



Państwowy Instytut Geologiczny Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa, tel. 22 45 92 000, fax 22 45 92 001, biuro@pgi.gov.pl
Sąd Rejonowy dla m. st. Warszawy w Warszawie, XIII Wydział Gospodarczy KRS, Nr 0000122099; NIP 525-000-80-40

www.pgi.gov.pl

państwowa służba
geologiczna

państwowa służba
hydrogeologiczna

STUDIUM WYKONALNOŚCI dla potrzeb sporządzenia Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin

Finansujący:

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
ul. Konstruktorska 3A, 02-673 Warszawa



Wykonawca:

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
Program Bezpieczna Infrastruktura i Środowisko



Opracował zespół BDGI pod kierunkiem :

mgr Krzysztofa Majera upr. geol. VI-0418



Warszawa, grudzień 2013

Skład zespołu opracowującego:

Imię i nazwisko	Uprawnienia
dr Edyta Majer	upr. geol. VI-0412
dr Marta Sokołowska	upr. geol. VII-1485
mgr Monika Madej	upr. geol. VII-1569
mgr Krzysztof Majer (kierownik Zadania)	upr. geol. VI-0418
mgr Izabela Sameł	upr. geol. VII-1503
mgr Tomasz Żuk	upr. geol. XI-0014/POM

Spis treści

1	Wstęp.....	3
2	Charakterystyka ogólna terenu badań	5
2.1	Lokalizacja terenu badań.....	5
2.2	Zagospodarowanie powierzchni terenu.....	7
2.3	Obszary chronione.....	9
2.4	Geomorfologia i hydrografia	9
3	Charakterystyka budowy geologicznej terenu badań	10
3.1	Budowa geologiczna.....	11
3.2	Warunki hydrogeologiczne.....	16
3.3	Warunki geologiczno-inżynierskie.....	17
3.4	Występowanie złóż kopalin.....	20
4	Stopień udokumentowania terenu badań	21
4.1	Rozpoznanie dotychczasowe.....	21
4.2	Dodatkowe prace uszczegóławiające stopień udokumentowania terenu badań.....	23
5	Możliwości osiągnięcia celu – wykonania bazy danych i atlasu geologiczno-inżynierskiego.....	25
5.1	Gromadzenie danych otworowych wraz z utworzeniem i prowadzeniem Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) aglomeracji Szczecin.....	26
5.2	Gromadzenie wektorowych i rastrowych danych przestrzennych dla opracowania Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin.....	29
5.3	Opracowanie Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin w skali 1:10 000.	30
5.4	Udostępnienie Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin w skali 1:10 000. ...	32
5.5	Oszacowanie kosztów wykonania Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin w skali 1:10 000.	32
6	Podsumowanie	34
7	Literatura, akty prawne, normy.....	35
7.1	Literatura	35
7.2	Akty prawne	36
7.3	Normy.....	37
7.4	Strony internetowe	37

1 Wstęp

Niniejsze *Studium wykonalności* zostało wykonane przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, który pełni rolę Państwowej Służby Geologicznej (Art. 163 ust. 1 Ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze* Dz. U. 2011 Nr 163 poz. 981). Opracowanie powstało w ramach przedsięwzięcia: „*Prowadzenie i aktualizacja Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) wraz ze sporządzeniem Atlasu geologiczno-inżynierskiego wybranych obszarów kraju w skali 1:10 000*”, w ramach zatwierdzonego przez Ministra Środowiska – Planu Zadań Państwowej Służby Geologicznej.

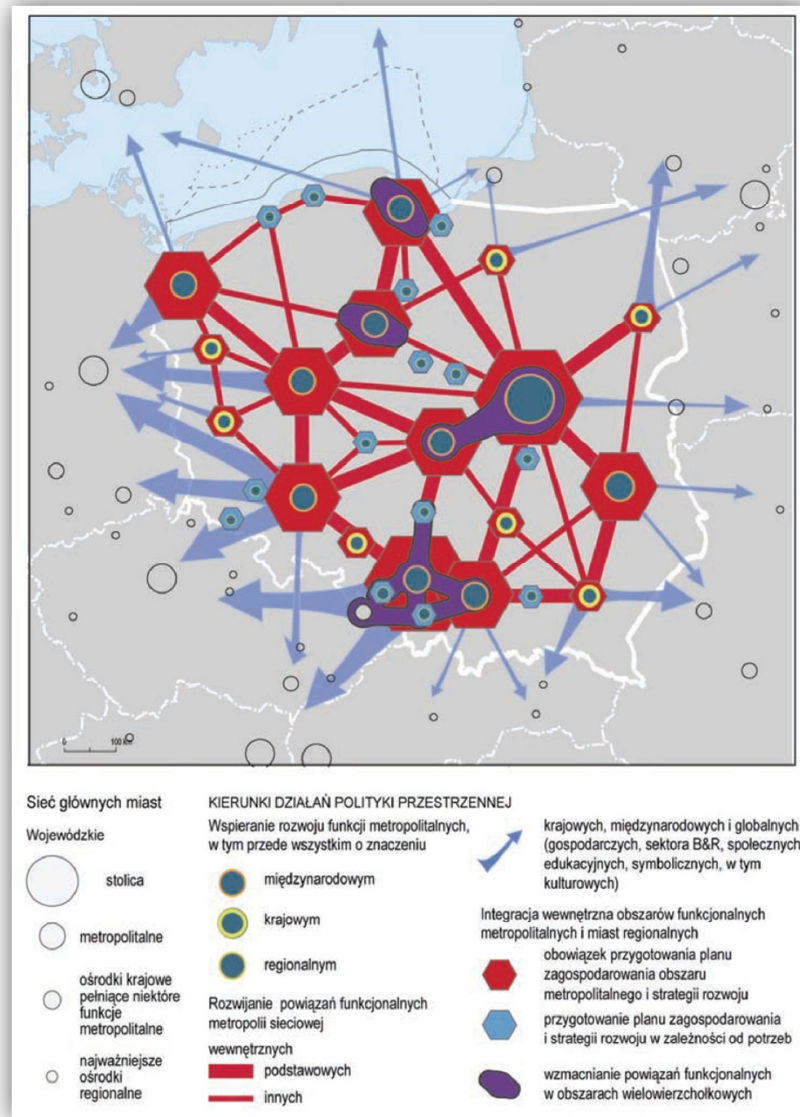
Przedmiotem *Studium wykonalności* jest rozpoznanie stopnia udokumentowania obszaru aglomeracji Szczecin w oparciu o dostępne opracowania geologiczne (złożowe, hydrogeologiczne, geologiczno-inżynierskie itp.). W ramach przedsięwzięcia zostanie oszacowana liczba dodatkowych prac takich jak kartowanie geologiczno-inżynierskie oraz wiercenia wraz z opróbowaniem, niezbędnych do uszczegółowienia wiedzy na temat modelu budowy geologicznej obszaru opracowania. Na tej podstawie zostanie ustalony przybliżony zakres prac wykonania zadania pod nazwą „*Bazy danych geologiczno-inżynierskich wraz z wykonaniem Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin*”.

Studium wykonalności uwzględnia dotychczasowe rozpoznanie geologiczne obszaru aglomeracji, Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego Miasta Szczecin oraz wskazania i potrzeby Władz Miasta Szczecina, a także geologa wojewódzkiego.

Sporządzenie bazy danych geologiczno-inżynierskich i wykonanie Atlasu geologiczno-inżynierskiego dla aglomeracji Szczecin wpisuje się w kierunki działań określone w koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 - KPZK 2030 (Monitor Polski 2012 r, Poz. 252) (Rys. 1). Polityka przestrzenna Polski wyrażona w KPZK 2030 służy podniesieniu konkurencyjności głównych ośrodków miejskich i wprowadza nowe podejście do rozwoju, jako tak zwane „zintegrowane podejście terytorialne”.

Wyrazem realizacji „zintegrowanego podejścia terytorialnego” wobec polskich obszarów miejskich jest Krajowa Polityka Miejska – KPM (Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, 2014), wobec której zostały wskazane zadania do realizacji dla instytucji i jednostek administracji rządowej. Podstawowym celem KPM jest wzmocnienie zdolności miast i obszarów zurbanizowanych do kreowania zrównoważonego rozwoju.

Oznacza to, że Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, który pełni funkcję Państwowej Służby Geologicznej, nadzorowanej przez Ministra Środowiska realizując zadanie „*Baza danych geologiczno-inżynierskich wraz z wykonaniem Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin*”, wypełnia założenia Krajowej Polityki Miejskiej wpisując się w kierunki działań w niej wyznaczone.



**Rys. 1 Kierunki działań polityki przestrzennej
służące podniesieniu konkurencyjności głównych ośrodków miejskich (KPZK 2030)**

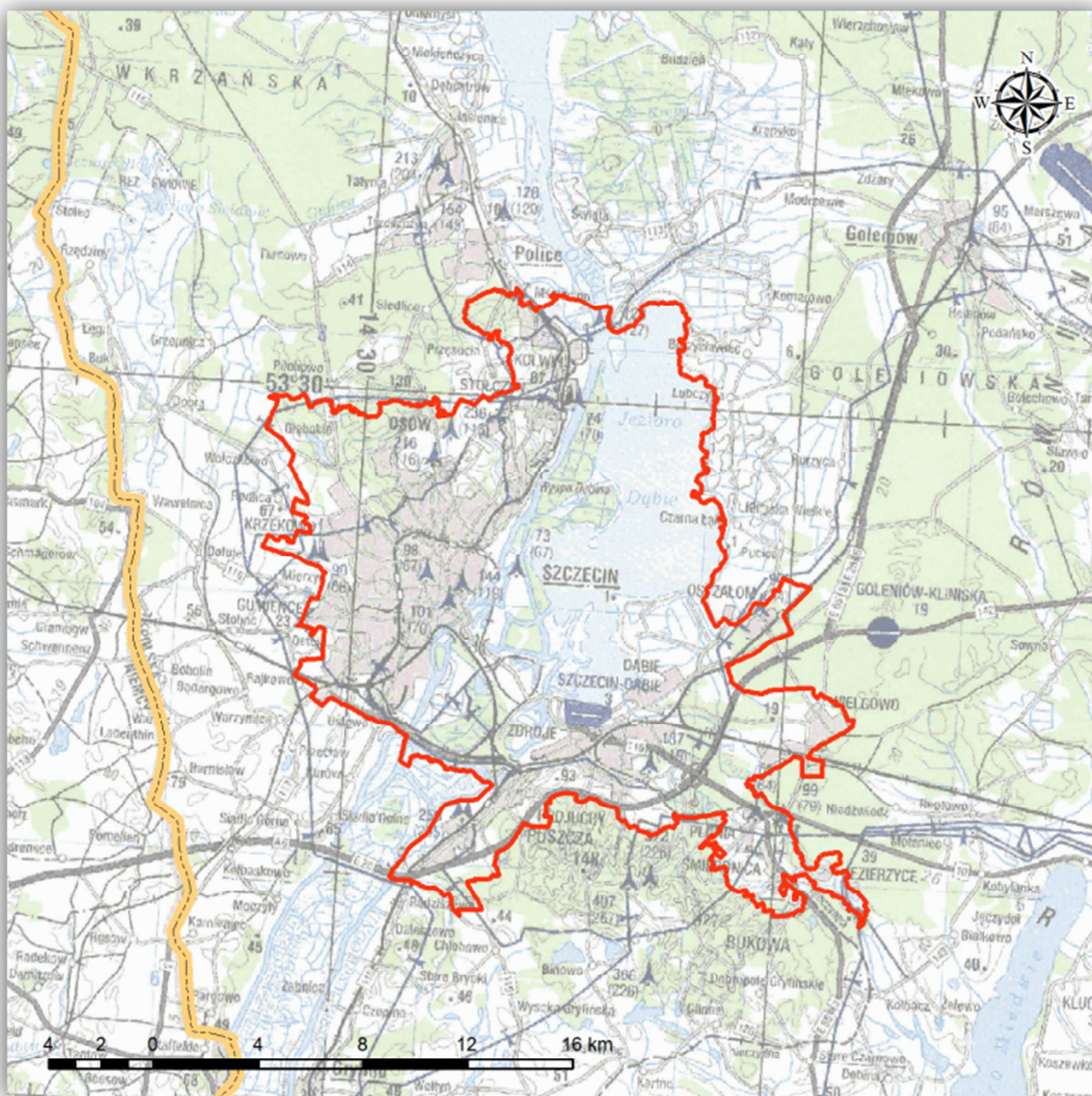
Baza danych i atlas geologiczno-inżynierski będą także użyteczne dla administracji państwowej, rządowej i samorządowej oraz dla sektorów gospodarki związanych z przemysłem, budownictwem i usługami, a także dla inwestorów, mieszkańców aglomeracji i geologów. Władze samorządów terytorialnych aglomeracji szczecińskiej uzyskają źródło danych, które stanowi podstawę planowania przestrzennego i podejmowania decyzji w sferze inwestycji infrastrukturalnych i budowlanych, zgodnie z Konsepcją Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 i Krajową Polityką Miejską.

