

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

**OBJAŚNIENIA
DO MAPY GEOŚRODOWISKOWEJ POLSKI**

1:50 000

Arkusz FROMBORK (31)



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

Warszawa 2009

Autorzy: Katarzyna Strzezińska*, Robert Formowicz*,
Paweł Kwecko*, Anna Pasieczna*, Hanna Tomassi-Morawiec*
Anna Wąsowicz**, Jerzy Król**,

Główny koordynator MGŚP: Małgorzata Sikorska-Maykowska*

Redaktor regionalny planszy A: Katarzyna Strzezińska*

Redaktor regionalny planszy B: Anna Gabryś-Godlewska*

Redaktor tekstu: Joanna Szyborska-Kaszycka*

* – Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

** – Przedsiębiorstwo Geologiczne PROXIMA SA, ul. Wierzbowa 15; 50-056 Wrocław

ISBN

Spis treści

I.	Wstęp (<i>K. Strzemińska</i>)	3
II.	Charakterystyka geograficzna i gospodarcza (<i>K. Strzemińska, R. Formowicz</i>)	4
III.	Budowa geologiczna (<i>K. Strzemińska</i>)	7
IV.	Złoża kopalin (<i>K. Strzemińska</i>)	10
V.	Górnictwo i przetwórstwo kopalin. (<i>K. Strzemińska</i>)	12
VI.	Perspektywy i prognozy występowania kopalin (<i>K. Strzemińska</i>)	12
VII.	Warunki wodne (<i>R. Formowicz</i>)	15
	1. Wody powierzchniowe.....	15
	2. Wody podziemne.....	16
VIII.	Strefa wybrzeża morskiego (<i>K. Strzemińska</i>).....	18
	1. Zalew Wiślany.....	18
	2. Zatoka Gdańska.....	19
IX.	Geochemia środowiska.....	20
	1. Gleby (<i>A. Pasieczna, P. Kwecko</i>).....	20
	2. Pierwiastki promieniotwórcze (<i>H. Tomassi-Morawiec</i>)	23
X.	Składowanie odpadów (<i>A. Wąsowicz, J. Król</i>).....	25
XI.	Warunki podłoża budowlanego (<i>K. Strzemińska</i>)	31
XII.	Ochrona przyrody i krajobrazu. (<i>K. Strzemińska</i>)	32
XIII.	Zabytki kultury (<i>K. Strzemińska</i>).....	39
XIV.	Podsumowanie (<i>K. Strzemińska, A. Wąsowicz, J. Król</i>)	41
XV.	Literatura	43

I. Wstęp

Arkusze Frombork Mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 (MGŚP) zostały opracowane w Oddziale Górnośląskim Państwowego Instytutu Geologicznego w Sosnowcu (plansza A) oraz w Państwowym Instytucie Geologicznym w Warszawie i w Przedsiębiorstwie Geologicznym „PROXIMA” S.A. (plansza B) w latach 2008–2009. Przy jego opracowywaniu wykorzystano materiały archiwalne i informacje zamieszczone na arkuszu Frombork Mapy geologiczno-gospodarczej Polski, w skali 1:50 000 (MGGP), wykonanym w 2003 roku w Przedsiębiorstwie Geologicznym S.A. w Krakowie (Bogacz, 2003). Niniejsze opracowanie powstało zgodnie z „Instrukcją opracowania Mapy geosrodowiskowej Polski” (Instrukcja..., 2005) na podkładzie topograficznym w skali 1:50 000, w układzie współrzędnych 1942.

Mapa geosrodowiskowa Polski zawiera dane zgrupowane w sześciu warstwach informacyjnych: kopaliny, górnictwo i przetwórstwo kopalin, wody powierzchniowe i podziemne, ochrona powierzchni ziemi (warstwy tematyczne: geochemia środowiska, składowanie odpadów), warunki podłoża budowlanego oraz ochrona przyrody i zabytków kultury. Mapa adresowana jest przede wszystkim do instytucji, samorządów terytorialnych i administracji państwowej zajmujących się racjonalnym zarządzaniem zasobami środowiska przyrodniczego. Analiza jej treści stanowi pomoc w realizacji postanowień ustaw o zagospodarowaniu przestrzennym i prawa ochrony środowiska. Informacje zawarte w mapie mogą być wykorzystywane w pracach studialnych przy opracowywaniu strategii rozwoju województwa oraz projektów i planów zagospodarowania przestrzennego, a także w opracowaniach ekofizjograficznych. Przedstawiane na mapie informacje środowiskowe stanowią ogromną pomoc przy wykonywaniu wojewódzkich, powiatowych i gminnych programów ochrony środowiska oraz planów gospodarki odpadami.

Poszczególne zagadnienia mapy opracowano na podstawie analizy materiałów archiwalnych, publikacji oraz konsultacji i uzgodnień dokonanych w urzędach marszałkowskich województw: warmińsko-mazurskiego w Olsztynie i pomorskiego w Gdańsku, urzędach wojewódzkich w Gdańsku i Olsztynie, starostwach powiatowych, urzędach miast i gmin, w Centralnym Archiwum Geologicznym w Warszawie, Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach oraz u użytkowników złóż. Zebrane informacje uzupełniono zwiadem terenowym przeprowadzonym we wrześniu 2008 roku.

Informacje dotyczące złóż kopalin zostały zamieszczone w kartach informacyjnych opracowanych dla potrzeb komputerowej bazy danych o złożach i wystąpieniach kopalin.

II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza

Obszar arkusza Frombork ograniczają następujące współrzędne geograficzne 19°30' i 19°45' długości geograficznej wschodniej oraz 54°20' i 54°30' szerokości geograficznej północnej. Obejmuje on obszar około 302 km², w tym na część lądową przypada 50 km².

Południowo-wschodnia część obszaru arkusza Frombork to fragment wybrzeża, a środkową zajmuje akwen Zalewu Wiślanego, którego szerokość w obszarze arkusza dochodzi do 9,5 km. Od wód Zatoki Gdańskiej znajdujących się w północno-zachodniej części arkusza oddziela go Mierzeja Wiślana, stanowiąca wąski pas lądu o szerokości 720–1050 m.

Pod względem administracyjnym tereny te leżą w obrębie dwóch województw – pomorskiego i warmińsko-mazurskiego. Większość obszaru arkusza Frombork znajduje się w granicach województwa warmińsko-mazurskiego, powiatów elbląskiego (gminy Tolkmicko i Frombork) i braniewskiego (gmina Braniewo). Obszar Mierzei Wiślanej i wąski (1,5–3,0 km) pas wód Zalewu Wiślanego należą do województwa pomorskiego, powiatu nowodworskiego, miasta Krynica Morska. W północno-wschodniej części arkusza przebiega granica polsko-rosyjska.

Według podziału fizycznogeograficznego (Kondracki, 2001) obszar arkusza Frombork leży w obrębie podprowincji Pobrzeża Południowobałtyckie, makroregionie Pobrzeże Gdańskie, mezoregionach: Mierzeja Wiślana, Wybrzeże Staropruskie i Równina Warmińska (fig.1).

Mierzeja Wiślana to wąski pas lądu oddzielający Zalew Wiślany od wód Zatoki Gdańskiej. Jest to piaszczysty wał z wydrami, powstały w wyniku działalności fal i dryfu przybrzeżnych piasków. Powstałe początkowo mielizny przekształcały się z czasem w szereg wysepek, które łącząc się przy współudziale wiatru utworzyły mierzeję. W rzeźbie tego terenu możemy wydzielić trzy strefy: plażę nadmorską szerokości do 70 m, strefę niewielkich wydym białych, występujących w bezpośrednim sąsiedztwie plaży oraz strefę pagórków wydmych, wydłużonych równoleżnikowo, o wysokości w granicach 30–40 m. Pomiędzy wydrami nadmorskimi, a strefą pagórków wydmych występują liczne niecki, stale lub okresowo podmokłe. Najwyższą wydumą na mierzei jest leżący poza obrębem arkusza Wielbłądzi Garb (49,5 m n.p.m.).

