Pod względem geologiczno-inżynierskim wydzielone osady morskie Bałtyku są przeważnie średnio zagęszczone, a w niektórych miejscach nawet zagęszczone, o umiarkowanym, czasem dobrym wysortowaniu i w tym aspekcie należą do gruntów dobrych z uwagi na przyszłe inwestycje budowlane lub infrastrukturalne. Natomiast wydzielone utwory biogeniczne i osady wydmore z pewnością można zaliczyć do gruntów słabych.

Badania sejsmiczne wykazały, że istniejące na obszarze badań struktury neotektoniczne są bardzo głębokie i zapewne mają swoje powiązania z odpowiednimi strukturami tektonicznymi w obrębie kompleksu permsko-mezozoicznego i paleozoicznego. W strefie brzegowej mierzei jeziora Kopań i jeziora Wicko ruchy neotektoniczne mają charakter ciągły, oddziałują współcześnie na powierzchnię terenu i głębsze warstwy geologiczne. W ten sposób za pomocą badań sejsmicznych zostały rozpoznane obszary niebezpieczne dla przyszłych przedsięwzięć budowlanych i infrastrukturalnych.

LITERATURA

- Butrymowicz N., Maksiak S. & Uniejewska M., 1974a. *Mapa geologiczna Polski w skali 1 : 200 000, ark. Koszalin, wyd. A – utwory powierzchniowe*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Butrymowicz N., Maksiak S. & Uniejewska M., 1974b. *Mapa geologiczna Polski w skali 1 : 200 000, ark. Koszalin, wyd. B – bez utworów czwartorzędowych*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Dadlez R., Marek S. & Pomorski J., 2000. *Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku w skali 1 : 1000 000*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Dobrcki R. & Kaszubowski L.J., 2002. Budowa geologiczna osadów czwartorzędowych na obszarze mierzei jezior Bukowo i Wicko w świetle wyników wierceń i badań sejsmicznych. *Materiały IX Konferencji Naukowej „Stratygrafia plejstocenu Polski”*, Borne-Sulinowo, 19–21.
- Kaszubowski L.J., 1994. Eksperymentalne badania sejsmiczne w rejonie Mierzei Dziwnowskiej. *Inżynieria Morska i Geotechnika*, 3.
- Kaszubowski L.J. & Dobrcki R., 2002. Czwartorzęd mierzei jeziora Wicko w obrazie sejsmicznym. *Materiały IX Konferencji Naukowej „Stratygrafia plejstocenu Polski”*, Borne-Sulinowo, 69–70.
- Kaszubowski L.J. & Dobrcki R., 2005a. *Obraz sejsmiczny mierzei jeziora Kopań*. Wydawnictwo Pomorskiej Akademii Pedagogicznej w Słupsku, 285–289.
- Kaszubowski L.J. & Dobrcki R., 2005b. *Obraz sejsmiczny mierzei jeziora Wicko*. Wydawnictwo Pomorskiej Akademii Pedagogicznej w Słupsku, 291–295.
- Kramarska R., 1999. *Mapa geologiczna dna Bałtyku bez utworów czwartorzędowych w skali 1 : 500 000*. Państwowy Instytut Geologiczny, Gdańsk – Warszawa.
- Uniejewska M. & Nosek M., 1982. *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Łącko*. Warszawa.

Summary

This paper presents the tracking of the geological structures and tectonic movements in the Neogene deposits by the aid of seismic research in the engineering-geological aspect. Seismic research with use of the apparatus CS-5G-1 were carried out in the area of the Kopań Lake and Wicko Lake spit along the profiles, which are situated near to the shore of the Baltic (Fig. 1). The upper part of the Pleistocene bedrock is built with 2 units of the Miocene. As results from research the Neogene is built (Figs 2, 3) from the following geological layers: eolian sands, marine sands and gravels, biogenic deposits as the Holocene sediments and interglacial sands and gravels, glaciofluvial sands and gravels and glacial tills of Scandinavian glaciations as the Pleistocene deposits. The neotectonic movements are occurring in the study area at the present-day and they have influence on morphogenetic processes of the coastal zone.