2 Charakterystyka ogólna terenu badań

2.1 Lokalizacja terenu badań

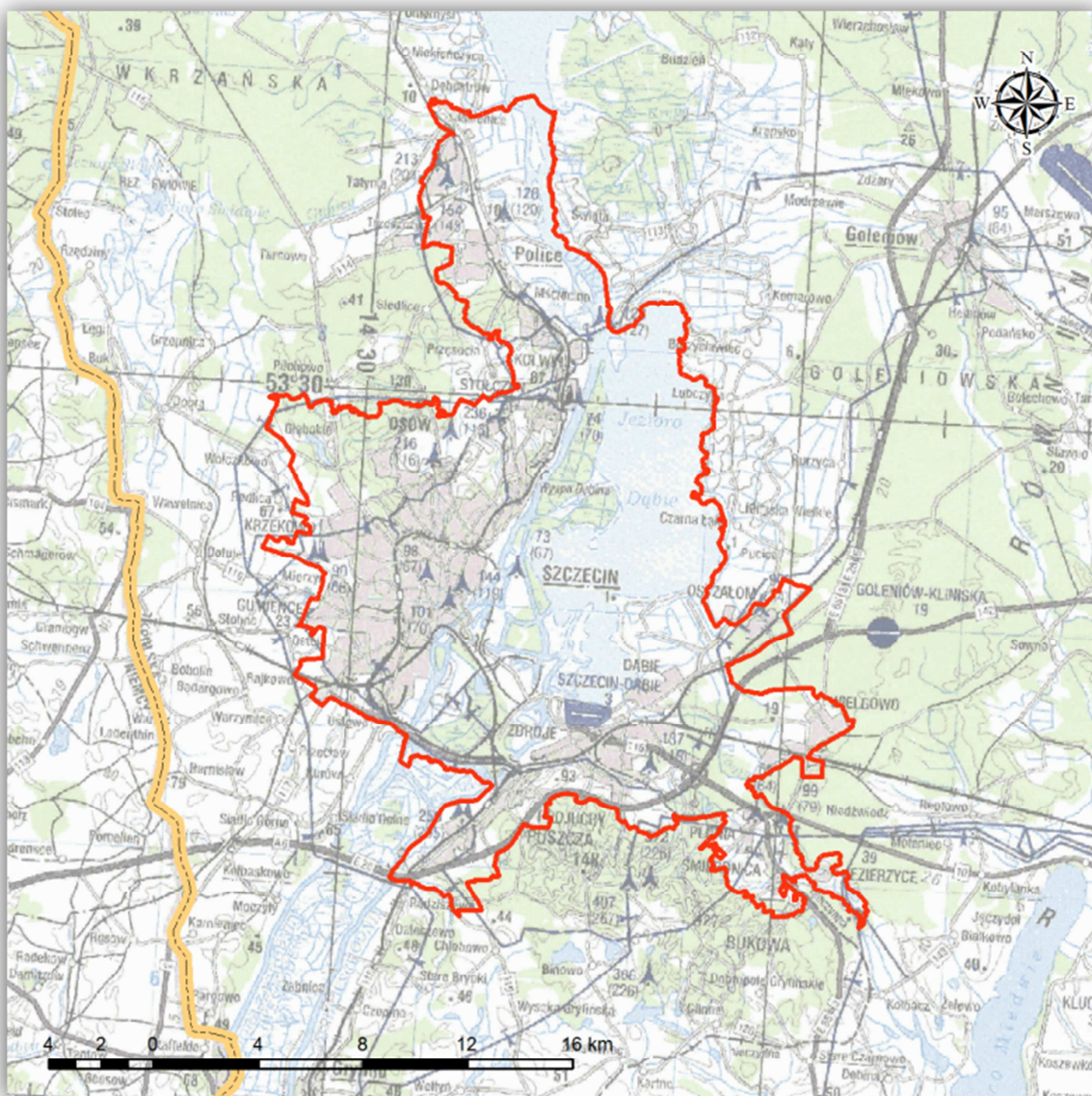
Podstawą niniejszego *Studium wykonalności* jest obszar miasta Szczecin oraz częściowo gmin sąsiednich. Ze względu na perspektywę rozwoju aglomeracji zaproponowano trzy warianty obszaru, objętego opracowaniem Atlasu.

Wariant I (podstawowy) to najmniejszy obszar objęty granicami miasta Szczecin (Rys. 2), którego powierzchnia wynosi około 300,5 km² - w tym Szczecin Zachód, Śródmieście, Północ i Prawobrzeże.



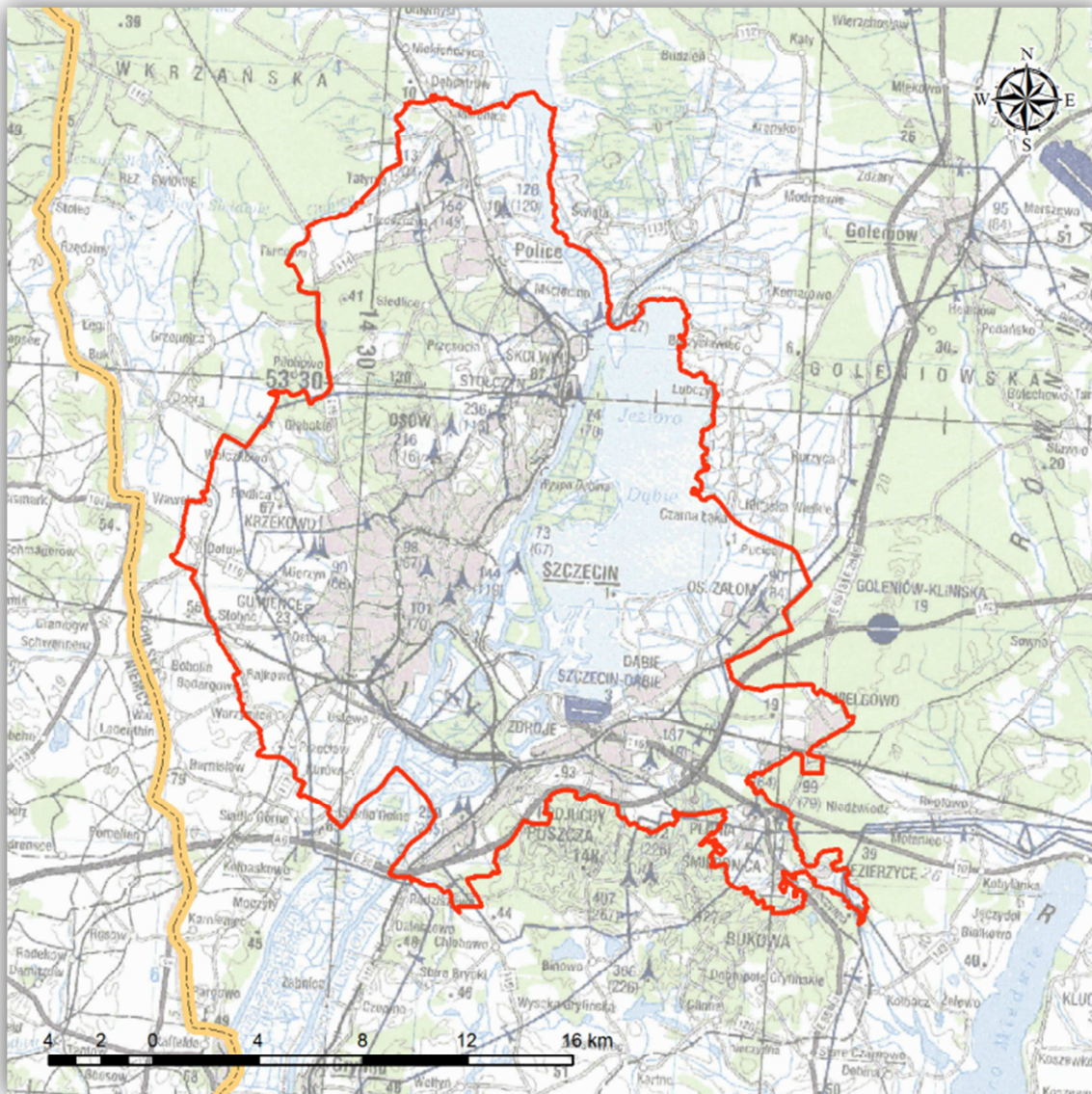
Rys. 2 Wariant I obszaru opracowania - teren miasta Szczecin

Wariant II (Rys. 3) opracowania obejmowałby miasto Szczecin oraz obszar miasta Police o powierzchni 37,31 km². Łączny obszar opracowania to około 337,8 km².



Rys. 3 Wariant II obszar opracowania - teren miasta Szczecin i Police

Wariant III opracowania obejmowałby miasto Szczecin, miasto Police oraz przyległe do nich fragmenty sąsiadujących gmin: Kołbaskowo, Dobrą, Police i Goleniów (Rys. 4). Łączny obszar opracowania wynosiłby około 420,0 km². Wariant ten nawiązuje częściowo do koncepcji niemieckiej Wielkiego Miasta Szczecina (niem. *Großstadt Stettin*) z 1939 roku z wyłączeniem obszaru na południe od Stepnicy, do którego nie ma bezpośredniego połączenia drogowego z lewobrzeżnej części Szczecina.



Rys. 4 Wariant III obszaru opracowania - miasto Szczecin, Police oraz fragmenty przyległych gmin

2.2 Zagospodarowanie powierzchni terenu

Według danych z 1 stycznia 2011 roku, w obrębie granic miasta Szczecina (Wariant I), tereny zabudowane stanowią około 30,5%. Tereny zabudowane wariantu II opracowania to niemal 30% obszaru, zaś dla wariantu III jest to już tylko około 24%.

Najgęściej zabudowaną dzielnicą Szczecina jest Śródmieście, z wyłączeniem obszaru Międzyodrza, który jest zajmowany częściowo przez budowle o charakterze przemysłowym (port, stocznie, elektrownia) i komunikacyjnym. Znaczną część, bo około 85% powierzchni Międzyodrza (bez gruntów pod wodami) stanowią tereny zielone, w tym rekreacyjne, lasy łąkowe, łąki i niskie zarośla.

Drugim obszarem o wysokim stopniu zabudowania jest dzielnica Zachód obejmująca osiedle Arkońskie-Niemierzyn, Głębokie-Pilchowo, Gumieńce, Krzekowo-Bezrzecze, Osów, Pogodno, Pomorzany, Świerczewo i osiedle Zawadzkiego. Dzielnica Zachód związana jest głównie z budownictwem mieszkaniowym. Tu zwarta zabudowana rozciąga się po południowo-zachodnią krawędź obszaru miasta – Pomorzany i Gumieńce.

Najslabiej zabudowanym fragmentem Szczecina jest północny i północno-zachodni obszar miasta. Dzielnica Północ zajmuje głównie obszar wysoczyzny Wzgórz Warszawskich i związana jest głównie z budownictwem mieszkaniowym. Znajdują się tu osiedla Bukowo, Golęcín-Gocław, Niebuszewo, Skolwin, Stołczyn, Warszewo i Żelechowo. Jedynie obszary poza krawędzią wysoczyzny, czyli na zachodnim brzegu Odry pełnią funkcje przemysłowe.

Prawobrzeże z osiedlami Bukowe-Kłęskowo, Dąbie, Kijewo, Majowe, Płonia, Śmierdnica, Jezierzycy, Podjuchy, Słoneczne, Wielgowo-Sławocieszce, Załom, Zdroje, Żydowce i Klucz. Dzielnica ta zajmowana jest zarówno przez budownictwo o charakterze mieszkalnym, jak i usługowym. Są tu jednak także rozległe tereny niezabudowane, m.in. znaczny obszar aeroklubu Dąbie, wschodni brzeg Odry, brzeg jeziora Dąbie oraz obszar krawędzi Wzgórz Bukowych.

Gęsta zabudowa mieszkalna o charakterze usługowym związana bezpośrednio ze Szczecinem znajduje się też w przylegającej do Szczecina gminie Kołbaskowo, głównie miejscowości Warzymice i Przeclaw, ale także Ustowo, Kurów i Siadło Górne. Przemawia to za koniecznością włączenia tego obszaru – podobnie jak fragmentów gmin Dobra i Police – do obszaru opracowania - wariant III. Również miasto Police jest obszarem o wysokim stopniu zabudowania. W głównej mierze są to budynki mieszkalne, ale także o charakterze przemysłowym, m.in. zakłady chemiczne.

Niemal 65% obszaru miasta Szczecina (wariant I) stanowią kompleksy przyrodnicze w tym użytki rolne, lasy i grunty zadrzewione a także grunty pod wodami, na które przypada aż około 24% obszaru miasta. Podobnie wygląda to dla obszaru opracowania wariantu II. Dla wariantu III kompleksy przyrodnicze stanowią już ponad 70% obszaru opracowania.

Wśród terenów niezabudowanych użytki rolne zajmują niemal 22% obszaru wariantu I (miasto Szczecin). W większości są to Sadlińskie Łąki nad jeziorem Dąbie oraz rejon Skolwina i Wielgowa. Ponieważ wariant II jest jedynie rozszerzony o miasto Police, obszary rolne zajmują tu podobną powierzchnię (prawie 19,5% obszaru). Wariant III jest rozszerzony głównie o ziemie rolnicze na południowym zachodzie i łąki na wschodnim brzegu jeziora Dąbie (łącznie blisko 120 km²) oraz o lasy należące do Puszczy Wkrzańskiej na północnym zachodzie. Ziemie rolnicze stanowią tu 28%, choć szacunek ten może być pomniejszony o tereny odrolnione w ostatnich latach.

Na terenie miasta Szczecina lasy zajmują około 50 km², co stanowi niemal 17% obszaru pierwszego wariantu opracowania. Największy udział lasów przypada na lasy miejskie, w tym Leśnictwo Głębokie (17 km²) oraz Dąbie (10 km²). Lasy Państwowe zajmują pozostały obszar (27 km²) w tym obszary leśne należące do Nadleśnictwa Gryfino, Nadleśnictwa Trzebież oraz Nadleśnictwa Kliniska. Powierzchnia lasów dla wariantu II wygląda tu podobnie jak dla wariantu I, to jest blisko 15% obszaru. Łączna powierzchnia lasów dla wariantu trzeciego to niemal 76 km², czyli blisko 18% jego powierzchni. Blisko 2% miasta Szczecina to chronione tereny zielone (w tym 16 parków i cmentarze), dla wariantu II i III obszaru opracowania stanowi to odpowiednio 1,5 i 1,2% ogółu powierzchni.

2.3 Obszary chronione

Północna, południowowschodnia i południowa część rozpatrywanych w *Studium wykonalności* obszarów znajduje się na granicy lub fragmentami obejmuje obszary Natura 2000. Są to odpowiednio wg Geoserwisu Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska:

- 1) Obszary siedliskowe:
 - a) Police – kanały (PLH320015) – na terenie Polic
 - b) Ujście Odry i Zalew Szczeciński (PLH320018)
 - c) Wzgórza Bukowe (PLH320020)
 - d) Dolna Odra (PLH320037)
- 2) Obszary ptasie:
 - a) Zalew Szczeciński (PLB320009) – na granicy północnej i małym fragmencie
 - b) Puszcza Goleniowska (PLB320012) – na granicy północno-wschodniej
 - c) Dolina Dolnej Odry (PLB320003)
 - d) Ostoja Wkrzańska (PLB320014) – na granicy północno-zachodniej

2.4 Geomorfologia i hydrografia

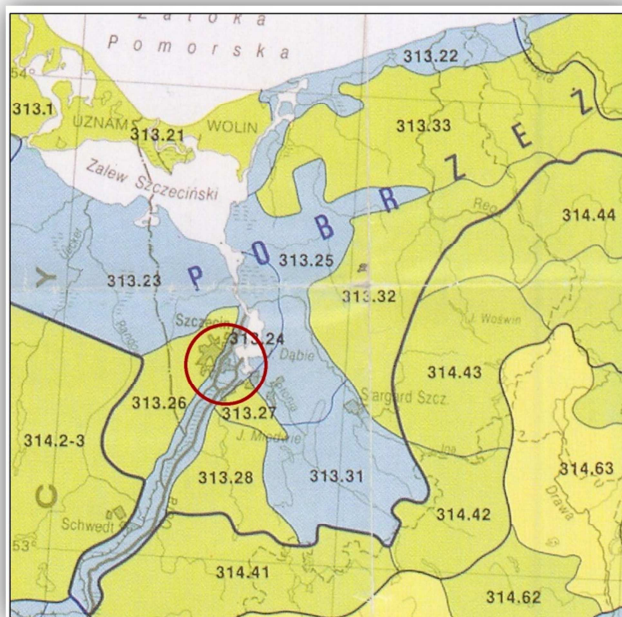
Obszar przewidywanego opracowania (Rys. 4) położony jest w obrębie makroregionu Pobrzeże Szczecińskie (Kondracki J., 2009) i znajduje się w obrębie mezoregionów Równina Wkrzańska, Wzgórza Szczecińskie, Dolina Dolnej Odry, Równina Goleniowska i Wzgórza Bukowe (Kondracki J. 2009).