Wybrzeże Staropruskie jest nisko położoną równiną akumulacji rzecznej i brzegowej ciągnącą się wąskim pasem wzdłuż Zalewu Wiślanego od Zatoki Elbląskiej po ujście Pregocy. Pas ten, początkowo o kilkusetmetrowej szerokości, od Fromborka poszerza się do 4–7 km. Duże powierzchnie zajmują delty Baudy i Pasłęki. Jest to teren równinny o płytkim zaleganiu wody gruntowej, zajęty w dużej mierze przez łąki i pastwiska. Charakterystyczną jego cechą są tereny podmokłe i torfowiska.

Środkową część obszaru arkusza zajmują wody Zalewu Wiślanego. W słodko-słonych wodach Zalewu obok ryb śródlądowych żyją także niektóre gatunki ryb morskich. Brzegi Zalewu są niskie i bagniste, porośnięte trzciną i sitowiem, jedynie w rejonie na północ od Tolkmicka (Święty Kamień) brzeg jest wysoki, stromy i porośnięty mieszanym lasem.

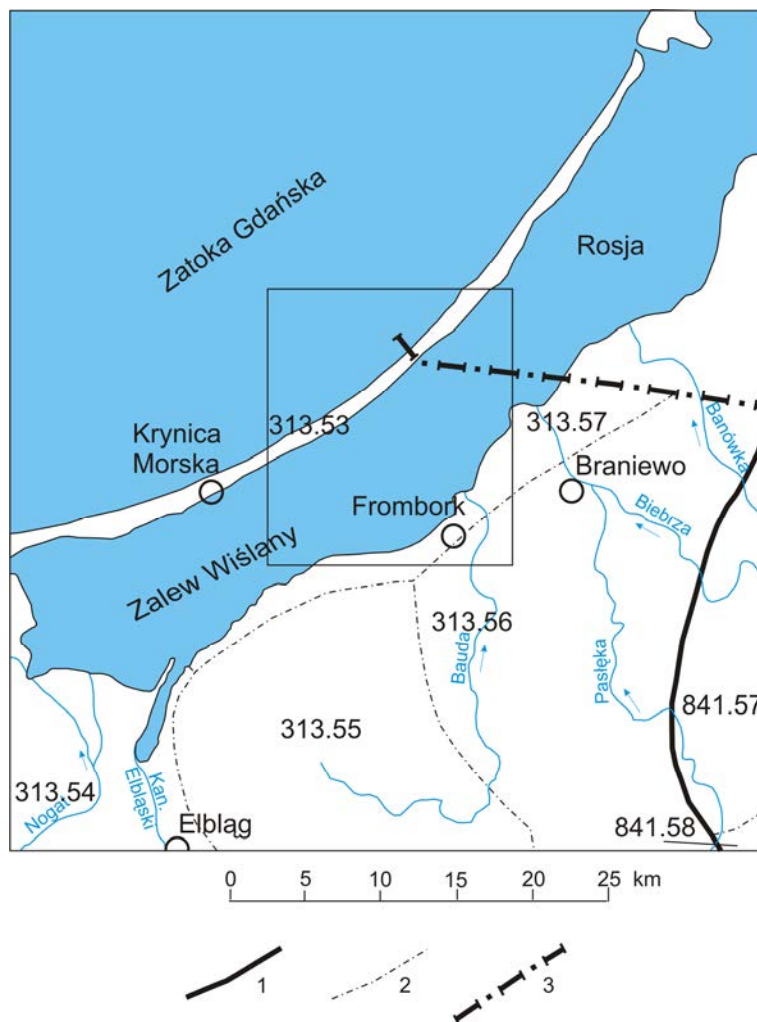


Fig. 1. Położenie arkusza Frombork na tle jednostek fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego (2001)

1 – granica prowincji, 2 – granica mezoregionu, 3 – granica państwa

Prowincja: Niż Środkowoeuropejski; podprowincja: Pobrzeża Południowobałtyckie; makroregion: Pobrzeże Gdańskie; mezoregiony: 313.53 – Mierzeja Wiślana, 313.54 – Żuławy Wiślane, 313.55 – Wysoczyzna Elbląska, 313.56 – Równina Warmińska, 313.57 – Wybrzeże Staropruskie

Prowincja: Niż Wschodniobałtycko-Białoruski; podprowincja: Pobrzeża Wschodniobałtyckie; makroregion: Nizina Staropruska; mezoregiony: 841.57 – Wzniesienie Górowskie, 841.58 – Równina Ornecka

Południowo-wschodnią część obszaru arkusza zajmuje Równina Warmińska, rozciągająca się na wschód od Wysoczyzny Elbląskiej, nad rzekami Narsą, Baudą i Pasłęką. Powierzchnia równiny pochyla się w kierunku północnym, od około 60–70 m do 20 m n.p.m. i opada stopniem terenowym do ciągnącego się wzdłuż zalewu Wiślanego Wybrzeża Staropruskiego. Ten niewielki skrawek równiny znajdujący się w obrębie obszaru arkusza pokrywają gliny zwałowe i wodnolodowcowe piaski ze żwirami.

Obszar omawianego arkusza w podziale klimatycznym (Woś, 1999) zalicza się do dzielnicy gdańskiej. Warunki klimatyczne kształtowane są przez ogólną cyrkulację powietrza charakterystyczną dla klimatu morskiego. Charakterystyczne są tu względnie małe roczne amplitudy temperatury powietrza, duża liczba dni pochmurnych jesienią i zimą, krótka, łagodna zima i silne wiatry. Najcieplejszym miesiącem jest lipiec, najzimniejszym luty. Okres wegetacyjny trwa 200-210 dni. Obserwujemy zróżnicowanie cech klimatycznych pomiędzy Mierzeją Wiślaną i nizinnymi terenami Równiny Warmińskiej i Wybrzeża. Mierzeja Wiślana charakteryzuje się krótką zimą przechodzącą w opóźnioną chłodną wiosną. Temperatura lata jest niższa od średniej krajowej, za to jesień jest długa i łagodna. Średnia roczna opadów waha się w granicach 500–550 mm. Nizinne tereny Równiny i Wybrzeża cechuje przewaga wpływów morskich jesienią i zimą oraz wpływów kontynentalnych wiosną i latem. Śnieg utrzymuje się tu dłużej, opady są obfitsze (740 mm/rok), lato jest cieplejsze.

W pasie nadmorskim i na Nizinie Warmińskiej dominują gleby brunatne. W dolinach rzecznych i na obszarach podmokłych rozwinęły się czarnoziemy zdegradowane, gleby murszowo-torfowe i torfowe, a gdzieś tam mady. Uprawia się tu głównie pszenicę, jęczmień i rzepak. Hodowla bydła na większą skalę rozwinięta jest w pasie na wschód od rzeki Baudy, gdzie znaczne powierzchnie zajmują łąki i pastwiska. Większe kompleksy leśne porastają teren w dolinie rzecznej Baudy (lasy sosnowe), brzeg morski i pas przybrzeżny w rejonie Świętego Kamienia (lasy mieszane sosna, dąb, buk).

Mierzeja Wiślana w ponad 95% porośnięta jest lasem sosnowym. Są to głównie lasy sosnowe z domieszką dębu, buku, brzozy i olszy. W runie leśnym występuje wrzos, brusznica, turzyca i mech.

Rejon południowy jest typowo rolniczy. Dominują tu grunty orne i użytki zielone. Istniejące niegdyś w Narusie i Bogdanach PGR-y zlikwidowano. Ich tereny przejęła Agencja Rolna Skarbu Państwa i wydzierżawiła spółkom prowadzącym obecnie działalność rolną na ograniczoną skalę. Teren omawianego arkusza jest bardzo słabo zaludniony. Największym skupiskiem ludności jest Frombork (2700 mieszkańców). W mieście zasadniczo brak jest zakładów przemysłowych. Funkcjonują jedynie warsztaty rzemieślnicze, usługowe i handel i niewielki port rybacki. Znajduje się tu przystań żeglugi pasażerskiej. W letnich miesiącach czynna jest pasażerska komunikacja wodna między Fromborkiem, Elblągiem i Krynica Morską.

Obszar Mierzei ze względu na swe położenie i walory krajobrazowe ma charakter typowo rekreacyjno-wypoczynkowy, a sezon turystyczny trwa głównie latem. Jedyne miejscowości są Piaski, z niską zabudową jednorodziną i niewielkim portem rybackim.

Na obszarze objętym arkuszem mapy ludność zaopatrywana jest w wodę głównie z wodociągów komunalnych w Piaskach i we Fromborku, wyposażonych w stacje uzdatniania wody. Ścieki bytowe odprowadzane są rurociągami, bądź odwożone wozami asenizacyjnymi do oczyszczalni ścieków – mechaniczno-biologicznej w Piaskach (bez usuwania związków biogenych) i mechanicznej we Fromborku. Odpady komunalne składowane są na składowisku gminnym, położonym na południe od Fromborka, a z Mierzei Wiślanej wywożone poza jej obszar.

Główne szlaki komunikacyjne na arkuszu Frombork w jego części lądowej to droga krajowa nr 504 Elbląg–Frombork–Braniewo oraz droga krajowa nr 505 Frombork–Paśłek. Wzdłuż mierzei biegnie linia kolejowa łącząca Elbląg z Braniewem. Na Mierzei Wiślanej wzdłuż brzegu Zalewu biegnie droga nr 501 prowadząca do portu rybackiego w Piaskach.

III. Budowa geologiczna

Budowa geologiczna obszaru arkusza Frombork została przedstawiona na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Frombork (Rabek, 1993, 1994) wraz z objaśnieniami.

Obszar omawianego arkusza położony jest w zachodniej części syneklizy perybałtyckiej, tworzącej rozległą depresję podłoża krystalicznego platformy wschodnioeuropejskiej. Strop utworów prekambryjskich, stanowiących cokół platformy, nawiercony został w miejscowości Piaski (Mierzeja Wiślana) na głębokości 3072 m. Podłoże krystaliczne przykryte jest utworami paleozoiczno-mezozoicznymi o dużej miąższości, tworzącymi pokrywę osadową.

Najstarszymi utworami rozpoznanymi dokładniej na obszarze arkusza są osady kredy górnej (mastrycht). Utwory te, wykształcone jako piaski, margle piaszczyste i mułowce, zostały nawiercone w rejonie Nowego Wieku w lądowej części arkusza oraz na Mierzei Wiślanej, gdzie ich miąższość waha się od 300 do 411 m.

Osady trzeciorzędowe w części lądowej arkusza są reprezentowane przez piaski i mułki eocenu, oligoceńskie piaski oraz piaski, iły i mułki z soczewkami węgla brunatnego (miocen-pliocen). Miąższość tych utworów wynosi od 26 m w rejonie Nowego Wieku do ponad 60 m w okolicy Bogdan (osady trzeciorzędowe nie zostały tu przewiercone). Na Mierzei Wiślanej nawiercono jedynie oligoceńskie utwory piaszczyste.

Cały obszar omawianego arkusza przykryty jest utworami czwartorzędowymi. W zachodniej i środkowej jego części miąższość utworów czwartorzędowych waha się od 100 do 160 m i maleje w kierunku wschodnim, do 45–55 m. Na obszarze mierzei miąższość rozpoznanych utworów czwartorzędowych waha się od 37 do 135 m.

Osady plejstocenu reprezentowane są przez piaski i żwiry wodnolodowcowe, gliny zwałowe oraz piaski, żwiry, mułki rzeczne i jeziorne zlodowaceń środkowo- i północnopolskich. Osady zlodowaceń środkowopolskich nie występują na powierzchni terenu, znane są jedynie z wierceń. Są to piaski ze żwirami wodnolodowcowe i gliny zwałowe dwóch stadiałów oraz interglacialne osady rzeczne, jeziorne i morskie. Utwory zlodowaceń północnopolskich reprezentowane są przez cztery główne poziomy glin zwałowych, rozdzielone piaszczysto-żwirowymi seriami międzymorenowymi. Miąższość tych osadów jest zróżnicowana. W zachodniej części arkusza waha się w granicach 30–45 m, we wschodniej od kilku do 40 m. W budowie przypowierzchniowej południowej części, od granic arkusza aż po Frombork biorą udział głównie dolne i górne piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz gliny zwałowe fazy pomorskiej (fig. 2). Na obszarach leżących na północ od Fromborka w stropie czwartorzędu występują grubsze, kilku niekiedy kilkunastometrowe pakiety osadów holocenu. Przy ujściach Narusy i Baudy do Zalewu Wiślanego występują osady delt rzecznych. Są to przeważnie drobno- i średnioziarniste piaski z wkładkami żwirów i mułków. Miąższość ich waha się od kilku do 10 m. Większą część doliny nadzalewowej rozciągającej się na północny wschód od ujścia Baudy pokrywają torfy z przewarstwieniami iłów, mułków i piasków. Miąższość tej serii dochodzi do 7 m. Torfy i namuły torfiaste o miąższości nieprzekraczającej 2 m występują także na terenach równin wodnolodowcowych i wysoczyzny, w szeregu niewielkich zagłębień bezodpływowych. Wzdłuż brzegu Zalewu Wiślanego w pasie szerokości od kilkudziesięciu do kilkuset metrów odsłaniają się piaski jeziorne.

Na Mierzei Wiślanej dominującą rolę odgrywają osady holocenijskie przykrywające grubą, około 100 m warstwą plejstoceńskie gliny zwałowe i rzeczne utwory piaszczysto-żwirowe, zlodowaceń środkowo- i północnopolskich. Najstarszymi osadami holocenu są utwory okresu proborealno-atlantyckiego reprezentowane przez rzeczne piaski i piaski ze żwirami oraz piaski morskie. Osady piaszczyste przedziela cienka 2–3 metrowej miąższości seria ıło-wo-mułkowa.

Na południowym wybrzeżu mierzei piaski morskie miejscami zostały zastąpione piaskami jeziornymi Zalewu Wiślanego. Na piaskach morskich, których miąższość dochodzi do 10 m zalegają drobno- i średnioziarniste piaski mierzei (okres atlantycki-subatlantycki). Ich miąższość wahająca się od kilku do kilkunastu metrów jest trudna do określenia, gdyż przechodzą one stopniowo w piaski eoliczne. Te ostatnie nadbudowują Mierzeję Wiślaną na całym jej obszarze. Są one drobnoziarniste, syplkie, dobrze wysortowane i często występują w wydmach. Na całej powierzchni w mniejszym lub większym stopniu są zwydmione. Wydmy

tworzą formy paraboliczne lub wały, zgrupowane w wydłużone równoleżnikowo ciągi o wysokości do około 30 m. Występują tu dwa rodzaje wydym. Wydmy żółte, które zajmują prawie cały obszar mierzei i wydmy białe, niższe i mniejsze, występujące w bezpośrednim sąsiedztwie plaży. Plaże budują drobno- i średnioziarniste piaski z domieszką żwirików o charakterystycznych, spłaszczonych powierzchniach.