Dolina Dolnej Odry z jeziorem Dąbie znajduje się na wysokości rzędu 0,3 - 0,6 m n.p.m. i stanowi środkową część aglomeracji Szczecin otoczonej od wschodu i zachodu obszarami równin i wysoczyzn plejstoceniowych. Zachodni brzeg Odry sąsiaduje ze skarpą plejstoceniową i jest od niej oddzielony jedynie przez obszar tarasu zalewowego. Od wschodu – w rejonie brzegu Odry i jeziora Dąbie – a także na obszarze Niziny Polickiej istnieje pięć tarasów:

- aluwialny taras zalewowy na wysokości rzędu 1 m n.p.m.,
- taras nadzalewowy na wysokości rzędu 2,5 m n.p.m.,
- drugi taras nadzalewowy z wysokościami rzędu 6-8 m n.p.m.,
- trzeci taras nadzalewowy z wysokościami rzędu 12-15 m n.p.m.,
- czwarty taras nadzalewowy z wysokościami rzędu 20-25 m n.p.m..

Powierzchnia trzeciego i czwartego tarasu ma wyraźnie bardziej urozmaiconą powierzchnię, nie jest tak monotonna jak powierzchnia niższych tarasów.

Wysoczyzny plejstoceniowe obejmują mezoregion Wzgórz Szczecińskich, obejmujący Wzgórza Warszawskie i Wał Stobniański z wysokościami sięgającymi odpowiednio 131,0 m n.p.m. i 88,0 m n.p.m. a także mezoregion Wzgórz Bukowych, których najwyższy punkt sięga 149,0 m n.p.m. Rejon wysoczyzn stanowi obszar moreny spiętrzonej, budowanej przez łuski i kry glacialne osadów kredy, miocenu i oligocenu. Jest to obszar o bardzo skomplikowanej budowie geologicznej, a tym samym skomplikowanych warunkach gruntowych. Silnie urozmaicona rzeźba, głębokie rozcięcia erozyjno-denudacyjne i młode doliny rzeczne oraz zaburzony układ zalegania warstw geologicznych kwalifikuje ten obszar do stref potencjalnie zagrożonych ruchami masowymi ziemi (osuwiska, zsuwy i splayy zboczowe).



Rys. 5 Lokalizacja opracowania na tle regionów i mezoregionów fizyczno-geograficznych w Polsce (Kondracki J., 2002)

Obszar Śródmieścia znajduje się w obniżeniu o przebiegu NW-SE, określanym jako obniżenie jeziora Głębokiego, które oddziela Wzgórze Warszawskie od Wału Stobniańskiego. W tym rejonie powierzchnia terenu znajduje się na wysokości rzędu 15-20 m n.p.m. W jej południowo-wschodniej części tworzy rozległą kotlinę zajmowaną przez centralną część miasta, która dochodzi do doliny Odry. Południowo-zachodnia część obniżenia jeziora głębokiego tworzy Równinę Gumieniecką, gdzie wysokości dochodzą do 25 m n.p.m. przechodząc w Wał Stobniański.

Około 25% powierzchni aglomeracji szczecińskiej zajmowana jest przez skomplikowany system koryt i kanałów rzeki Odry. Rzeka Płonia wpada do jeziora Dąbie, do którego wpływa także Parnica – prawy nurt Odry.

Projektowany obszar opracowania (we wszystkich trzech wariantach) znajduje się w całości w zlewni II rzędu – Odra od Warty do ujścia, w obszarze dorzecza Odry.

3 Charakterystyka budowy geologicznej terenu badań

Analiza budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych została przeprowadzona w oparciu o:

- Szczegółową mapę geologiczną Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusze: Szczecin-228 (Dobrcki R., 1980), Police-190 (Piotrowski A., 1981), Dołuje-227 (Piotrowski A., 1979), Tanowo-189 (Dobrcka E., 1982), Wielgowo-229 (Ruszała M., 1984), Żeliszawiec-266 (Kurzawa M., 1993) i Gryfino-265 (Dobrcki R., 1980),
- Mapę geologiczną Polski w skali 1:200 000, arkusz Szczecin, (Mojski J.E., 1977)
- Opracowanie geologiczno-inżynierskie miasta Szczecina – sporządzone przez Instytut Geologiczny, Zakład Zdjęć Geologicznych Niżu, Pracownię zdjęć geologicznych Polski północno-zachodniej (Matkowska Z., Dobrcka E., Dobrcki R., 1972).

- Mapę hydrogeologiczną Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusze: Szczecin-228 (Matkowska Z., 1997), Police-190 (Matkowska Z., 1997), Dołuje-227 (Hoc R., Fuszara P., 2000), Tanowo-189 (Dobrcka E., 1997), Wielgowo-229 (Winiowski Z., 2000), Żeliszawiec-266 (Hoc R., Fuszara P., 2000) i Gryfino-265 (Hoc R., Fuszara P., 2000),

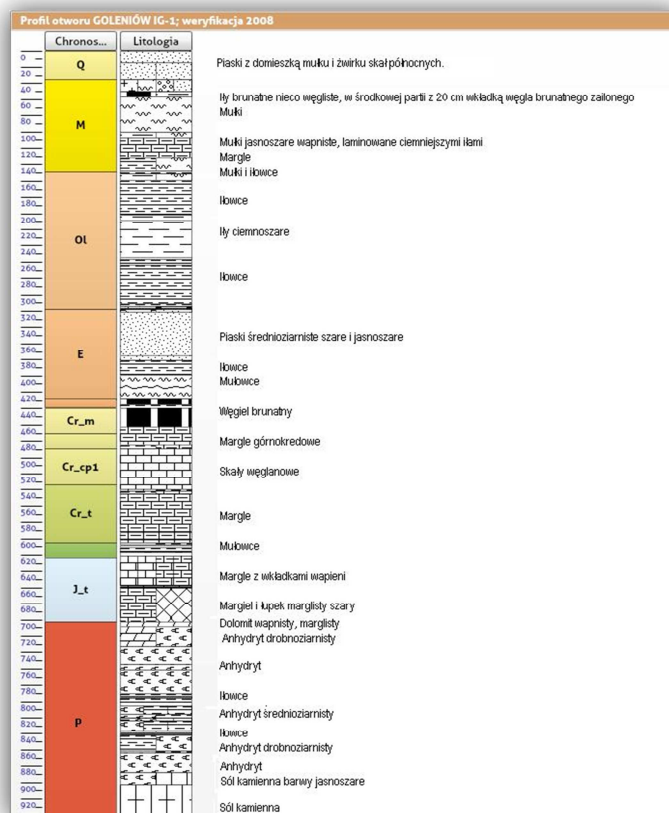
3.1 Budowa geologiczna

Rejon aglomeracji szczecińskiej znajduje się w północno-zachodniej części synklinorium szczecińskiego i jest podścielony przez trzy jednostki niższego rzędu: synklinę Tanowa, antyklinę Szczecina oraz synklinę Barnisławia. Powstały one w wyniku ruchów pionowych bloków podłoża podcechsztyńskiego, które trwały po neogen z głównym etapem przypadającym na paleogen (Pożaryski W., 1974). Okolice aglomeracji szczecińskiej należą do najstąbiej rozpoznanych pod kątem podłoża utworów kenozoicznych w całej niecce szczecińskiej. Na podstawie otworów zlokalizowanych w rejonie Gryfina, Stargardu Szczecińskiego, Polic i Goleniowa można stwierdzić, że skały permsko-mezozoiczne mają miąższość sięgającą 4500 m.

Najstarsze stwierdzone osady stanowią utwory cechsztynu, których strop został nawiercony w rejonie wysadu solnego na głębokości 702 m w otworze Goleniów IG-1 (Rys. 6). Ich miąższość przekracza 3000 m. Utwory cechsztynu są przykryte przez osady mezozoiku zazwyczaj o miąższości rzędu 2000 do 2500 m. Oprócz tektoniki podłoża na miąższość osadów mezozoicznych ma także wpływ tektonika solna.

Utwory paleogenu i neogenu mają niewielką miąższość, w rejonie miasta Szczecina wahającą się od 12 do 76 m. W centrum miasta i w rejonie Niecki Niebuszewskiej, osady paleogenu oraz neogenu zostały zupełnie zerodowane a osady czwartorzędowe zalegają bezpośrednio na skałach górnej kredy.

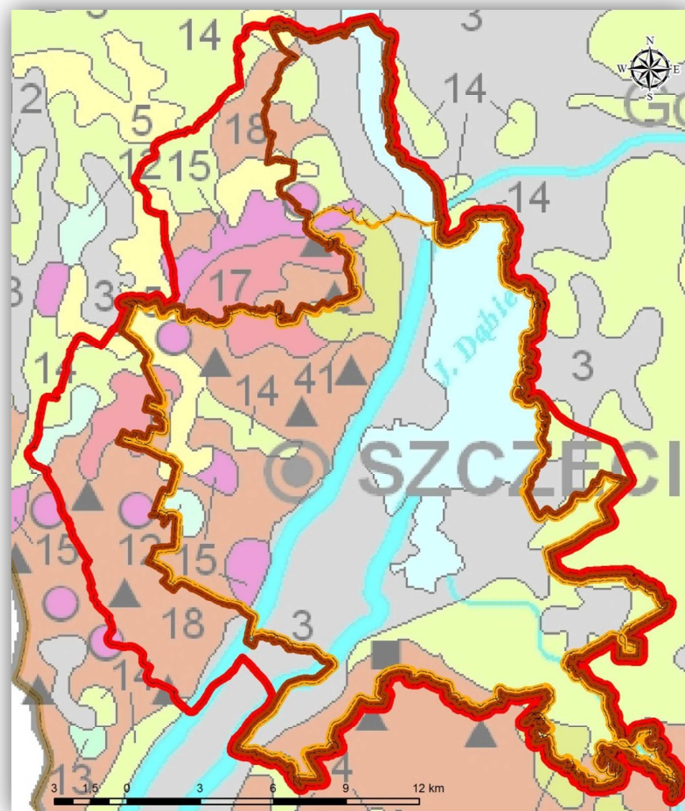
Sama powierzchnia podczwartorzędowa w obszarze aglomeracji ma zmienną rzeźbę. Jest to wynik procesów neotektonicznych. Wzdłuż południowo-zachodnich i zachodnich krańców Szczecina biegnie rynna o kierunku SE-NW, która w rejonie Bezrzecza skręca w kierunku Polic, natomiast w kierunku południowym kontynuuje się na terenie Niemiec. W jej obrębie utwory neogenu nawiercono na głębokości 130-180 m p.p.t.. Na wschód od niej strop utworów podczwartorzędowych gwałtownie się podnosi do poziomu około 20 m p.p.t. Powierzchnia podłoża ponownie opada w kierunku południowym i północnym, w okolicy Polic utwory neogenu nawiercono na głębokości 135 m p.p.t.. Ukształtowanie powierzchni podłoża czwartorzędu jest prawdopodobnie związane ze strukturą wysadową powstałą w neogenie.



Rys. 6 Górny fragment profilu otworu Goleniów IG-1 (całkowita głębokość otworu 2983,2 m),
CBDG: <http://otworywiertnicze.pgi.gov.pl/>

Paleogen reprezentowany jest przez górnopaleoceńskie iły z wkładkami węgla brunatnego. Piaszczysto-ilaste limniczne osady z wkładkami węgla brunatnych dolnego eocenu zostały nawiercone w okolicach Tanowa na głębokości 314-323 m p.p.t. Górny eocen jest reprezentowany przez osady ilaste i piaszczyste z glaukonitem, nawiercone w otworze Tanowo IG-1 na głębokości 190-280 m p.p.t. Środkowy i górny oligocen obejmuje serię iłów septariowych o miąższości sięgającej 60 m, żelaziste piaski glaukonitowe określane jako piaski szczecińskie o miąższości około 15 m i drobne piaski żelaziste o miąższości 10 m.

Utwory neogenu obejmują mioceńskie piaski kwarcowe (z domieszką żwirów) oraz mułki i iły (z wkładkami węgla brunatnych) o łącznej miąższości około 50 m. Na obszarach moreny spiętrzonych utwory paleogenu i neogenu są silnie zaburzone wskutek procesów glacitektonicznych. Znane są z występów powierzchniowych w rejonie Wzgórz Bukowych i Wzgórz Warszawskich, gdzie zostały w formie łusek i kier lodowcowych wyciśnięte do obecnej powierzchni terenu. W rejonie Jeziora Szmaragdowego w rejonie Podjuch odsłaniają się także osady węglanowe (margle, opoki, kreda piszcząca i wapienie) górnej kredy.



Rys. 7 Fragment Mapy Geologicznej Polski w skali 1: 500 000 (Marks L, i in., 2006)

Budowa geologiczna osadów czwartorzędowych.

Północną, zachodnią oraz południowo-wschodnią część obszaru miasta Szczecina zajmuje rozległy wał morenowy Wzgórz Szczecińskich. Wał ten dzieli się na Wzgórze Bukowe, Wał Stobniański oraz Wzgórze Warszawskie. Struktury te zbudowane są z osadów czwartorzędowych oraz glacitektonicznie wynoszonych porwaków osadów paleogenu i neogenu. Wzgórze Warszawskie są oddzielone od Wału Stobniański przez Rynnę Jeziora Głębokiego, natomiast wysoczyznę Wału Stobniańskiego oddziela od Wzgórz Bukowych szeroka dolina Dolnej Odry. Powstała ona w późnej fazie zlodowacenia północnopolskiego, gdy Wzgórze Szczecińskie zostały głęboko rozcięte przez wody roztopowe płynące dzisiejszą doliną Odry, początkowo na południe, a po ustąpieniu lądolodu na północ. Rys. 7

Dolina Odry to współcześnie dolina rzeki anastomozującej, czyli płynącej równocześnie wieloma korytami, o stałym przebiegu. Wypełniona jest przez plejstoceńskie piaski i żwiry oraz holocenijskie piaski, namuły i torfy o łącznej miąższości 40 m. Miąższość osadów wodnolodowcowych sięga 25 m, holocenijskich piasków ponad 15 m, zaś grubość osadów organicznych miejscami ma nawet 15 m. Piaski rzeczne bezpośrednio podścielają północno-wschodni rejon miasta Szczecina w tym obszar Dąbia po osiedle Załom.

Miąższość utworów czwartorzędowych na obszarze miasta jest bardzo zróżnicowana i waha się do 25 m w rejonie Niecki Niebuszewskiej i północne części Wzgórz Bukowych przez 120 m w rejonie Dolnej Odry, 130 m w rejonie Wzgórz Warszawskich po 160 m w rejonie Pomorzan i Gumieniec.