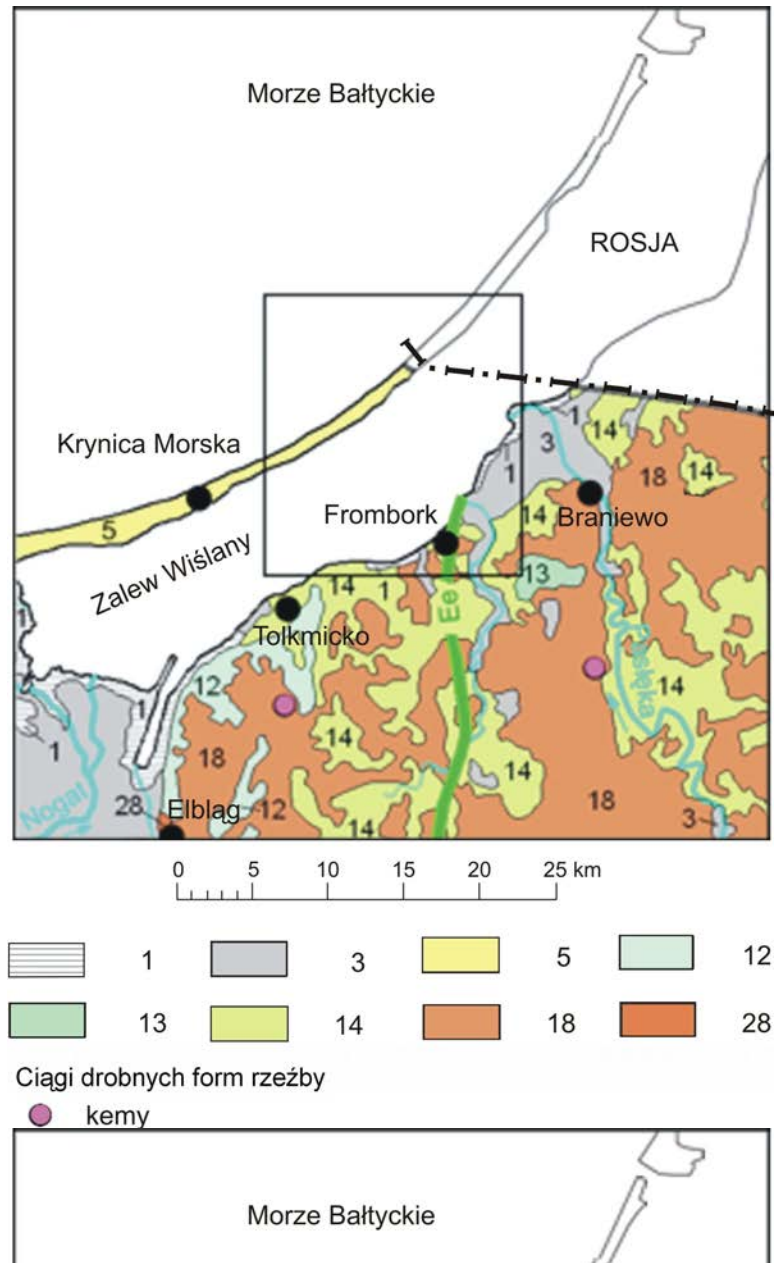


Fig. 2. Położenie arkusza Frombork na tle Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000 wg L. Marksa, A. Bera, W. Gogołka, K. Piotrowskiej (red.) (2006).

Czwartorzęd, holocen: 1 – piaski, mułki, ropy i gytie jeziorne; 3 – piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły; plejstocen, zlodowacenia północnopolskie: 5 – piaski eoliczne, lokalnie w wydmach; 12 – piaski i mułki jeziorne; 13 – ropy, mułki i piaski zastoiskowe; 14 – piaski i żwiry sandrowe; 18 – gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe; plejstocen, zlodowacenia środkowopolskie 28 – gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe

Zachowano oryginalną numerację wydziałów wg Mapy... (Marks i in. red., 2006)

Z osadami piaszczystymi górnego holocenu: piaskami mierzei, piaskami morskimi i piaskami rzecznych tarasów zalewowych wiąże się występowanie bursztynu. Jego nagromadzenia występujące na bałtyckich wybrzeżach Polski są złożami wtórnymi. Bursztyn ten pochodzi z trzeciorzędowych osadów na półwyspie Sambijskim, skąd został przemieszczony na polskie wybrzeża w czasie transgresji Morza Bałtyckiego.

Wzdłuż całego południowego brzegu Mierzei Wiślanej wąskim pasem ciągną się wystąpienia torfów i namulów torfiastych o niewielkiej miąższości nieprzekraczającej 1 m.

IV. Złoża kopalin

Na obszarze arkusza Frombork udokumentowano jedno złożo kruszywa piaszczysto-żwirowego „Frombork” (Gientka i in. red., 2008). Zostało ono udokumentowane kartą rejestracyjną na powierzchni 4,98 ha (Ponczek, 1994). Zlokalizowane jest ono na północ od miasta, przy drodze z prowadzącej z Fromborka do Pasłęka. Na jego obszarze występują plejstoceńskie piaski wodnolodowcowe, miejscami ze żwirami fazy pomorskiej zlodowaceń północnopolskich.

Na obszarze 2,30 ha w północnej i południowo-wschodniej części obszaru złożowego, w stropowych warstwach, występują piaski i żwiry o miąższości od 4,2 do 7,8 m (średnio 5,2 m). W serii tej zaznacza się wyraźne zróżnicowanie w profilu pionowym, ilość żwirów zmniejsza się w kierunku spągu. Pod serią piaszczysto-żwirową oraz na pozostałym obszarze złoża udokumentowano piaski, których miąższość waha się od 3,8 m do 11,4 m (średnio 8,8 m). Seria złożowa przykryta jest warstwą gleby i piasków zanieczyszczonych materiałem organicznym, o grubości od 0,4 do 0,8 m. Parametry jakościowe serii piaszczysto-żwirowej są następujące – punkt piaskowy (zawartość ziarn poniżej 2 mm) oscyluje w granicach 42,4–79,9% (średnio 60,5%), a zawartość pyłów mineralnych jest niewielka i mieści się w przedziale od 0,2 do 3,8% (średnio 2,0%). Seria piaszczysta charakteryzuje się punktem piaskowym mieszczącym się w przedziale od 80,2 do 100% (średnio 94,6%) i niewielką zawartością pyłów mineralnych wahającą się od 0,7 do 3,1% (średnio 1,9%). Jest to złożo suche. Kruszywo piaszczysto-żwirowe może być wykorzystywane do produkcji betonów cementowych, natomiast piasek w budownictwie ogólnym i drogownictwie.

Tabela 1

Złoże kopalin i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja

Numer złoże na mapie	Nazwa złoże	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-surowcowego	Zasoby geologiczne bilansowe (tys. ton)	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoże	Wydobycie (tys. ton)	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złoże		Przyczyny konfliktowości złoże
				wg stanu na 31.12.2007 (Gientka i in. red., 2008)					Klasy 1-4	Klasy A-C	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Frombork	p, pż	Q	237	C ₁	G	38	Sb, Sd	4	A	-

Rubryka 3: rodzaj kopaliny: p – piasek, pż – piasek i żwir

Rubryka 4: Q – czwartorzęd

Rubryka 6: C₁ – kategoria rozpoznania zasobów udokumentowanych kopalin stałych

Rubryka 7: G – złoże zagospodarowane;

Rubryka 9: kopaliny skalne: Sb – budowlane, Sd – drogowe

Rubryka 10: 4 – złoże powszechne, licznie występujące, łatwo dostępne

Rubryka 11: A – złoże małokonfliktowe

Z punktu widzenia ochrony złóż złoża „Frombork” zaliczone zostało do klasy 4 (złoża powszechne, licznie występujące, łatwo dostępne), natomiast ze względu na ochronę środowiska uznano je za małokonfliktowe (klasa A).

V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin.