W profilu osadów czwartorzędowych w rejonie aglomeracji Szczecina wydziela się:

- gliny zwałowe stadiału dolnego zlodowacenia południowopolskiego, których strop zalega na poziomie 80-110 m p.p.m. a miąższość sięga 60 m. Są to ciemnoszare silnie zapiaszczone gliny z porwakami iłów septariowych oligocenu, mułków i piasków;
- gliny zwałowe stadiału maksymalnego zlodowacenia środkowopolskiego zalegające na wysokości 45-80 m p.p.m. o miąższości sięgającej 50 m bezpośrednio północny zachód od obszaru opracowania. Stropowo powierzchnia glin jest wyrównana. Są to gliny piaszczyste szare o znacznym udziale frakcji głazowej sięgającej 10% i udziale frakcji ilastej i pyłowej wzrastającym ku stropowi;
- zastoiskowe mułki jasnoszare, laminowane drobnym piaskiem pylastym stadiału maksymalnego zlodowacenia środkowopolskiego o miąższości od kilku do ponad 20 m;
- gliny zwałowe stadiału mazowiecko-podlaskiego zlodowacenia środkowopolskiego. Ich strop znajduje się na rzędnej od 12 m n.p.m. do 38 m p.p.m. a miąższość dochodzi do 45 m. Są to gliny piaszczyste szare do szarobrunatnych zaburzone glacitektonicznie z porwakami iłów oligocenijskich i kredy;
- piaski wodnolodowcowe stadiału mazowiecko-podlaskiego zlodowacenia środkowopolskiego o miąższości do 14,5 m;
- dolne mułki zastoiskowe stadiału północnomazowieckiego zlodowacenia środkowopolskiego, o miąższości do 25 m. Ich strop znajduje się od 20 do 25 m p.p.m.. W rejonie Wzgórz Bukowych mułki są zaburzone glacitektonicznie;
- piaski i żwiry wodnolodowcowe stadiału północnomazowieckiego zlodowacenia środkowopolskiego o miąższości do 20 m, przeważnie jednak od 10 do 15 m. Strop osadów znajduje się na wysokości od 5 m n.p.m. do 15 m p.p.m.;
- gliny zwałowe stadiału północnomazowieckiego zlodowacenia środkowopolskiego o miąższości od kilku do 30 m ze spągami na wysokości od 0 do 10 m p.p.m.;
- lokalnie górne mułki zastoiskowe stadiału północnomazowieckiego zlodowacenia środkowopolskiego o miąższości do 2 m w rejonie Pomorzan;
- lokalnie występują osady rzeczno-jeziorne (piaski i mułki) interglacjału eemskiego wypełniające płytkie obniżenia w stropie glin zwałowych. Miąższość osadów eemskich sięga lokalnie do 6 m.;
- piaski (nie rzadko ze żwirami) wodnolodowcowe związane z transgresją lądolodu stadiału głównego zlodowacenia północnopolskiego o miąższości od 5 do 15 m;
- gliny zwałowe fazy pomorskiej zlodowacenia północnopolskiego o miąższości do 20 m. Miąższość została znacznie zredukowana w wyniku procesów denudacyjnych, a w

rejonie doliny Dolnej Odry poziom ten został zupełnie usunięty. Gliny zwałowe budują powierzchnię wysoczyzny moreny dennej, na której położona jest zabudowa miasta;

- morena denna przykryta jest przez zastoiskowe piaski pylaste, których miąższość nie przekracza 5 m i jedynie w rejonie rynny Jeziora Głębokiego osiągają miąższość do 40 m. Gliny zwałowe mogą być też przykryte przez pokrywę piasków i żwirów lodowcowych o miąższości od 2 do 10 m, jedynie w rejonie Wzgórz Bukowych osiągających 30 m;
- znaczne obszary przykryte są przez piaski i żwiry ozów o miąższości dochodzącej do 8 m, w rejonie rynny Jeziora Głębokiego przez piaski i mułki kemów limnoglacialnych, piaski żwiry i gliny kemów pomiędzy dzielnicami Pogodno i Pomorzany, a także piaski i żwiry tarasów kemowych na zboczach rynny Jeziora Głębokiego i przy krawędzi wału morenowego Wzgórz Warszawskich;
- w obrębie doliny Odry występują piaski i żwiry wodnolodowcowe. Jest to seria rzeczno-lodowcowa, której strop znajduje się na wysokości 15-20 m p.p.m. opadając w kierunku północnym. Miąższość ich sięga 25 m. Osady te przykryte są osadami rzeczno-łódzowymi, głównie żwirów z domieszką frakcji kamienistej, ku górze rośnie udział frakcji piaszczystej;
- rejon Niecki Niebuszewskiej przykryty jest przez osady stożka sandrowego związanego z fazą deglacjacji, którego powierzchnia nachylona jest kierunku doliny Odry od 20 m n.p.m. do 5 m n.p.m.;
- znaczny obszar Prawobrzeża przykryty jest przez piaski równin rzeczno-rozlewiskowych przykrywających w rejonie Płoni gliny fazy pomorskiej. Są to piaski oraz w dolnej części mułki piaszczyste. Powierzchnia równiny opada w kierunku północnym i w okolicy Płoni i Dąbia znajduje się na wysokości 5-10 m n.p.m. Osady piaszczyste mają miąższość sięgającą 30 m, natomiast miąższość mułków to maksymalnie 8 m;
- w rejonie równiny Gumienieckiej i brzeźnych partiach Jeziora Głębokiego teren podścielony jest przez piaski rzeczno-zastoiskowe o miąższości 5 m;
- jeziorne, namuły i równiny torfowe. Torfy, namuły i piaski rzeczne występują głównie w obrębie doliny Odry a także na wschodnim brzegu Jeziora Dąbie. Piaski rzeczne, miejscami z wkładkami namułów, występują także w młodych dolinach rzecznych, takich jak Płonia. Mają one miąższość maksymalnie sięgającą 4 m;
- osady deluwialne (stokowe) wypełniają liczne obniżenia dolinek erozyjnych na stokach wzgórz morenowych, u wylotu których utworzyły się stożki napływowe.

Na znacznym obszarze miasta Szczecina, zwłaszcza na obszarze Śródmieścia oraz zachodniej części Międzyodrza, na osadach gliniastych moreny dennej lub torfach związanych z akumulacją rzeczno-łódzową, występuje warstwa gruntów antropogenicznych. Są to w przewadze nasypy budowlane piaszczysto-gliniasto-gruzowe o miąższości nawet do 5 m. Grunty antropogeniczne występują głównie w centrum miasta i są związane z jego historyczną zabudową oraz powojennym okresem rozbudowy. Nasypy zbudowane są z utworów naturalnych, a ich przydatność jako podłoża budowlanego była określana w wielu dokumentacjach z obszaru miasta.

Na obszarze Międzyodrza dodatkowe utrudnienia powoduje płytkie zaleganie wód gruntowych, które wykazują agresywność w stosunku do betonu poprzez podwyższone pH spowodowane obecnością kwasów huminowych i siarczanów.

3.2 Warunki hydrogeologiczne

Warunki hydrogeologiczne miasta Szczecina można scharakteryzować opisując główne poziomy wodonośne:

- poziomy czwartorzędowe w dolinie Odry,
- poziomy czwartorzędowe na równinie rzeczno-rozlewiskowej w rejonie Dąbia,
- poziomy związane z osadami plejstoceniowymi w rymie Głębokiego,
- poziomy na wysoczyznach morenowych.
- poziomy podłoża podczwartorzędowego,

Wody związane z **poziomami trzeciorzędowymi i górnokredowymi** mają niewielkie znaczenie dla gospodarki. Niektóre studnie pobierają wody związane z piaskami mioceńskimi i piaskami szczecińskimi górnego oligocenu. Wody w marglach górnokredowych są już jednak zmineralizowane w wyniku przenikania wód związanych z poduszką solną Szczecina i dlatego nie są eksploatowane. Od głębokości 500 m p.p.m. powinny występować tu ciepłe wody solankowe (Dobrcki, 1982). Ponadto solanka chlorkowo-jodkowo-sodowa została nawiercona nawet w piaskach czwartorzędowych (plejstoceniowych) w rejonie Śródmieścia na głębokości poniżej 88 m p.p.t.

Poziomy czwartorzędowe występują na całym obszarze opracowania i dzielą się na te, które występują w dolinie Odry, w obrębie rymy Głębokiego, w rejonie Dąbia oraz na wysoczyznach plejstoceniowych. Pierwszy poziom użytkowy obejmuje różnowiekowe osady od późnoglacialnych osadów rzecznych i osadów wodnolodowcowych zlodowacenia północnopolskiego po osady wodnolodowcowe zlodowacenia środkowopolskiego.

Poziom czwartorzędowy najpłycej występuje **w dolinie Odry** – w tym na Międzyodrze i w obrębie równiny rzeczno-rozlewiskowej rozciągającej się na północ od krawędzi Wzgórz Bukowych, wzdłuż wschodniego brzegu jeziora Dąbie. Poziom ten budują holoceniowe piaski i żwiry rzeczne, oddzielone od powierzchni terenu przez miąższe osady organiczne. W obrębie równiny rzeczno-rozlewiskowej utwory tego poziomu przeważnie nie są oddzielone od powierzchni terenu. Strop poziomu użytkowego występuje na głębokości od 6 do 10 m p.p.t. opadając w kierunku północnym, zaś miąższość miejscami osiąga 35 m. Poziom wód gruntowych zalega tu bardzo płytko (najczęściej 0,3 – 0,8 m p.p.t.). W okresach cofki wód morskich, obszar ten jest okresowo zalewany. Jest to obszar narażony na podtopienia.

Plejstoceniowy poziom wodonośny występuje dość płytko i jest związany z **rynną Głębokiego** i rozciągającym się na zachód jej zachodnim przedłużeniem określanym jako **ryna Pilichowa**. Struktura ta położona jest pomiędzy Wzgórzami Warszawskimi a Wałem Stobniańskim i jest jedynym obszarem poza doliną Odry, gdzie poziom wodonośny występuje na niewielkich głębokościach, ze stropem na wysokości od 0 do 5 m n.p.m. Miąższości tej warstwy wodonośnej są znaczne, w rejonie Pilichowa sięgają nawet 50 m i więcej. Na obszarze Śródmieścia (wschodnia część rymy Głębokiego) i Równiny Gumienieckiej pierwszy poziom wodonośny związany jest z osadami wodnolodowcowymi przykrytymi przez gliny zwałowe zlodowacenia północnopolskiego. Występuje on na głębokościach 20 – 40 m p.p.t. a jego miąższość nie przekracza 20 m.

W obrębie **Wzgórz Warszawskich** użytkowy poziom wodonośny stanowią piaski i żwiry związane ze starszymi zlodowaczeniami. Układa się on na głębokościach przekraczających 40 m p.p.t. a w szczytowych partiach wzgórz sięgając nawet 70 m p.p.t. W wyniku zaburzeń glacitektonicznych poziom ten jest nieciągły. Pomimo to jest on w kontakcie hydraulicznym z poziomem wodonośnym w obrębie rynny Głębokiego i w dolinie Odry, dlatego jest intensywnie drenowany i ujmowany na obszarach okalających Wzgórz Warszawskie.

W obrębie wysoczyzny **Wzgórz Bukowych** poziom wodonośny związany jest z utworami plejstoceniowymi, jednak ze względu na występowanie na powierzchni miąższych osadów przepuszczalnych i znaczne wyniesienie terenu (do ok. 148 m n.p.m.) struktura ta pozbawiona jest płytkich wód podziemnych. Z wyjątkiem dolin erozyjnych, gdzie zwierciadło wód swobodnych układa się przeważnie poniżej 10 m p.p.t., często nawet na 20 – 30 m p.p.t. Poziom ten jest zasilany wyłącznie przez opady atmosferyczne.

Należy wspomnieć, że w wyniku zaburzeń glacitektonicznych w rejonie wysoczyzn morenowych (zwłaszcza Wzgórz Warszawskich) występują poziomy wód zawieszonych oraz liczne płytkie sączenia. Obecność utworów przepuszczalnych w obrębie warstw zaburzonych glacitektonicznie, głównie iłów oligoceniowych stwarza możliwość powstania niespodziewanego dopływu wód gruntowych do wykopów fundamentowych. Taka sytuacja może stworzyć zagrożenie dla bezpieczeństwa potencjalnych obiektów budowlanych. Dodatkowo stromo nachylone zbocza wysoczyzn, zwłaszcza w rejonie skarpy skolwińskiej, wraz ze wspomnianymi warunkami hydrogeologicznymi stwarzają dogodne warunki dla powstawania ruchów masowych.

3.3 Warunki geologiczno-inżynierskie

Warunki geologiczno-inżynierskie aglomeracji szczecińskiej są kształtowane zarówno poprzez budowę geologiczną osadów przypowierzchniowych, jak i czynnik antropogeniczny.

Pod względem geologicznym występują tu dwa główne obszary o odmiennej budowie geologicznej: plejstoceniowe wysoczyzny otaczające obszar aglomeracji od północy, zachodu i południowego wschodu oraz dolina Odry wraz z obniżeniem jeziora Dąbie. W obrębie wysoczyzn występują grunty o genezie zarówno lodowcowej jak i wodnolodowcowej oraz iły oligoceniowe. W rejonie doliny Odry natomiast dominują grunty bagienne, piaski rzeczne, grunty spoiste rzeczne oraz grunty antropogeniczne.

Grunty lodowcowe wysoczyzn plejstoceniowych zajmują niemal 30 % powierzchni aglomeracji, pokrywając znaczne obszary lewobrzeża w tym Śródmieścia a także Wzgórz Bukowych na prawobrzeżu. Utwory wodnolodowcowe występują zarówno na powierzchni terenu na wysoczyznach, a także podścielają osady holoceniowe w dolinie Odry. Iły oligoceniowe w strefach zaburzeń glacitektonicznych występują na powierzchni w obrębie Wzniesień Warszawskich oraz Wału Stobniańskiego.

Na potrzeby *Studium wykonalności* przeprowadzono wstępną klasyfikację warunków geologiczno-inżynierskich. Na podstawie warunków geologiczno-inżynierskich wydzielono (na obecnym etapie rozpoznania) trzy rejony o różnej kwalifikacji przydatności pod zabudowę. Klasyfikacja jest oparta o instrukcję wykonywania atlasów (Majer K., i in., 2012).

I - obszary o korzystnych warunkach geologiczno-inżynierskich.

W jego obrębie występują grunty lodowcowe spoiste i mało spoiste reprezentowane przez gliny lodowcowe piaszczyste i piaski gliniaste oraz grunty niespoiste (sympke), wodnolodowcowe piaski ze żwirami. Grunty spoiste należą do gruntów twaroplastycznych, półzwartych, a nawet zwartych. Grunty niespoiste natomiast są zagęszczone, suche, ze zwierciadłem wód gruntowych występującym nie płycej niż 3 m p.p.t. Deniwelacje terenu wynoszą tu od 2 do 5 m, a spadki terenu nie przekraczają 5%. Nie stwierdza się występowania zagrożeń na skutek osuwisk i zsuwów zboczowych oraz podtopień.

Obszary o korzystnych warunkach występują w sposób mozaikowy obejmując głównie centralną i południową części lewobrzeżnego Szczecina (rynną jeziora Głębokiego), obszar wysoczyzny moreny dennej (w tym Gumieńce i przyległe fragmenty gmin Kołbaskowo i Dobra) i części Niecki Niebuszewskiej oraz Wzgórz Warszawskich. Na prawobrzeżu są to wyższe partie równin rzeczno-rozlewiskowych oraz fragmenty Wzgórz Bukowych.

II - obszary o mało korzystnych warunkach geologiczno-inżynierskich.

W obrębie tych obszarów występują zarówno nośne, jak i słabonośne grunty spoiste oraz słabo zagęszczone grunty niespoiste. Są one reprezentowane przez piaszczyste i pylaste gliny oraz piaski gliniaste, podścielają one obszary tarasu zalewowego i niższych partii równin rzeczno-rozlewiskowych Odry, w tym wschodni brzeg jeziora Dąbie, a także obszary dolinek rzecznych i dolin wód roztopowych w obrębie rynny jeziora Głębokiego. Zaliczyć tu także można obszary zagłębień odpływowych i bezodpływowe obniżenia w obrębie wysoczyzn. Zwierciadło wód gruntowych występuje na głębokości od 2 do 3 m p.p.t. Często są to wody zawieszane w piaszczystych przewarstwieniach w obrębie gruntów spoistych. Wahania zwierciadła wód gruntowych wynoszą około 1 m.

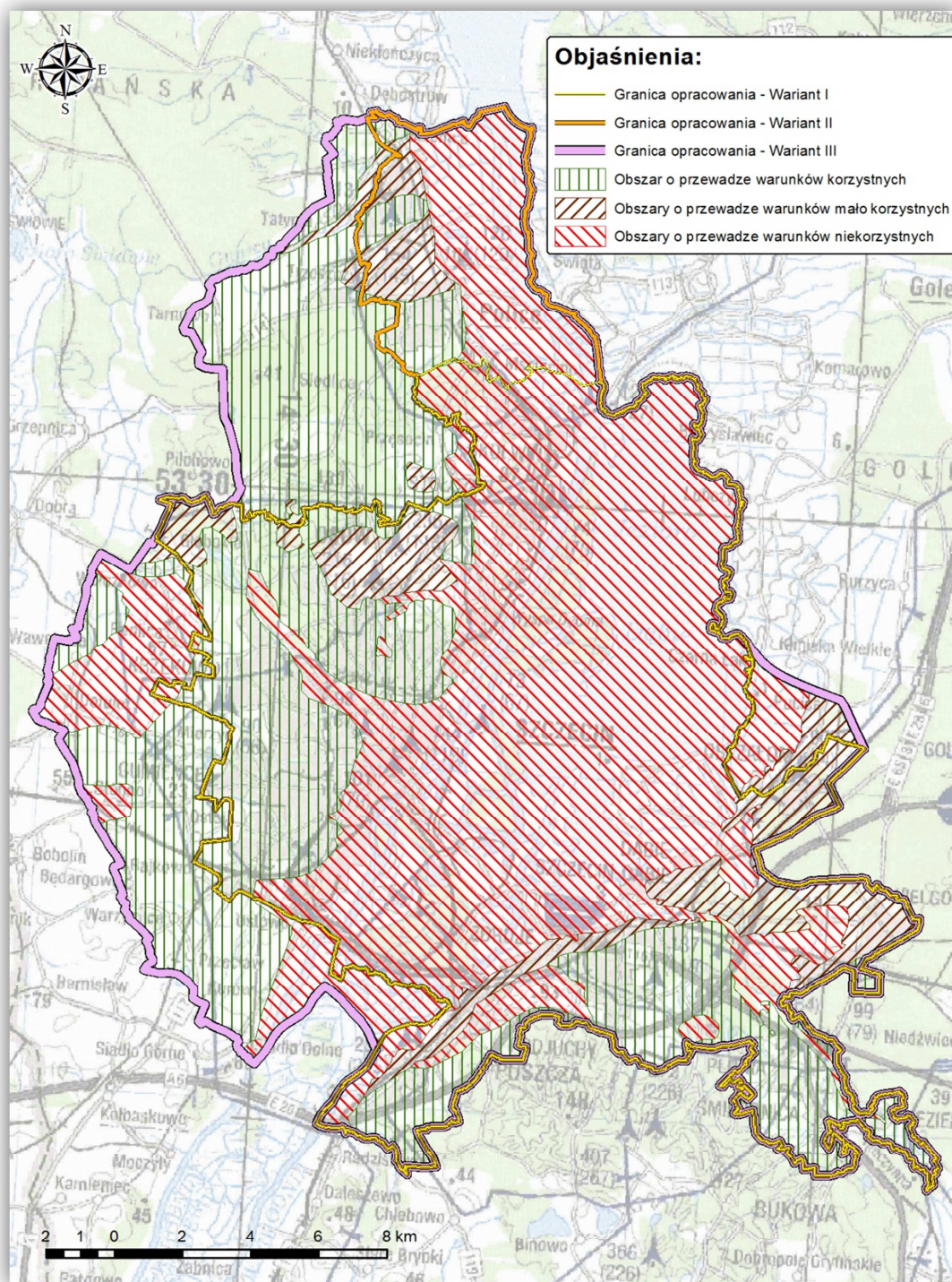
Do tego rejonu zaliczono również strefy, gdzie przy spadkach terenu niższych od wartości 5%, występują tendencje do tworzenia się podtopień przy wysokich stanach wód powierzchniowych. W takich strefach wymagane jest szczegółowe rozpoznanie warunków geologiczno-inżynierskich.

III - obszary o niekorzystnych warunkach geologiczno-inżynierskich.

Jest to obszar, gdzie występują grunty słabonośne, najczęściej grunty organiczne (torfy i namuły) oraz silnie zawodnione, luźne grunty niespoiste dolin rzecznych, tarasów rzecznych i jeziornych. Zwierciadło wód gruntowych występuje tutaj na głębokości 0,5 m p.p.t., często są to tereny zalewowe, a wody gruntowe wykazują agresywność w stosunku do betonów i stali. Do tego rejonu zaliczono również strefy, gdzie spadki terenu są większe niż 5 %.

Do rejonu o niekorzystnych warunkach zaliczono przede wszystkim całe Międzyodrze i obszary krawędziowe w dolinie Dolnej Odry. Są to tereny pierwotnie bagienne, częściowo przystosowane do zabudowy dzięki prowadzonej tu od stuleci działalności człowieka. Tereny te znajdują się bezpośrednio w sąsiedztwie centralnej części miasta i stanowią obszary portowe i przemysłowe (stocznie i inne przedsiębiorstwa).

Także obszary krawędziowe wzniesień morenowych Wzgórz Warszawskich i Wzgórz Bukowych należą do obszarów o niekorzystnych warunkach. Wynika to ze znacznych deniwelacji oraz spadków terenu przekraczających 12 % oraz występowania w poziomie posadowienia iłów oligocenских o bardzo niskim kącie tarcia wewnętrznego.



Rys. 8 Szacunkowy obraz udziału obszarów o korzystnych, mało korzystnych i niekorzystnych warunkach geologiczno-inżynierskich

Przeprowadzona wstępna ocena warunków geologiczno-inżynierskich na obszarze miasta Szczecina wskazuje, iż mamy tu do czynienia z obszarową przewagą terenów o warunkach niekorzystnych i mało korzystnych dla budownictwa. Szacowany procentowy udział obszarów o warunkach niekorzystnych (obszary podmokłe w dolinie Odry, obszary w centrum miasta podścielone przez grunty o naruszonej strukturze i przez miększe nasypy), bez powierzchni terenów znajdujących się pod wodami stojącymi lub płynącymi to 46% dla wariantu I opracowania. Dla wariantu II opracowania jest to około 45%, zaś dla wariantu III jest to niemal 39 %. Należy wziąć pod uwagę fakt, że tereny pod wodami (płynącymi i stojącymi) dla trzech wariantów opracowania zajmują odpowiednio 24, 22 i 18%. Oznacza to, że procentowy udział terenów o warunkach niekorzystnych wraz z terenami zajmowanymi przez wody jest znacznie wyższy, na przykład dla pierwszej wersji opracowania wynosi około 70 %.

Udział obszarów o warunkach mało korzystnych dla wariantu I jak i II to około 13 % natomiast dla wariantu III jest to około 9,5 %. Udział obszarów o warunkach korzystnych dla wariantu I opracowania, czyli samego miasta Szczecina to 17 %, dla wariantu II opracowania jest to niemal 20 %, zaś dla wariantu III jest to już przeszło 33 % (ryc. 6).

Przewaga terenów o mało korzystnych i niekorzystnych warunkach budowlanych, położonych między innymi w dolinie rzeki Odry to w większości obszary o skomplikowanych i złożonych warunkach gruntowych (Majer K. i in. 2012). Zgodnie z rozporządzeniem (Dz. U. 2012, nr 0, poz. 463) w obszarach dolin rzek występują skomplikowane warunki gruntowe.

3.4 Występowanie złóż kopalin

Większość surowców mineralnych występujących w obrębie proponowanego obszaru opracowania ma obecnie małe znaczenie gospodarcze. Występują tu głównie surowce skalne i energetyczne. Większość z nich była eksploatowana w drugiej połowie XIX w. oraz pierwszej połowie XX wieku.

Surowce energetyczne

Z surowców energetycznych w rejonie Szczecina znajdują się wychodnie wypiętrzonego glaciektonicznie miocenijskiego węgla brunatnego (formacja burowęglowa). W rejonie Płoni, Śmierdnicy oraz Jezierzyc węgiel eksploatowany był z wkładek o miąższości nieprzekraczającej 0,5 m. W latach 1858 – 1865 oraz przez kilka lat od roku 1890 w okolicach Zdrojów eksploatowany był pokład węgla brunatnego o miąższości do 8,4 m. Kopalnia „Gwiazda Północy” składała się z dwóch podziemnych sztolni o długości 200 i 300 m (każda z 14 chodnikami). W latach 1857 – 1859 w Podjuchach podobnie eksploatowany był pokład o miąższości do 1,86 m. Cienkie warstwy węgla brunatnego (do 0,8 m miąższości) występują także w rejonie Wzgórz Warszawskich na południowy-zachód od Osowa.

Surowce inne

Do najważniejszych surowców innych należą oligoceńskie ility septariowe, które zostały tu glacitektonicznie włączone w obręb wysoczyzn morenowych Wzgórz Warszawskich, Wału Stobniańskiego i Wzgórz Bukowych. Były one intensywnie eksploatowane w rejonie Skolwina, Stołczyna, Niebuszewa, Kurowa, Płoni, Podjuch, Śmierdnicy i Jezierzyc. Przed II wojną światową w obrębie Szczecina istniało 35 cegielni, których produkcja była oparta w całości o lokalne złoża iltów oligoceńskich.

W rejonie Podjuch w drugiej połowie XIX wieku na potrzeby produkcji cementu eksploatowano także wapienie margliste i margle ilaste z przewarstwieniami kredy piszącej. Eksploatacja prowadzona była metodą odkrywkową z porwaka o miąższości 45 m. Obecnie wyrobisko zajmowane jest przez jezioro Szmaragdowe otoczone przez Park Leśny Zdroje.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe występują jedynie na niewielkich obszarach w obrębie Wzgórz Warszawskich i Wzgórz Bukowych, gdzie były eksploatowane w niewielkich żwirowniach, jedynie na lokalne potrzeby. Największe złożo znajduje się w Podjuchach, jednak wyrobisko poeksploatacyjne zostało zrehabilitowane i obecnie położone jest w obrębie Parku Leśnego Zdroje.

Pokłady torfu występują obficie na terenie Międzyodrza i mają miąższość ok. 6 – 8 m. Podścielone są przez gytie o miąższości ok. 5 m. Obszar ten jednak jest chroniony pod względem przyrodniczym lub stanowi tereny portowe i przemysłowe. W rejonie jeziora Dąbie (półwyspu Załom) torf niski i przejściowy osiąga miąższość do 5,8 m. Jego zasoby są oceniane na ok. 43 mln m³, zaś gytii na ok. 2 mln m³. Jest to w większości teren rolniczy.

4 Stopień udokumentowania terenu badań

4.1 Rozpoznanie dotychczasowe

Przy opracowywaniu *Studium Wykonalności* wykorzystano i opierano się na wielu materiałach i dokumentacjach.

Wstępnie uzyskano informacje na temat szacunkowej liczby dokumentacji geologiczno-inżynierskich, które znajdują się w Narodowym Archiwum Geologicznym – NAG. Następnie oszacowano liczbę dostępnych dokumentacji w Wojewódzkim Archiwum Geologicznym w Szczecinie, w archiwach firm Geoprojekt – Szczecin, ArtGeo: GCO GeoGT: N-Geo i innych.

Według informacji uzyskanych w listopadzie 2013 w archiwum Geoprojektu-Szczecin, znajduje się ponad 2790 opracowań (w tym dokumentacji) geologicznych i geotechnicznych z obszaru miasta Szczecina oraz 400 opracowań dla miasta Police. Narodowe Archiwum Geologiczne natomiast jest w posiadaniu 500 dokumentacji geologiczno-inżynierskich z obszaru miasta Szczecina oraz 40 z obszaru miasta Police, z czego około 350 to dokumentacje niepokrywające się z tymi, które znajdują się w archiwum Geoprojektu-Szczecin. W pozostałych archiwach spodziewana liczba dokumentacji geologiczno-inżynierskich oraz innych opracowań o tym charakterze jest nieznana. Szacunkową liczbę dostępnych opracowań archiwalnych w zależności od przyjętego wariantu przedstawiono w Tab. 1.

Ostrożny szacunek zakłada średnio do 5 punktów dokumentacyjnych (łącznie wierceń i sondowań) na dokumentację. Oznacza to, że dla wariantu I opracowania (w granicach miasta Szczecina) tylko w Narodowym Archiwum Geologicznym i w prywatnym archiwum Geoprojektu-Szczecin znajduje się ponad 16 000 punktów dokumentacyjnych. Doświadczenie autorów niniejszego opracowania pozwala założyć, że około 20% z ogólnej liczby punktów dokumentacyjnych to są sondowania, zatem należy się spodziewać co najmniej 12 800 otworów wiertniczych. Dla wariantu II (obszaru Szczecina i Polic łącznie) może być dostępne nawet 17 800 punktów dokumentacyjnych, z czego co najmniej 14 200 to wiercenia. Brak jest informacji na temat dokładnej liczby punktów dla wariantu III, który obejmuje dodatkowo zarówno tereny zamieszkałe, jak i obszary rolnicze. Spodziewane jest tutaj dużo mniejsze zagęszczenie punktów dokumentacyjnych. Zakłada się na podstawie archiwalnych opracowań, w obszarach tych około 10-15% ogólnej liczby punktów dokumentacyjnych, czyli ponad 19 750 punktów dokumentacyjnych (z czego 15 800 to otwory wiertnicze, a 3950 sondowania). Szacunkową liczbę archiwalnych punktów dokumentacyjnych (w tym otworów wiertniczych oraz sondowań) w zależności od przyjętego wariantu przedstawiono w Tab. 1.