Złoże kruszywa piaszczysto-żwirowego „Frombork” eksploatowane jest od 1994 roku, na podstawie koncesji udzielonej Przedsiębiorstwu Wielobranżowemu „Ciach” przez wojewodę elbląskiego, ważnej do 31.12.2028 r. Dla złoża ustanowiony został obszar górniczy o powierzchni 4,98 ha i teren górniczy o takiej samej powierzchni. Eksploatacja kruszywa prowadzona jest sposobem odkrywkowym, wgłębnym, systemem ścianowym, dwoma poziomami wydobywczymi. Nadkład został już zdjęty z całej powierzchni złoża. Stropowe partie złoża, w których dominowały osady piaszczysto-żwirowe zostały już całkowicie wyeksploatowane. Głównym przedmiotem eksploatacji są obecnie piaski ze spągowej partii złoża. Niewielkie hałdy ziemi i piasku z humusem zlokalizowane są przy południowo-wschodniej i zachodniej granicy złoża i będą wykorzystane do rekultywacji wyrobiska. Planuje się wyrównanie powstałej odkrywki i zalesienie terenu.

W okolicach miejscowości Różaniec i Narusy znajdują się niewielkie odkrywki, w których prowadzona jest okresowa, niekoncesjonowana eksploatacja piasku na potrzeby okolicznych mieszkańców. W rejonie Fromborka, na powierzchni około 1 ha, na znaczną skalę prowadzona jest niekoncesjonowana eksploatacja piasku, przy użyciu sprzętu mechanicznego.

VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin

Na obszarze arkusza Frombork z uwagi na specyficzny charakter omawianego terenu istnieją niewielkie możliwości poszerzenia istniejącej bazy zasobowej. Znaczne obszary zajmują parki krajobrazowe oraz wody Zalewu Wiślanego i Zatoki Gdańskiej. Perspektywy dla udokumentowania złóż kopalin wyznaczono na podstawie wyników nielicznych prac geologiczno-poszukiwawczych, zwiadowczych i dokumentacyjnych. Wyznaczone zostały jedynie obszary perspektywiczne występowania piasków oraz torfów. Część obszarów objętych poszukiwaniami kruszywa piaszczysto-żwirowego, surowców ilastych oraz bursztynów uznano za negatywne.

Obszar perspektywiczny występowania plejstoceńskich piasków wodnolodowcowych położony jest na południowy wschód od Fromborka, pomiędzy dolinami rzek Baudy i Narusy. Badaniem objęto płaty utworów fluwioglacjalnych występujących na południowy wschód od

Fromborka oraz utwory holocenijskie w dolinie rzeki Baudy. W ramach prowadzonych prac poszukiwawczych w rejonie tym odwiercono 15 otworów (Hrynkiewicz-Moczulska, Wojtkiewicz, 1983). W rejonie występowania utworów wodnolodowcowych pod nakładem gleby, piasków gliniastych i glin o grubości 0,0–5,0 m występuje seria piaszczysta (tylko w jednym otworze w pobliżu czynnej żwirowni nawiercono 3,5 m warstwę piasków ze żwirami) o miąższości 8–20 m. W dwóch otworach nie przewiercono serii piaszczystej, należy więc przypuszczać, że ma ona większą miąższość. Potwierdzają to otwory hydrogeologiczne zlokalizowane na obrzeżeniu miasta, w których miąższość serii piaszczystej dochodzi do 39,5 m. Uwzględniając profile 8 otworów poszukiwawczych, 3 otworów hydrogeologicznych zlokalizowanych na południowych peryferiach Fromborka i w rejonie miejscowości Narusa oraz 4 otworów zwiadowczych odwierconych na projektowanym obszarze w ramach poszukiwań surowców ilastych (Bajorek, Niedzielski, 1968) wyznaczono obszar perspektywiczny dla udokumentowania złóż piasków. Na terenie znajdującym się na północny wschód od obszaru perspektywicznego (dolina Baudy) stwierdzono dominację namułów i utworów gliniastych, dlatego obszar ten uznano za negatywny.

Obszar perspektywiczny torfów znajduje się we wschodniej części arkusza w trójkącie ograniczonym brzegiem Wysoczyzny Elbląskiej, korytem rzeki Baudy i linią brzegową Zalewu Wiślanego (Ostrzyżek, Dembek, 1996). Są to torfy nadające się zarówno do celów rolniczo-nawozowych oraz peloterapeutycznych. W opracowaniu podsumowującym rozpoznanie i ocenę zasobów peloidów występujących na obrzeżeniu Zalewu Wiślanego (Kasiński, Piwocki, 1994) obszar „Braniewskie Łąki” został zaliczony do wystąpień spełniających kryteria bilansowości dla torfu leczniczego (borowiny). Jest to torfowisko niskie i przejściowe, łożowo-olesowo-turzycowo-torfowcowe, o powierzchni 930 ha i średniej miąższości 3,8 m. Torfy charakteryzują się następującymi parametrami: humifikacja 37%, popielność 13,8%, odczyn pH 5,8. Torfowisko w obszarze perspektywicznym wyznaczonym w rejonie Fromborka ma powierzchnię około 20 ha. Występują tu torfy niskie, szuwarowe, o średniej miąższości około 2 m, popielności 15% i stopniu rozkładu 40%. Obszary te spełniają kryteria bilansowości, ale nie zostały zaliczone do potencjalnej bazy zasobowej (Ostrzyżek, Dembek, 1996) dlatego uznano je za perspektywiczne dla udokumentowania złóż torfu.

W 1983 r. dla obszarów w rejonie Różańca i Klejnowa (ark. Braniewo) opracowane zostało orzeczenie z badań geologicznych wykonanych w celu udokumentowania „mas ziemnych” do budowy wałów przeciwpowodziowych Zalewu Wiślanego (Moczulska, 1983). W okolicach Różańca, pod nakładem utworów gliniastych o średniej miąższości około 1,3 m

występują głównie piaski drobnoziarniste, pylaste. Utwory gliniaste i piaszczyste były eksploatowane i wykorzystywane do budowy wałów przeciwpowodziowych, obecnie jest to miejsce nielegalnej eksploatacji kruszywa na niewielką skalę (punkt 1). Obszaru tego nie uznano za perspektywiczny ze względu na brak informacji dotyczących miąższości i jakości serii piaszczystych i gliniastych oraz nieznaną skalę prowadzonej w latach 80. eksploatacji – decyzją wojewody elbląskiego z uwagi na „wyjątkowy charakter przeznaczenia surowca” inwestor zwolniony został z opracowania planu ruchu i projektu zagospodarowania złoża. W rejonie Klejnowa (na wschód od omawianego arkusza) udokumentowano głównie piaski drobno- i średnioziarniste. Na terenie tym w 2006 r. udokumentowano złoża piasku „Klejnowo”.

W ramach poszukiwań za złożami surowców ilastych na południe od Fromborka i w rejonie Narusy odwiercono kilka otworów zwiadowczych (Bajorek, Niedzielski, 1968). We wszystkich stwierdzono przewagę utworów piaszczystych. Warstwę iłów grubości 1 m nawiercono tylko w jednym otworze, a w trzech otworach w warstwach stropowych stwierdzono występowanie glin zwałowych o grubości 2–4 m. Gliny te jednak oprócz małej miąższości cechują się dużą zawartością żwiru i margla ziarnistego, co dyskwalifikuje ten surowiec pod kątem przydatności do produkcji wyrobów ceramicznych, w związku z tym obszary te uznane zostały za negatywne.