Z powyższego szacunku wynika, że dla wariantu I przewidywane średnie zagęszczenie wynosi 42,5 otworów wiertniczych/km² (razem z sondowaniami 53,2 punkty/km²), dla drugiego wariantu opracowania jest to 42,0 otworów wiertniczych/km² (razem z sondowaniami 52,7 punkty/km²). Trzeba tutaj zaznaczyć, że w obu przypadkach znaczną część (około 30% szacowanego obszaru) zajmują wody powierzchniowe, w związku z tym na części lądowej jest spodziewane udokumentowanie nawet powyżej 60 punktów dokumentacyjnych na km² – przy założeniu, że wszystkie punkty dokumentacyjne zostały wykonane na lądzie (Tab. 1). Jeżeli przyjmie się założenie, że obszar opracowania ma skomplikowany stopień złożoności budowy geologicznej to przy takim rozpoznaniu otworami wiertniczymi można stwierdzić, że jest on wystarczająco udokumentowany (Majer K. i in. 2012).

Należy tu jeszcze dodać, że prawdopodobnie będzie można do tego rachunku doliczyć punkty dokumentacyjne wykonane przez inne przedsiębiorstwa i instytucje, nie wzięte pod uwagę przy szacowaniu prawdopodobnej, dostępnej liczby otworów.

Ze względu na częściowo rolniczy charakter terenów ujętych w III wariantcie opracowania o powierzchni 420 km², czyli znacznie większej od pozostałych dwóch wariantów (o dodatkowe 30%), należy się spodziewać nieco słabszego pokrycia punktami dokumentacyjnymi. Z doświadczenia autorów niniejszego opracowania wynika, że spodziewane średnie udokumentowanie dla całego wariantu III opracowania jest na poziomie poniżej 40 punktów/km² (Tab. 1). Podobnie jak w przypadku I i II wariantu można odliczyć od ogólnej powierzchni tereny zajęte przez wody powierzchniowe – w tym wypadku około 20%. Zatem przy założeniu, że wszystkie otwory archiwalne zostały odwiercone na lądzie średnie zagęszczenie otworów w tym wariantcie będzie wynosiło prawie 50 punktów/km² (Tab. 1).

Tab. 1 Szacunkowa liczba archiwalnych punktów dokumentacyjnych w zależności od przyjętego wariantu

	Wariant I	Wariant II	Wariant III
Powierzchnia opracowania (km²)	≈300,5	≈337,8	≈420,0
Liczba opracowań archiwalnych (-)	≈3000	≈3200	>3200
Liczba archiwalnych punktów dokumentacyjnych (-)	≈16 000	≈17 800	≈19 750
Liczba archiwalnych sondowań (-)	≈3200	≈3600	≈3950
Liczba archiwalnych otworów wiertniczych (-)	≈12 800	≈14 200	≈15 800
Stopień udokumentowania: Zagęszczenie archiwalnych punktów dokumentacyjnych (punkty/km²)	≈53	≈52	≈40
Stopień udokumentowania: Zagęszczenie archiwalnych punktów dokumentacyjnych bez obszarów wód powierzchniowych (punkty/km²)	>60	>60	≈45

Należy także wziąć pod uwagę, że fragmenty gmin sąsiadujących ze Szczecinem (np.: Kołbaskowo i Dobra) z pewnością charakteryzują się nierównomiernym rozkładem punktów badawczych, zatem obszary obecnie zajmowane głównie przez pola uprawne mogą wymagać dodatkowych prac geologicznych. W większości te tereny powinny charakteryzować się względnie korzystnymi warunkami geologiczno-inżynierskimi (obszar wysoczyzny moreny dennej i pokryte przez osady wodnolodowcowe).

4.2 Dodatkowe prace uszczegóławiające stopień udokumentowania terenu badań

Jednym z podstawowych celów i efektów przy tworzeniu atlasów geologiczno-inżynierskich oraz oceny warunków geologiczno-inżynierskich jest stworzenie modelu geologicznego. Model geologiczny opracowywany już od pierwszego etapu prac nad BDGI i atlasem, w miarę zdobywania informacji (dokumentacje i otwory archiwalne, badania terenowe i laboratoryjne, geofizyka) powinien podlegać ciągłej aktualizacji. W efekcie uzyskiwany jest coraz dokładniejszy, coraz bardziej zbliżony rzeczywistości model geologiczny dostosowany do dokładności rozpoznania, czyli stopnia udokumentowania modelu geologicznego.

Na każdym etapie, od samego początku tworzenia BDGI oraz atlasów bardzo ważna jest interpretacja otworowych danych archiwalnych (różnego rodzaju karty otworów oraz dokumentacje geologiczne – geologiczno-inżynierskie, złożowe, geotechniczne itp.), które tworzyć będą podstawę dla bazy danych otworowych. Jednak oprócz tego osiągnięcie zamierzonego celu wymagać będzie niejednokrotnie dodatkowych prac. W tym prac geologicznych.

Na terenach zurbanizowanych zazwyczaj występuje bardzo dobre udokumentowanie obszaru opracowania otworami wiertniczymi i sondowaniami. Jednak bardzo często punkty dokumentacyjne są rozłożone nierównomiernie i na niektórych obszarach zagęszczenie otworów może być niewystarczające. Ponadto granice opracowania obejmują tereny będące perspektywicznymi dla rozwoju aglomeracji a jednocześnie słabo udokumentowanymi otworami (niezagospodarowane tereny budowlane, słabe grunty orne, nieużytki).

Roboty dodatkowe powinny być przeprowadzone na terenach niedostatecznie rozpoznanych celem uzyskania właściwego modelu geologiczno-inżynierskiego obszaru objętego atlasem – w tym wypadku dla aglomeracji miasta Szczecin. Przy założeniu prostych warunków geologiczno-inżynierskich dla skali mapy 1:10 000, dla dostatecznego udokumentowania terenu wymogiem jest 20 otworów na km² (Majer K. i in. 2012). Stanowi to podstawę do przeprowadzenia prac uzupełniających. Jednak większość obszaru aglomeracji szczecińskiej położona jest w obrębie doliny rzecznej, co pozwala przyjąć nawet skomplikowane warunki gruntowe. Ponadto należy dążyć do jak najlepszego udokumentowania terenu, a więc jak największej liczby otworów badawczych na kilometr kwadratowy powierzchni. Problematicznym wydaje się też nierównomierne rozłożenie archiwalnych punktów dokumentacyjnych, gdzie ich rozkład jest dość zwarty na obszarze zurbanizowanym, poza którym znajdują się znaczne przestrzenie bez ani jednego otworu badawczego.

Przewiduje się zatem potrzebę poszerzenia wiedzy o terenie i uzupełnienie bazy danych geologiczno-inżynierskich (BDGI) o nowe dane pozyskane w terenie, szczególnie na obszarze słabo udokumentowanym. W związku z tym należy zaplanować przeprowadzenie terenowego kartowania geologiczno-inżynierskiego, wykonanie uzupełniających wierceń badawczych wraz z badaniami laboratoryjnymi próbek gruntu a także badania geofizyczne.

Kartowanie geologiczno-inżynierskie (Malinowski J., 1960) to czynności mające na celu zebranie i opracowanie graficzne wszystkich obserwacji i zjawisk geologicznych, występujących w strefie przypowierzchniowej i mających znaczenie z punktu widzenia warunków i potrzeb budowlanych. Geologiczno-inżynierskie prace kartograficzne mają w pierwszej kolejności na celu wydzielenie w podłożu gruntowym kompleksów różniących się litologicznie i genetycznie.

Kartowanie geologiczno-inżynierskie powinno być przeprowadzone ze szczególnym uwzględnieniem obszarów poza zwartą zabudową miejską w tym obszarów występowania różnego rodzaju procesów geodynamicznych oraz erozji i akumulacji w dolinach rzecznych.

Na terenach słabo udokumentowanych należy wykonać uzupełniające badania terenowe i laboratoryjne niezbędne do charakterystyki geologiczno-inżynierskiej gruntów na omawianym obszarze. Podczas typowania obszarów do dalszego rozpoznania i udokumentowania powinno się brać pod uwagę stopień udokumentowania terenu (liczba otworów na 1 km²) i równomierność rozmieszczenia punktów dokumentacyjnych oraz techniczne możliwości wykonania otworów wiertniczych.

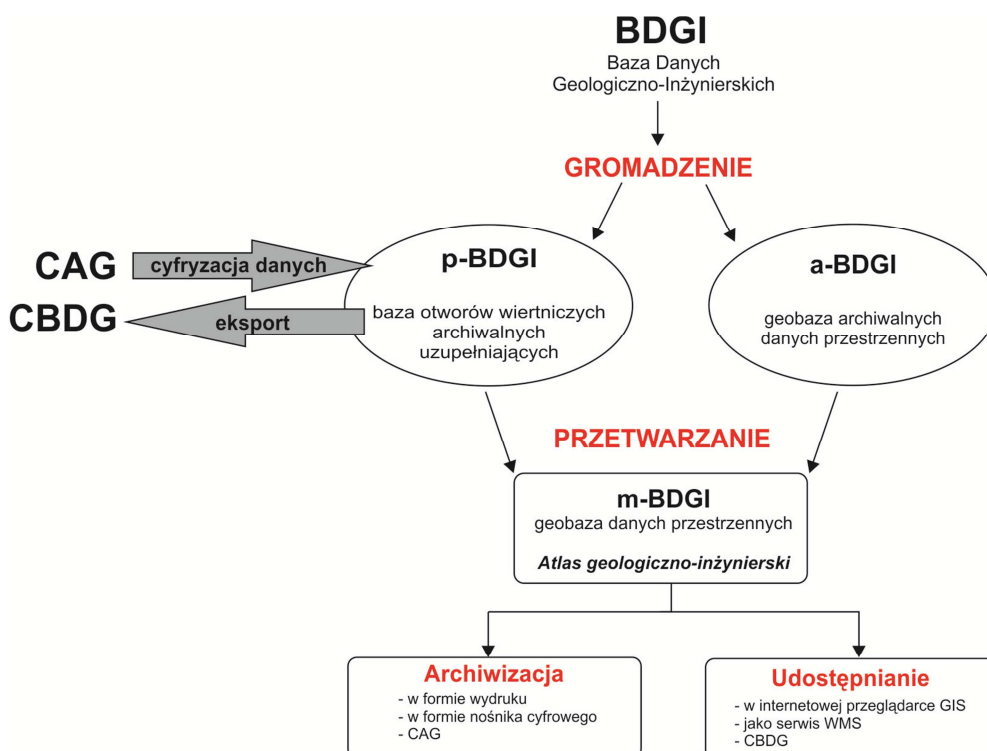
Do rozpoznania i uszczegółowienia wiedzy na temat budowy geologicznej podłoża gruntowego, jako uzupełnienie otworów wiertniczych powinny być brane pod uwagę również badania geofizyczne, zarówno archiwalne jak i wykonane na potrzeby opracowania. Badania geofizyczne przydatne są szczególnie w miejscach trudno dostępnych dla prac wiertniczych lub w miejscach w których takie prace są niemożliwe (obszary chronione, zabudowane itp.). Metody geofizyczne, można wykorzystać podczas interpretowania zależności danych pomiędzy otworami wiertniczymi. Ich dobór powinien być odpowiednio dostosowany do warunków geologicznych. Zamiennie lub równoległe powinny być wykorzystane metody elektrooporowe, sejsmiczne lub inne.

5 Możliwości osiągnięcia celu – wykonania bazy danych i atlasu geologiczno-inżynierskiego

Studium wykonalności ma na celu określenie możliwości utworzenia otworowej bazy danych geologiczno-inżynierskich (BDGI) oraz na jej podstawie wykonania Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin.

Baza danych geologiczno-inżynierskich wraz z atlasem mają być opracowane i przedstawione w wersji cyfrowej z możliwością wydruku kart otworów jak i arkuszy map atlasu. Opracowanie bazy i atlasu obejmie zbieranie, gromadzenie, analizę oraz przetwarzanie i wizualizację danych otworowych i przestrzennych.

Prace przewidziane do wykonania w ramach zadania „Baza danych geologiczno-inżynierskich wraz z wykonaniem Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin” powinny być realizowane etapowo (Rys. 9), co wynika z metodyki prac jak również z potrzeby synchronizacji przedsięwzięcia z istniejącymi już projektami wykonanymi w ramach BDGI.



Rys. 9 Schemat realizacji prac nad projektem BDGI

5.1 Gromadzenie danych otworowych wraz z utworzeniem i prowadzeniem Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) aglomeracji Szczecin.

Jest to praca polegająca na zebraniu, cyfryzacji i przetwarzaniu głównie otworowych danych geologiczno-inżynierskich – tzw. baza p-BDGI (Rys. 9), znajdujących się w dokumentacjach zgromadzonych w Narodowym Archiwum Geologicznym, archiwach firm prywatnych oraz urzędów a także pozyskanych na podstawie robót geologicznych na potrzeby opracowania a następnie udostępnianiu ich użytkownikom. Baza danych ma być zgodna z wytycznymi instrukcji pn. *Instrukcja – prowadzenie i aktualizacja Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI)* (instrukcja obecnie w trakcie opracowywania). W zakresie tego etapu przewidywany szczegółowy zakres prac jest następujący:

a) Utworzenie Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich aglomeracji Szczecin, będącej integralną częścią projektu BDGI i kompatybilnej z CBDG,

b) Prowadzenie Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich aglomeracji Szczecin polegające na:

- uzupełnianiu i aktualizacji bazy BDGI o punkty dokumentacyjne:
 - archiwalne z dokumentacji zgromadzonych na potrzeby opracowania Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin,
 - wykonane na potrzeby opracowania Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin,
- weryfikacji wprowadzonych do bazy BDGI otworów w zakresie:
 - rzędnych i współrzędnych punktów dokumentacyjnych,
 - głębokości położenia zwierciadła wód gruntowych,
 - prawidłowego wydzielenia serii geologiczno-inżynierskich,
- udostępnianie zasobów bazy BDGI użytkownikom zewnętrznym, zgodnie z opracowanymi procedurami wynikającymi z aktów prawnych i zasad uzgodnionych z Narodowym Archiwum Geologicznym wraz z zasilaniem Centralnej Bazy Danych Geologicznych (CBDG) o dane zgromadzone w bazie.

Prace związane z gromadzeniem otworów realizowane w ramach zadania będącego przedmiotem niniejszego studium będą wykonywane według instrukcji pn. *Instrukcja - prowadzenie i aktualizacja Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI)* – obecnie w trakcie opracowywania.

Wcześniej przeprowadzony przybliżony szacunek (Tab. 1) zakłada, że przy przyjęciu wariantu I opracowania (w granicach miasta Szczecina) będzie można wprowadzić do bazy danych co najmniej 12 800 otworów wiertniczych pochodzących z archiwalnych dokumentacji. Dla wariantu II (obszaru Szczecina i Polic łącznie) może być dostępne prawdopodobnie nawet 14 200 otworów wiertniczych z archiwalnych dokumentacji. Przyjęcie wariantu III, który obejmuje dodatkowo zarówno tereny zamieszkane, jak i obszary rolnicze najprawdopodobniej pozwoli na wprowadzenie do BDGI około 15 800 otworów wiertniczych zamieszczonych w archiwach prywatnych, samorządowych i przede wszystkim NAG.

W ramach prac przy przyjęciu utrzymania „dobrego” udokumentowania obszaru zakłada się, że do bazy BDGI aglomeracji Szczecin będzie wprowadzone nawet 18 030 otworów wiertniczych w przypadku przyjęcia wariantu I, 20 270 w wariacie II oraz 25 200 otworów wiertniczych w wariacie III (Tab. 2). Przy założeniu udokumentowania obszaru opracowania „wystarczającego” zakładana liczba otworów możliwych do umieszczenia w bazie BDGI w wariacie I wynosi 12 020, w wariacie II 13 520, a w wariacie III 16 800 (Tab. 2). Dla oszacowania liczby otworów przyjęto skomplikowany stopień złożoności budowy geologicznej dla całego obszaru opracowania.

W takim przypadku dla „wystarczającego” udokumentowania w wariacie I jak i II założona spodziewana liczba otworów archiwalnych powinna być wystarczająca. Natomiast w wariacie II do średniego zagęszczenia co najmniej 40 otworów/km² brakuje około 1000 profili wiertniczych. Dla „dobrego” udokumentowania w wariacie I do średniego zagęszczenia co najmniej 60 otworów/km² należy dodać ponad 5000 otworów, dla wariantu II ponad 6000, a dla wariantu III już ponad 9000 otworów wiertniczych.

Dodatkowe prace dokumentacyjne powinny być przeprowadzone przede wszystkim na terenach niedostatecznie rozpoznanych i o nierównomiernym rozłożeniu punktów dokumentacyjnych, dzięki czemu będzie możliwe uzyskanie właściwego modelu geologiczno-inżynierskiego. W związku z tym niezbędne jest przeprowadzenie terenowego kartowania geologiczno-inżynierskiego („zdjęcie geologiczno-inżynierskie”) oraz zaplanowanie wierceń badawczych wraz z badaniami laboratoryjnymi próbek gruntu i wody, a także prace geofizyczne, będące badaniami uzupełniającymi i uszczegóławiającymi informację o budowie geologicznej obszaru opracowania.

Podczas kartowania geologiczno-inżynierskiego powinno się szczególnie uwzględnić obszary słabo udokumentowane, przede wszystkim poza terenami zurbanizowanymi oraz obszary występowania procesów geodynamicznych (antropogeniczne zaburzenia warunków naturalnych, osuwiska) biorąc jednocześnie pod uwagę erozję jak i akumulację w dolinie rzeki Odry.

Zakres czynności przy kartowaniu geologiczno-inżynierskim powinien obejmować:

- identyfikację i opis litologiczno-strukturalny odsłoneń naturalnych i sztucznych (wkopy) w dowiązaniu do charakterystyki genetyczno-geomorfologicznej (doliny rzeczne, wysoczyzny morenowe itp.);
- identyfikację przejawów wód gruntowych (źródła, wysięki, podmokłości i zabagnienia), a także zasięg stanów wód powierzchniowych (stany powodziowe, podtopienia, strefy intensywnego odwadniania, zabudowa ochronna);
- identyfikację i dokumentowanie form geomorfologicznych z uwzględnieniem form antropogenicznych;
- identyfikację i dokumentowanie procesów geodynamicznych (np.: leje i zapadliska, szczeliny i progi terenowe, kras, osuwiska, osiadanie zapadowe w lessach, sufozja, erozja, abrazja itp.);
- identyfikację oraz dokumentowanie zjawisk i procesów antropogenicznych (np.: niecki osiadań itp.);
- wyznaczenie bądź skorygowanie granic wydzieleń geologicznych i stref rejonizacji geologiczno-inżynierskiej w oparciu o kryteria geomorfologiczne, litologiczne i hydrogeologiczne celem charakterystyki serii geologiczno-inżynierskich budujących podłoże gruntowe.

Profile otworów badawczych wykonanych podczas kartowania geologiczno-inżynierskiego powinny znaleźć się w bazie BDGI. Zagęści to siatkę wierceń na analizowanym obszarze, co uzupełni wiedzę na temat płytkiej budowy geologicznej.

Na terenach słabo udokumentowanych poza kartowaniem geologiczno-inżynierskim należy także wykonać uzupełniające badania terenowe i towarzyszące im badania laboratoryjne. Są one niezbędne do charakterystyki modelu geologicznego wraz z określeniem warunków geologiczno-inżynierskich obszaru objętego opracowaniem. Dodatkowe roboty geologiczne i prace wiertnicze oraz inne specjalne badania i obserwacje mają na celu rozpoznanie fizycznych i mechanicznych właściwości gruntów.

Podczas typowania obszarów do dalszego rozpoznania i udokumentowania należy wziąć pod uwagę przede wszystkim stopień udokumentowania oraz techniczne możliwości wykonania otworów badawczych. Z poniższej tabeli wynikałoby, że liczba możliwych do pozyskania otworów archiwalnych będzie wystarczająca dla odpowiedniego udokumentowania obszaru Wariantu I oraz Wariantu II. Jednak równomierność rozmieszczenia otworów archiwalnych jest także bardzo istotna podczas planowania prac nad lepszym rozpoznaniem terenu i bardziej szczegółowym udokumentowaniem obszaru opracowania. Na podstawie doświadczenia autorów należy oczekiwać nierównomiernego rozkładu położenia archiwalnych otworów badawczych nie tylko w Wariacie III, ale i w dwóch pozostałych. Powinno się zatem zaplanować podczas projektowania robót prace uzupełniające w miejscach, które nie będą udokumentowane archiwalnym otworem wiertniczym.

Tab. 2 Liczba niezbędnych otworów do zapewnienia odpowiedniego rozpoznania terenu w zależności od przyjętego stopnia udokumentowania i wariantu opracowania (Majer i in., 2012)

	Wariant I	Wariant II	Wariant III
Powierzchnia (km²)	≈300,5	≈337,8	≈420,0
Spodziewana liczba archiwalnych otworów wiertniczych (-)	≈12 800	≈14 200	≈15 800
Liczba otworów przy stopniu udokumentowania 60 otworów/km² (dobre udokumentowanie terenu)	18 030	20 270	25 200
Liczba brakujących otworów dla zapewnienia dobrego udokumentowania terenu	5230	6070	9400
Ogólna liczba otworów przy stopniu udokumentowania 40 otworów/km² (wystarczające udokumentowanie terenu)	12 020	13 520	16 800
Liczba brakujących otworów dla zapewnienia wystarczającego stopnia udokumentowania terenu	liczba otworów archiwalnych wystarczająca	liczba otworów archiwalnych wystarczająca	1000

Niezwykle istotne mogą okazać się wyniki badań geofizycznych. Geofizyka inżynierska wspomaga geologów inżynierskich w budowaniu modelu geologicznego. Odpowiednio zaplanowanie prace geofizyczne uzupełnią rozpoznanie terenu uszczegóławiając wiedzę na temat struktury i budowy geologicznej obszaru opracowania.

Otwory archiwalne oraz nowe, specjalnie odwiercone dla potrzeb realizacji Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin będą gromadzone w obrębie scalonej i spójnej z CBDG Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich. Idea gromadzenia otworów geologiczno-inżynierskich w BDGI zakłada, że wszystkie realizowane w ramach prac PSG atlasy geologiczno-inżynierskie, w tym omawiany atlas aglomeracji Szczecin, stanowią podzbiory danych BDGI - tzw. projekty. Mają one homogeniczną strukturę tabel i są oparte o ujednoczone w całym zasobie BDGI i CBDG słowniki: litologii, genezy, stratygrafii i lokalizacji. W ramach BDGI występuje również wspólny dla wszystkich atlasów słownik serii geologiczno-inżynierskich, który jest podstawą wyświetlania i wydruku kart otworów geologiczno-inżynierskich w przeglądarce otworowej CBDG ze stron internetowych PIG-PIB (<http://atlasy.pgi.gov.pl>).

Dzięki jednolitej metodyce wprowadzania otworów geologiczno-inżynierskich zasób gromadzonych w ten sposób danych geologicznych nadaje się do prowadzenia zaawansowanych analiz przestrzennych GIS, generowania szerokiego spektrum map tematycznych oraz efektywnego publikowania danych otworowych i map poprzez strony internetowe, m.in. na geoportalu CDBG oraz BDGI, a także w postaci usług WMS.

5.2 Gromadzenie wektorowych i rastrowych danych przestrzennych dla opracowania Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin.

Celem opracowania atlasu geologiczno-inżynierskiego jest stworzenie zbioru cyfrowych map tematycznych opracowywanych w systemie GIS, opartych na syntezach i analizach geoprzestrzennych przeprowadzonych na podstawie informacji zawartych w bazie danych oraz dostępnych, archiwalnych danych przestrzennych. Mapy atlasu mają charakteryzować się warstwowym układem treści w postaci cyfrowych warstw informacyjnych. Wszystkie warstwy łącznie stanowią możliwie pełną dostępną informację o terenie. Atlas wykonuje się na podstawie odpowiednio wykonanej bazy danych otworowych – p-BDGI oraz bazy danych przestrzennych, zarówno wektorowych jak i rastrowych – m-BDGI (Rys. 9).

Przy tworzeniu map należy wykorzystać podkłady topograficzne w skalach 1:10 000, 1:50 000 oraz 1:100 000 dla odpowiednich arkuszy map. Należy też wykorzystać bazę danych obiektów topograficznych (BDOT) dedykowanej dla skali 1:10 000 dla rejonu opracowania, numeryczny model terenu (DMT) oraz wszelkie inne produkty/warstwy mogące wnieść wkład w zawartość i ostateczny kształt atlasu. Materiały są do pozyskania w Centralnym Ośrodku Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (CODGiK) i mogą być wykorzystane wyłącznie za jego pozwoleniem. Wszystkie podkłady topograficzne muszą być przystosowane (skalibrowane) i przedstawiane w układzie współrzędnych prostokątnych PL-1992 (dawniej PUWG-1992) co jest zgodne z rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych.

Dostęp do aktualnych informacji o złożach, gospodarce surowcami, a także obszarach i terenach górniczych oraz koncesjach oferuje „System Gospodarki i Ochrony Bogactw Mineralnych MIDAS”. Jest to podstawowe źródło wiedzy i danych wektorowych o surowcach mineralnych Polski oraz eksploatacji złóż. Wszelkie materiały zawarte w systemie „MIDAS” są udostępniane przez Państwową służbę geologiczną (PSG).

Bieżące dane cyfrowe na temat Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP), użytkowych poziomów wodonośnych oraz stanie wód podziemnych w zakresie ich jakości i ilości, są w posiadaniu Państwowej służby hydrogeologicznej (PSH).

Aktualne informacje związane z obszarami chronionymi są do pozyskania na stronie internetowej Geoserwis (<http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy>) Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska (GDOŚ), która odpowiada za realizację polityki ochrony środowiska między innymi w zakresie zarządzania ochroną przyrody. GDOŚ prowadzi centralny rejestr form ochrony przyrody i jest dysponentem danych wektorowych i rastrowych (warstw referencyjnych) dotyczących ochrony środowiska (m.in.: rezerваты, parki narodowe, obszary Natura 2000).

Ze względu na swoją treść, opracowania takiego rodzaju jak atlasy geologiczno-inżynierskie są bardzo przydatne w planowaniu przestrzennym. Jednocześnie dla stworzenia atlasu niezbędna jest informacja o obecnym zagospodarowaniu przestrzennym jak i o kierunkach rozwoju urbanistycznego. Przy tworzeniu atlasu należy się opierać o miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego (MPZP) oraz studia uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego (SUIKZP). Wszelkie materiały dotyczące zagospodarowania przestrzennego są do pozyskania (o ile to możliwe w wersji wektorowej) z urzędów miejskich miasta Szczecina i Police oraz wszystkich urzędów gminnych, które obejmie obszar opracowania.

Atlas geologiczno-inżynierski, jako opracowanie interdyscyplinarne powinien brać pod uwagę wszelkie możliwe elementy środowiska, które będą elementem analiz geoprzestrzennych. Należy zatem pozyskać wszelkie warstwy informacyjne zawierające elementy środowiska, będące jednocześnie istotnymi w analizie geologiczno-inżynierskiej dla aglomeracji Szczecin. Część takich informacji znajduje się w zasobach Państwowej służby geologicznej, Są to m.in. takie dane jak: informacje o terenach zagrożonych podtopieniami, baza Systemu Osłony Przeciwosuwiskowej (SOPO).

W opracowaniu powinno się także umieścić zarówno dane o obiektach stanowiących zagrożenie dla środowiska naturalnego, ludzi i obiektów dziedzictwa kulturowego. Te informacje są najczęściej dostępne w odpowiednich jednostkach administracyjnych tj: urzędach miejskich i gminach objętych opracowaniem.

5.3 Opracowanie Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin w skali 1:10 000.

Idea tworzenia cyfrowych atlasów geologiczno-inżynierskich aglomeracji miejskich obejmuje stworzenie zespołu map tematycznych oddających możliwie najpełniejszą informację o warunkach geologiczno-inżynierskich danego obszaru. Rodzaj i liczba map tematycznych Atlasu zależy od przyjętej idei, wynikającej przede wszystkim z charakteru budowy geologicznej, obecnej i przewidywanej infrastruktury oraz problematyki regionalnej.

Według instrukcji (Majer i in., 2012) do podstawowych map traktowanych jako obligatoryjne w każdym atlasie geologiczno-inżynierskim aglomeracji miejskiej należą:

- mapa lokalizacyjna w skali 1:100 000,
- mapa dokumentacyjna w skali 1:10 000,
- mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 1 m p.p.t. w skali 1:10 000,
- mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t. w skali 1:10 000,
- mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 4 m p.p.t. w skali 1:10 000,
- mapa położenia pierwszego nawierconego zwierciadła wód podziemnych w skali 1:10 000
- mapa warunków budowlanych na głębokości 2m p.p.t. w skali 1:10 000,
- mapa zagospodarowania powierzchni terenu w skali 1:10 000,
- mapa terenów zagrożonych i wymagających ochrony w skali 1:10 000,
- mapa geomorfologiczna w skali 1:10 000,
- mapa zakresu udokumentowania w skali 1:100 000.