W latach 70. w kilkukilometrowym pasie nadbrzeżnym i w latach 80. na Mierzei Wiślanej prowadzone były na szeroką skalę poszukiwania nagromadzeń bursztynu. W latach 1974–75 i w roku 1978 odwiercono 55 otworów. Bursztyny i to w niewielkiej ilości (0,0016–0,0036 g/tonę) nawiercono tylko w kilku otworach. Wyniki te nie spełniają kryteriów bilansowości i badania zamknięto negatywnymi sprawozdaniami (Jurys, 1979, Sylwestrzak, 1976). We wschodniej części obszaru objętego sprawozdaniami (poza granicami arkusza) w rejonie Siedliska i Ułowa, na obszarach, gdzie wyniki badań były najlepsze, w roku 2002 opracowany został projekt badań, mający na celu udokumentowania złoża bursztynu.

Negatywne wyniki dały także wiercenia na Mierzei Wiślanej. Rozpoznany został teren od Jantar po Piaski. Odwiercono 593 otwory w 11 rejonach. Jedynie w 61 otworach stwierdzono występowanie bursztynu (Sędłak, Matuszewski, 1987). Najlepsze, a mimo to niespełniające obowiązujących kryteriów bilansowości, wyniki otrzymano w rejonie Jantar–Stegna (poza granicami arkusza). W dwóch znajdujących się na Mierzei, na obszarze arkusza Frombork, rejonach badawczych, stwierdzono śladowe ilości drobnych okruchów bursztynów.

VII. Warunki wodne

1. Wody powierzchniowe.

Obszar arkusza Frombork znajduje się w strefie przybrzeżnej Zalewu Wiślanego. Dominującymi jednostkami hydrograficznymi są zlewnie rozdzielone działami wodnymi I rzędu. Głównymi ciekami są wpadające do Zalewu Wiślanego rzeki: Narusa, Bauda i Pasłęka (około 0,5 km ujściowy odcinek). Duże powierzchnie we wschodniej części arkusza, pomiędzy dolnym biegiem Baudy i Pasłęki, zajmują rozlewiska, tereny podmokłe, bagna i mokradła występujące na terenach depresyjnych. W tym rejonie na powierzchni ponad 13 km² sieć hydrograficzną uzupełnia polderowy, wodno-melioracyjny system odwadniania. Jest to gęsta sieć kanałów, rowów melioracyjnych i pomp, których zadaniem jest osuszanie terenu oraz zapobieganie powodziom (Prussak, 1998). Wezbrania wód na rzekach przypadają na marzec i kwiecień; najniższe stany notowane są w lipcu i sierpniu. U ujścia tych rzek często pod wpływem wiatrów północnych występują tzw. „cofki”, gdy słonawe wody Zalewu Wiślanego wlewają się w głąb lądu, co powoduje podniesienie się poziomu wód w skrajnych przypadkach nawet do 2–3 m. Cały płaski obszar brzegu aż do skraju Wysoczyzny Elbląskiej jest terenem zalewowym.

Stan jakości wód powierzchniowych (rzek Baudy i Narusy) podano na podstawie danych WIOŚ w Olsztynie (Raport..., 2008). Klasyfikację oparto na projekcie rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych. Wody Baudy, badane w przekroju pomiarowym zlokalizowanym w okolicach Fromborka, zaliczone zostały do IV klasy jakości, o czym decydowały parametry, fizyczne, bakteriologiczne i tlenowe oraz azot Kjeldahla. Badania wód Narusy w rejonie Fromborka wskazywały na IV klasę jakości, z uwagi na podwyższone zawartości fosforanów, zawiesiny ogólnej, ChZT-Mn, ChZT-Cr, azotu Kjeldahla oraz barwę. Głównymi źródłami zanieczyszczeń są zrzuty ścieków bytowych, hodowlanych oraz spływy powierzchniowe z terenów rolniczych.

Na zachód od miejscowości Bogdany na rzece Baudzie projektowana jest budowa niewielkiego zbiornika retencyjnego „Bogdany”.

Mierzeja jest obszarem prawie całkowicie pozbawionym odpływów powierzchniowych. Podmokłości występują sporadycznie w obniżeniach międzywydmowych, wypełnionych torfami i namułami (Rabek, 1993).

2. Wody podziemne.

Na omawianym obszarze występują dwa piętra wodonośne – czwartorzędowe i trzeciorzędowe. Głównym użytkowym poziomem wodonośnym zarówno na terenie Mierzei Wiślanej jak i na obszarze lądowym jest piętro czwartorzędowe. Cały obszar to strefa płytkiego krążenia i intensywnej wymiany wód, a zasilanie poziomów wodonośnych następuje głównie poprzez infiltrację opadów. Główną bazą drenażową jest Zalew Wiślany (także dla poziomu trzeciorzędowego), a lokalnie rzeki Narusa i Bauda. Wody piętra kredowego nie zostały rozpoznane.

Czwartorzędowe piętro wodonośne związane jest z plejstoceno-holoceno osadami piaszczystymi, drobno- i średnioziarnistymi, lokalnie przewarstwionymi piaskami pylastymi, mułkowatymi, namułami, torfami i ilami.

Na Mierzei Wiślanej jest to jedyne piętro wodonośne. Położenie Mierzei pomiędzy zasolonymi akwenami powoduje, że wody podziemne występują w postaci soczewy wód słodkich. Seria wodonośna ma zmienną miąższość (średnio około 40 m), ze względu na występowanie w niej nieciągłej warstwy utworów słabiej przepuszczalnych. Zwierciadło wody jest swobodne, lokalnie napięte i stabilizuje się na rzędnej 0,3–1,0 m n.p.m. Współczynniki filtracji zmieniają się od 6,5 do 12,7 m/24h (średnio 9,1 m/24h), przewodność waha się od 200 do 500 m²/24h, a wydajność potencjalna studni wynosi 30–50 m³/h. Występujący na Mierzei Wiślanej układ wód słodkich i zasolonych jest bardzo wrażliwy na nadmierną eksploatację wód słodkich – nadmierny ich pobór może spowodować dopływ wód zasolonych do warstwy wodonośnej. Z uwagi na brak izolacji od powierzchni terenu, wody użytkowego poziomu wodonośnego są narażone na zanieczyszczenia pochodzenia antropogenicznego.

W południowej części arkusza (po rzekę Baudę na wschodzie) czwartorzędowy poziom wodonośny występuje w plejstoceno-holoceno utworach na głębokościach od 1,5 do 32,5 m p.p.t. Miąższość warstwy wodonośnej jest zmienna i waha się od 20 m do 40 m w zachodniej części obszaru. Jej zasilanie następuje poprzez infiltrację opadów oraz spływ podziemny od strony wysoczyzny, a drenaż rzekami Nurusą i Baudą. Zwierciadło jest swobodne, lokalnie napięte. Współczynniki filtracji zmieniają się od 6 do 30 m/24h (średnio 15 m/24h), przewodność waha się od 100 do 500 m²/24h (w rejonie Fromborka), a wydajność potencjalna studni zawiera się w przedziale od 10 do 50 m³/h. Warstwa wodonośna najczęściej nie jest izolowana od powierzchni utworami nieprzepuszczalnymi i jest wrażliwa na zanieczyszczenia. Wody piętra czwartorzędowego są wodami słodkimi o odczynie od obojętnych do słabo zasadowych. Są to wody średnio twarde. Na większości obszaru wykazują nieznaczne pod-

wyższenie zawartości żelaza i manganu, przez co wymagają prostego uzdatnienia. Ilości azotu amonowego, przekraczające dopuszczalne normami wartości, stwierdzono jedynie wzdłuż doliny Narusy, szczególnie w pobliżu gospodarstwa rolnego, co może świadczyć o antropogenicznym pochodzeniu zanieczyszczenia. Wody te zaliczono do klas IB, II i III (Prussak, 1998).