Ze względu na elementy związane z problematyką regionu i dedykowanych dla aglomeracji Szczecina prawdopodobnie będzie należało wykonać takie mapy jak:

- mapa gruntów antropogenicznych w skali 1:10 000,
- mapa gruntów słabych w skali 1:10 000,
- mapa stropu podłoża podczwartorzędowego w skali 1:10 000,
- mapa hydroizohips i/lub głębokości zwierciadła w skali 1:10 000.

W zależności od problematyki napotkanej podczas wykonywania prac nad atlasem związanej z podłożem gruntowym aglomeracji Szczecin (np.: występowanie gruntów słabych) mogą powstać inne mapy tematyczne.

Oprócz opracowania map konieczne jest przedstawienie modelu geologicznego za pomocą przekrojów geologiczno-inżynierskich, co pozwoli zobrazować model geologiczny obszaru opracowania. Liczba, długość oraz przebiegi przekrojów powinny być dobrane tak, aby mogły oddać złożoność budowy podłoża gruntowego. Ze względu na charakter aglomeracji szczecińskiej zakłada się wykonanie 6 przekrojów: 2 o przebiegu równoleżnikowym, 2 o przebiegu południkowym oraz po jednym o kierunkach SW-NE i NW-SE.

Ponadto atlas będzie zawierać opracowanie tekstowe, które jest zazwyczaj integralną częścią atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji miejskiej. Część tekstowa opisuje budowę podłoża i problematykę związaną z rejonem Atlasu, oraz zakres prac wykonanych na rzecz opracowania. Stanowi także objaśnienia do jego części graficznej.

Prace nad Atlasem realizowane w ramach zadania będącego przedmiotem niniejszego studium będą wykonywane według instrukcji będącej obecnie w trakcie opracowywania pn.: *"Instrukcja wykonywania Atlasów geologiczno-inżynierskich w skali 1:10 000"*, która zaktualizuje instrukcję pn.: *„Atlasy geologiczno-inżynierskie dla miast - Instrukcja wykonywania techniką komputerową"* (Dubaj-Nawrot J.i in., 2005).

5.4 Udostępnienie Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin w skali 1:10 000.

Jednym z celów wykonywania atlasów geologiczno-inżynierskich aglomeracji miejskich jest szeroki i prosty dostęp do bazy danych i map tematycznych atlasów. Atlas ma być użyteczny dla administracji państwowej, rządowej i samorządowej oraz dla sektorów gospodarki związanych z przemysłem, budownictwem i usługami, a także dla inwestorów, mieszkańców aglomeracji i geologów. Całe opracowanie należy przystosować w końcowym etapie do zwizualizowania w sieci map tematycznych, poszczególnych cyfrowych warstw i kart otworów za pomocą serwisów WMS bądź WFS.

Całe opracowanie Atlasu aglomeracji Szczecin (część graficzna i tekstowa) wraz z bazą danych będzie dostępna przez strony internetowe i odpowiednie serwisy Państwowej służby geologicznej np.: <http://atlasy.pgi.gov.pl>.

5.5 Oszacowanie kosztów wykonania Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin w skali 1:10 000.

Wstępny koszt prac związanych z opracowaniem atlasu oszacowano na podstawie rozeznania rynku oraz analizy umów realizowanych przez PSG w ostatnim czasie. Poza wielkością powierzchni opracowania, koszt także zależy od stopnia udokumentowania, co uwarunkuje liczbę i głębokość otworów badawczych niezbędnych do wykonania atlasu.

Przyjęto, że opracowanie Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin będzie obejmować:

- pracę zespołu osób przez okres 36 miesięcy – przyjęto, że koszt Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin wyniesie 1600 zł/km² z czego:
 - koszt utworzenia geobazy danych przestrzennych wraz z opracowaniem Atlasu geologiczno-inżynierskiego wyniesie 1500 zł/1 km²,
 - koszt udostępnienia i archiwizacji wyniesie 100 zł/km²,
- wiercenia badawcze i badania laboratoryjne:
 - koszt 1 mb wiercenia mechanicznego wyniesie 150 zł/mb,
 - koszt 1 mb sondowania parametrycznego wyniesie 150 zł/mb,
 - koszt badań właściwości fizycznych gruntu wyniesie 200 zł/otwór - komplet badań,
 - koszt badań właściwości mechanicznych gruntu wyniesie 2500 zł/ wydzieloną warstwę (serię geologiczno-inżynierską) - komplet badań,
- inne niezbędne prace:
 - koszt pozyskania i wprowadzenia do bazy BDGI otworu archiwalnego 35-40 zł/otwór badawczy,
 - koszt kartowania geologiczno-inżynierskiego 600 zł/ km²,
 - koszt badań geofizycznych (tomografia elektrooporowa 5000 zł/km bieżący,

Podczas prac nad atlasem już w fazie wstępnej powinno się rozpoznać stopień równomierności rozmieszczenia archiwalnych punktów dokumentacyjnych. Będzie to ważne w wyznaczeniu liczby otworów wiertniczych do wykonania na potrzeby Atlasu. Przyjmuje się wykonanie uzupełniających otworów wiertniczych o głębokościach 2, 4 i 6 m (średnio 4 m).

Tab. 3 Zestawienie przybliżonych kosztów sporządzenia Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin dla III wariantów opracowania

	Wariant I	Wariant II	Wariant III
<i>Powierzchnia obszaru opracowania (km²)</i>	≈300,5	≈337,8	≈420,0
Utworzenie geobazy danych i opracowanie atlasu geologiczno-inżynierskiego - 1500zł/km² (zł)	450 750,00	506 700,00	630 000,00
Udostępnienie oraz archiwizacja bazy danych i atlasu geologiczno-inżynierskiego - 100 zł/km² (zł)	30 050,00	33 780,00	42 000,00
Kartowanie geologiczno-inżynierskie - 600zł/km².(zł)	180 300,00	202 680,00	252 000,00
<i>Spodziewana liczba archiwalnych otworów wiertniczych (-)</i>	≈12 800	≈14 200	≈15 800
Pozyskanie i wprowadzenie do BDGI otworu archiwalnego - 40zł/otwór (zł)	512 000,00	568 000,00	632 000,00
<i>Przewidywana liczba uzupełniających otworów wiertniczych dla zapewnienia równomiernego ich rozmieszczenia (-)</i>	1000	1250	1500
<i>Przewidywany metraż uzupełniających otworów wiertniczych dla zapewnienia równomiernego ich rozmieszczenia (m)</i>	4000	5000	6000
Wykonanie wierceń mechanicznych (otworów wiertniczych) - 150zł/mb (zł)	600 000,00	750 000,00	900 000,00
<i>Liczba przewidywanych sondowań parametrycznych (-)</i>	300	375	450
Wykonanie sondowań parametrycznych - 150zł/mb (zł)	45 000,00	56 250,00	67 500,00
<i>Przewidywany metraż badań geofizycznych (m)</i>	90 000	95 000	115 000
Badania geofizyczne - tomografia elektrooporowa - 5zł/mb (zł)	450 000,00	475 000,00	575 000,00
Badania właściwości fizycznych gruntu - 200zł/otwór (zł)	200 000,00	250 000,00	300 000,00
Badania właściwości mechanicznych gruntu 2500zł/warstwę - ≈ 25 serii geologiczno-inżynierskich (zł)	62 500,00	62 500,00	62 500,00
Sumaryczny koszt wykonania Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin	2 530 600,00	2 904 910,00	3 461 000,00

Koszt wykonania Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin będzie zależny od przyjętego wariantu opracowania (Tab. 3). W powyższym zestawieniu tabelarycznym przyjęto średnie ceny usług i prac kameralnych z roku 2013. Zestawiono powierzchnię wariantów opracowania i przewidywaną do wykonania liczbę otworów wiertniczych niezbędnych do realizacji atlasu. Uwzględniono także wykonanie sond parametrycznych i badań geofizycznych.

6 Podsumowanie

Celem wykonania Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin jest zebranie i uporządkowanie danych geologicznych oraz opracowanie w formie cyfrowej map geologiczno- inżynierskich. Efektem pracy będzie cyfrowa baza danych otworów zawierająca zbiór ujednoczonych informacji geologicznych i geologiczno-inżynierskich obszaru aglomeracji szczecińskiej oraz zbiór map w formie Atlasu geologiczno-inżynierskiego. Wyniki pracy będą ogólnie dostępne poprzez stronę <http://atlasy.pgi.gov.pl>.

Mapy Atlasu będą stanowić użyteczny materiał dla administracji państwowej, rządowej i samorządowej oraz dla sektorów gospodarki związanych z przemysłem, budownictwem i usługami, a także dla inwestorów, mieszkańców aglomeracji i geologów. Władze samorządów terytorialnych aglomeracji szczecińskiej uzyskają źródło danych, które stanowią podstawę planowania przestrzennego i podejmowania decyzji inwestycyjnych związanych między innymi z infrastrukturą budowlaną, zgodnie z Krajową Polityką Miejską i Koncepcją Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030.

Realizacja tematu będzie kontynuacją prowadzonego przez PSG tematu BDGI. Przewiduje się, że realizacja Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji Szczecin będzie prowadzona w latach 2017-2020 jako zadanie stałe, realizowane w ramach zadań Państwowej Służby Geologicznej.

7 Literatura, akty prawne, normy

7.1 Literatura

DOBRACKA E., 1981 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Tanowo (0189), Instytut Geologiczny, Warszawa

DOBRACKA E., 1982 – Objasnienia do szczegolowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50000, arkusz Tanowo (0189), Instytut Geologiczny, Warszawa

DOBRACKA E., 1997 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objašnieniami, arkusz Tanowo (0189), Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa

DOBRACKI R., MOJSKI J.E., 1979 –Objasnienia do mapy geologicznej Polski w skali 1:200 000, arkusz Dziwnów i Szczecin, Instytut Geologiczny, Warszawa

DOBRACKI R. 1979 –Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Gryfino (0265), Instytut Geologiczny, Warszawa

DOBRACKI R., 1981 – Objasnienia do szczegolowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Gryfino (0265), Instytut Geologiczny, Warszawa

DOBRACKI R., 1980 –Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Szczecin (0228), Instytut Geologiczny, Warszawa

DOBRACKI R., 1982 – Objasnienia do szczegolowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Szczecin (0228), Instytut Geologiczny, Warszawa

DUBAJ-NAWROT J., FRANKOWSKI Z., 2005 – Atlasy geologiczno-inzynierskie dla miast - Instrukcja wykonywania techniką komputerową, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa

HOC R., FUSZARA P., 2000 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objašnieniami, arkusz Dołuje (0227), Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa

HOC R., FUSZARA P., 2000 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objašnieniami, arkusz Gryfino (0265), Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa

HOC R., FUSZARA P., 2000 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objašnieniami, arkusz Żeliszawiec (0266), Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa

KONDRACKI J., 2009 – Geografia regionalna Polski, PWN, Warszawa

KURZAWA M., 1990 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Żeliszawiec (266), Instytut Geologiczny, Warszawa

KURZAWA M., 1993 – Objasnienia do szczegolowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Żeliszawiec (0266), Instytut Geologiczny, Warszawa

MALINOWSKI J., – 1960. Geologia inzynierska, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa

MAJER K. i in., 2012 – Atlasy Geologiczno-Inzynierskie Aglomeracji Miejskich w skali 1:10 000. Instrukcja wykonywania. Państwowy instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

MATKOWSKA Z., DOBRACKA E., DOBRACKI R., 1972 – Opracowanie geologiczno-inzynierskie miasta Szczecina, Instytut Geologiczny, Szczecin

MATKOWSKA Z., 1997 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Police wraz z objašnieniami (0190), Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa

MATKOWSKA Z., 1997 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objašnieniami, arkusz Szczecin (0228), Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa,

MOJSKI J.E., 1977 – Mapa geologiczna Polski w skali 1:200 000, arkusz Szczecin, Instytut Geologiczny, Warszawa

PIOTROWSKI A., 1979 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Dołuże (0227), Instytut Geologiczny, Warszawa

PIOTROWSKI A., 1981 – Objąsnienia do szczególowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Szczecin (0227), Instytut Geologiczny, Warszawa

POŻARSKI W., 1974 – Budowa geologiczna Polski, T. 4, Tektonika cz. 1 – Niż Polski. Inst. Geol., Warszawa

RUSZAŁA M., 1986 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Wielgowo (0229), Instytut Geologiczny, Warszawa

RUSZAŁA M., 1988 – Objąsnienia do szczególowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Wielgowo (229), Instytut Geologiczny, Warszawa

WINIOWSKI Z., 2000 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusz Wielgowo (0229), Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa,

Biuro Planowania Przestrzennego Miasta w Szczecinie 2012. „Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Szczecina - załącznik nr 1 Do Uchwały Nr XVII/470/12 Rady Miasta Szczecin z dnia 26 marca 2012 r.”

7.2 Akty prawne

2008/966/WE: Decyzja Komisji z dnia 12 grudnia 2008 r. przyjmująca na mocy dyrektywy Rady 92/43/EWG wstępny wykaz terenów mających znaczenie dla Wspólnoty składających się na stepowy region biogeograficzny (notyfikowana jako dokument nr C(2008) 8066)

Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, 2014 – Krajowa Polityka Miejska – projekt I wersja (http://www.mir.gov.pl/rozwoj_regionalny/polityka_regionalna/rozwoj_miast/kpm)

UCHWAŁA Nr 239 RADY MINISTRÓW z dnia 13 grudnia 2011 r. w sprawie przyjęcia Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 (Monitor Polski 2012, Poz. 252)

USTAWA z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. 2011, nr 163, poz. 981), tekst jednolity z późniejszymi zmianami

USTAWA z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2008, nr 25, poz. 150), tekst jednolity z późniejszymi zmianami

ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczególowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. 2011, nr 288, poz. 1696),

ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 19 grudnia 2001 r. w sprawie sposobu i zakresu wykonywania obowiązku udostępniania i przekazywania informacji oraz próbek organom administracji geologicznej przez wykonawcę prac geologicznych (Dz. U. 2001, nr 153, poz. 1781),

ROZPORZĄDZENIE Ministra Transportu, Budownictwa I Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012, nr 0, poz. 463),

7.3 Normy

- PN-B-02480:1986 Grunty budowlane. Określenia, symbole i podział gruntów,
- PN-B-02481:1998 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar,
- PN-B-04452:2002 Grunty budowlane. Badania polowe,
- PN-B-04481:1988 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu,
- PN-EN 1997-1:2008 Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne,
- PN-EN 1997-1:2008/ApZ Załącznik krajowy NA – postanowienia krajowe w zakresie przedmiotowym EN 1997-1: 2004
- PN-EN 1997-2:2009 Projektowanie geotechniczne – Część 2: Badania podłoża gruntowego.

7.4 Strony internetowe

<http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/>

http://www.mir.gov.pl/rozwoj_regionalny/polityka_regionalna/rozwoj_miast/kpm

<http://midas.pgi.gov.pl>

<http://otworywiertnicze.pgi.gov.pl/>