Na wschód od rzeki Baudy występuje jedynie piętro trzeciorzędowe. Tworzą go piaski drobnoziarniste, przewarstwione mułkami i ilami, o średniej miąższości 30 m, występujące na głębokości około 50 m. Wody tego poziomu ujmowane są studnią we wsi Bogdany. Zasilanie warstwy wodonośnej odbywa się głównie poprzez infiltrację wód opadowych, a bazą drenażu jest prawdopodobnie Zalew Wiślany. Zwierciadło jest napięte i stabilizuje się na rzędnych około 5 m n.p.m. Parametry hydrogeologiczne warstwy wodonośnej są niekorzystne – współczynnik filtracji wynosi około 2 m/24h, przewodność około 60 m²/24h, a wydajność potencjalna studni około 20 m³/h. Poziom ten posiada częściową izolację od powierzchni terenu. Wody trzeciorzędowego poziomu wodonośnego zaliczono do II klasy jakości ze względu na podwyższone zawartości związków żelaza, manganu i azotu amonowego (Prussak, 1998).

Na obszarze arkusza nie ma żadnego głównego zbiornika wód podziemnych (GZWP) (Kleczkowski, red., 1990) (fig.4).

Na obszarze arkusza, na wschód od Fromborka, w 1978 r. podczas wierceń strukturalnych nawiercono zmineralizowane, termalne wody. W osadach jurajskich na głębokości 500–700 m nawiercono wody mineralne (solanki chlorowo-sodowo-bromowo-jodowo-borowe) o temperaturze 24 °C. Mineralizacja wynosi 35 g/litr, a wydajność studni – 46 m³/h przy depresji 32 m. W głębszych partiach, w piaskowcach triasowych na głębokości 800–1000 m wody są o wiele silniej zmineralizowane (100–200 g/litr), lecz wydajność studni jest dużo mniejsza, zaledwie 3 m³/h. Jak na razie poza tym wstępnym rozpoznaniem nie prowadzono żadnych bardziej szczegółowych badań tych wód (Prussak, 1998).

Na omawianym arkuszu znajduje się kilka ujęć czwartorzędowych. Są to ujęcia komunalne we Fromborku i Narusie o zatwierdzonych zasobach od 30 do 102,5 m³/h (wielotworowe ujęcie miejskie we Fromborku).

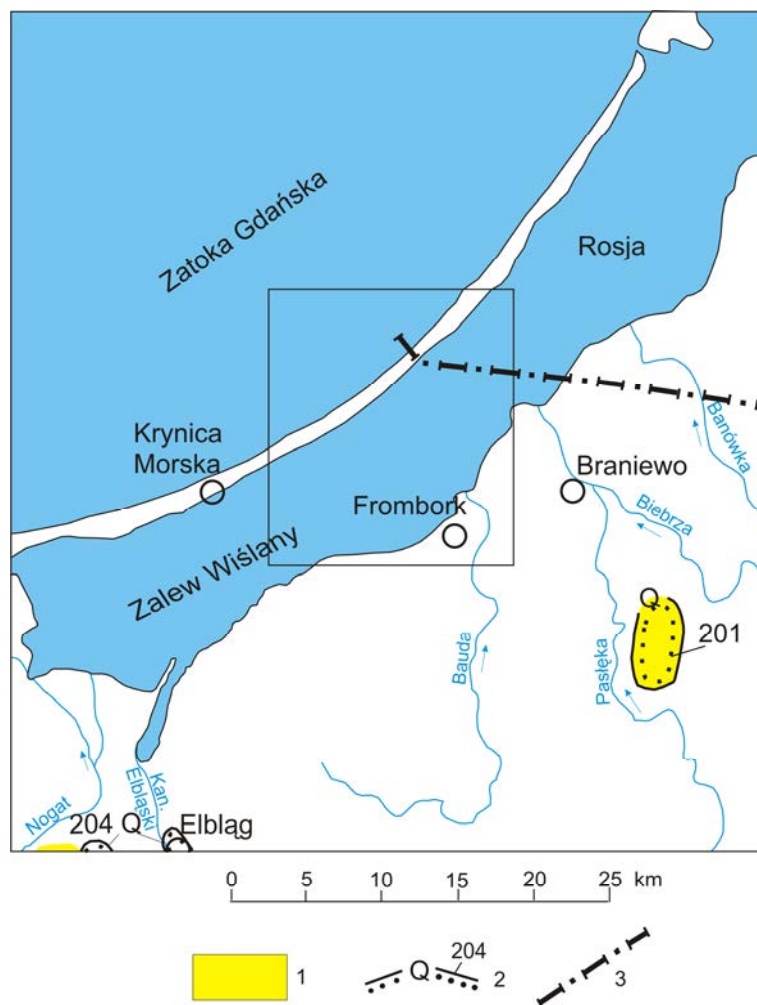


Fig. 3. Położenie arkusza Frombork na tle obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce, wymagających szczególnej ochrony wg A. S. Kleczkowskiego (1990)

1 – obszar wysokiej ochrony; 2 – granica GZWP w ośrodku porowym; 3 – granica państwa

Nazwa i numer GZWP, wiek utworów wodonośnych: Zbiornik międzymorenowy Dąbrowa – 201, czwartorzęd (Q), Zbiornik międzymorenowy Żuławy Elbląskie – 204, czwartorzęd (Q)

VIII. Strefa wybrzeża morskiego

1. Zalew Wiślany

Obszar pomiędzy lądem, a mierzeją wypełniają wody Zalewu Wiślanego – największego zbiornika przybrzeżnego południowego Bałtyku. Jego powierzchnia wynosi 838 km², z czego w granicach Polski znajduje się 328 km². W obrębie arkusza znajduje się jego wschodnia część o długości około 20 km, szerokości 7,5–9,5 km. Zalew Wiślany jest płytkim zbiornikiem (maksymalną głębokość 4,4 m osiąga we wschodniej części, w strefie przygranicznej) o bagiennych i torfowych brzegach. Główną masę słodkich wód Zalew otrzymuje z Nogatu, Szprotawy, Pasłęki i Pregoi. Z Bałtykiem łączy się przez Rynę Bałtyjską, dzięki

czemu wody Zalewu wykazują niewielkie zasolenie wahające się w granicach (zmiany sezonowe) od 0,7–3,9 ‰ średnia roczna 2,4 ‰ (Prussak, 1998).

Monitoring wód Zalewu Wiślanego jest częścią krajowego projektu obejmującego monitoring wód przejściowych i przybrzeżnych polskiej strefy Morza Bałtyckiego i prowadzony jest w ramach monitoringu diagnostycznego. Wody Zalewu Wiślanego, w dwóch z czterech punktów monitoringowych zlokalizowanych na obszarze arkusza, mają III klasę jakości (zadowalającą), a w dwóch pozostałych – IV klasę jakości (niezadowalającą) z uwagi na barwę, zawiesinę ogólną, OWO i indeks olejowy (Sprawozdanie..., 2009).

Od strony Zalewu Wiślanego brzeg tworzą martwe klify wydmowe, na przedpolu których rozwinęły się niskie, podmokłe równiny zalewowe (brzegi nizinno-bagiennie typu wetland) porośnięte roślinnością szuwarową, głównie trzciną. W strefie przybrzeżnej zaznacza się redepozycja osadów dennych, która od strony mierzei ciągnie się od brzegu do głębokości około 1 m (zasięg poziomy 0,5–1 km), a od strony lądu do 2–3 m głębokości (zasięg poziomy 0,5–2 km) (Zachowicz i in., 2007). W okresie zimowym pokrywa lodowa na wodach Zalewu utrzymuje się przez około 90-105 dni (Girjatowicz, 1990). We Fromborku znajduje się klimatologiczna stacja pomiarowa IMGW.

Na wodach Zalewu Wiślanego znajduje się kilka wyznaczonych torów wodnych. Główny tor Elbląg–Kaliningrad wyznaczają trzy stawy – Gdańsk, Elbląg i Frombork. Na omawianym arkuszu znajduje się tylko stawa Frombork. Oprócz głównego toru znajdują się jeszcze trzy, prowadzące do niego pomniejsze tory – z Tolkmicka, Fromborku i Nowej Pasłęki oraz tor rybacki z Piasków.

We Fromborku znajduje się niewielki port rybacki i przystań jachtowa. W miejscowości Piaski, od strony Zalewu Wiślanego, funkcjonuje port rybacki, w którym znajduje się bosmanat portu i magazyn ryb, a także teren do składowania sprzętu rybackiego. W rejonie Piasków (od strony Zalewu Wiślanego) brzeg został umocniony opaską. Na Mierzei Wiślanej, w związku z tylko lokalnie występującą erozją plaż i wydm nie przewiduje się żadnych prac związanych z techniczną ochroną brzegów. W dalszym ciągu, w miarę potrzeb stosowana będzie zabudowa biologiczna (Zachowicz i in., 2007).

2. Zatoka Gdańska.

Wody Zatoki Gdańskiej zajmują północno-zachodnią część arkusza Frombork. W granicach państwa polskiego znajduje się około 70% obszaru zatoki. Pozostałe 30% należy do Rosji.

Głębokość zatoki w tym rejonie waha się od kilku metrów w pobliżu brzegu Mierzei Wiślanej do 58 m na północnym zachodzie. Zasolenie i temperatura uzależnione są od głębokości. W warstwie do 70 m (czyli na całym obszarze arkusza) temperatura jest zmienna, a zasolenie wynosi do 7⁰/₀₀. W głębszych wodach już poza obszarem arkusza zasolenie rośnie wraz z głębokością, spada natomiast temperatura. Temperatura powierzchniowej warstwy wody w dużej mierze uzależniona jest nie tylko od temperatury powietrza, ale także od kierunku wiatru. Najzimniejsze wody w okresie letnim są w okresach, kiedy wiatr wieje z północnego wschodu przypędzając zimne wody z zatoki Botnickiej, najcieplejsza natomiast jest woda przy wiatrach zachodnich.

Warunki sprzyjające rozwojowi pokrywy lodowej na wodach Zatoki Gdańskiej są uwarunkowane szeregiem czynników takich jak: temperatura, długość okresu zimowego, prądy morskie, zasolenie wód oraz rodzaj osadów dennych w warunkach płytkiego dna. Przy brzegu mierzei w pasie szerokości około 5 km występują strefy o średniej liczbie dni z lodem od 0 do 10 (Girjatowicz, 1990).

Na całym odcinku brzegu morskiego w obrębie arkusza Frombork występuje wybrzeże wydmowe. Brzeg mierzei przechodzi w skłon nachylony ku północnemu-zachodowi pod kątem 20–30°. Skłon ten dochodząc do głębokości 20–25 m przechodzi w równinę abrazyjno-akumulacyjną występującą w płytkowodnej części Zatoki Gdańskiej do głębokości 35 m (Uścińowicz, Zachowicz, 1994).

Na obszarze omawianego arkusza strefa redepozycji osadów dennych ciągnie się od brzegu mierzei do głębokości około 30 m (Zachowicz i in. 2007). W obrębie tej strefy występuje jeden obszar o przewadze abrazyji. Kierunek przemieszczania się rumowiska to północny wschód. Brzeg w tej części mierzei jest na całej długości wydmowy i z małymi wyjątkami stabilny. Fragmenty, na których brzeg wydmowy jest abradowany, to niewielkie kilkusetmetrowe odcinki w części zachodniej gdzie nie ma plaży i brzeg morski stanowią wydmy nadbrzeżne lub wał wydmy przedniej.

IX. Geochemia środowiska

1. Gleby

Kryteria klasyfikacji gleb

Dla oceny zanieczyszczenia gleb zastosowano wartości dopuszczalne stężeń metali określone w Załączniku do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r.

w sprawie standardów gleby oraz standardów jakości ziemi (DzU nr 165 z dnia 4 października 2002 r., poz. 1359). Dopuszczalne wartości pierwiastków dla poszczególnych grup użytkowania, ich zakresy oraz przeciętne zawartości w glebach z terenu arkusza Frombork, umieszczono w tabeli 2. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi o zawartości przeciętnej (median) pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych Polski (najmniej zanieczyszczonych w kraju).

Materiał i metody badań laboratoryjnych

Dla oceny zanieczyszczenia gleb wykorzystano wyniki ze zbioru analiz chemicznych wykonanych do „Atlasu geochemicznego Polski 1:2 500 000” (Lis, Pasieczna, 1995) – opróbowanie w siatce 5x5 km.

Próbki gleb pobierano za pomocą sondy ręcznej z wierzchniej warstwy (0,0–0,2 m) w regularnej siatce 5x5 km. Pobierana gleba o masie około 1000 g była suszona w temperaturze pokojowej, kwartowana i przesiewana przez sita nylonowe.

Przedmiotem zainteresowania była grupa metali, której źródłem są zanieczyszczenia antropogeniczne, a więc pierwiastki słabo związane i łatwo ługowane z gleb. Gleby mineralizowano w kwasie solnym (HCl 1:4), w temperaturze 90°C, w ciągu 1 godziny. Oznaczenia As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb i Zn wykonano za pomocą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-AES *Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry*) z zastosowaniem spektrometrów: PV 8060 firmy Philips i JY 70 Plus Geoplasma firmy Jobin-Yvon. Analizy Hg przeprowadzono metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej techniką zimnych par (CV-AAS *Cold Vapour Atomic Absorption Spectrometry*) z użyciem spektrometru Perkin-Elmer 4100 ZL z systemem przepływowym FIAS-100. Wszystkie oznaczenia wykonano w laboratorium Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie. Kontrolę jakości gwarantowały analizy wielokrotne tych samych próbek umieszczanych losowo w seriach analitycznych oraz stosowanie materiałów referencyjnych (wzorce Montana Soil, SRM 2710, SRM 2711, IAEA/Soil 7).

Prezentacja wyników

Zastosowana gęstość pobierania próbek (1 próbka na około 25 km²) nie jest dostateczna do wykreślenia izoliniowej mapy zawartości pierwiastków zgodnie z zasadami przyjętymi w kartografii (dla skali 1:50 000 konieczne jest opróbowanie w siatce 0,5x0,5 km, czyli jedna próbka – jedna informacja na 1 cm² mapy dla całego arkusza). Wyniki badań geochemicznych zostały więc przedstawione na mapie w postaci punktów.

Tabela 2

Zawartość metali w glebach (w mg/kg)

Metale	Wartości dopuszczalne stężeń w glebie lub ziemi (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r.)			Zakresy zawartości w glebach na arkuszu Frombork N=10	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu Frombork N=10	Wartość przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski ⁴⁾ N=6522
	Grupa A ¹⁾	Grupa B ²⁾	Grupa C ³⁾	Frakcja ziarnowa <1 mm Mineralizacja HCl (1:4)		
				Głębokość (m p.p.t.)		
		0,0–0,3	0–2	0,0–0,2		
As Arsen	20	20	60	<5–<5	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	4–52	9	27
Cr Chrom	50	150	500	2–7	3	4
Zn Cynk	100	300	1000	10–41	20	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5–<0,5	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	<1–3	<1	2
Cu Miedź	30	150	600	<1–8	1	4
Ni Nikiel	35	100	300	<1–5	3	3
Pb Ołów	50	100	600	3–19	4	12
Hg Rtęć	0,5	2	30	<0,05–0,09	0,05	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 31 – Frombork w poszczególnych grupach użytkowania				¹⁾ grupa A a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne, b) obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody; jeżeli utrzymanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia gruntów nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska – dla obszarów tych stężenia zachowują standardy wynikające ze stanu faktycznego, ²⁾ grupa B – grunty zaliczone do użytków rolnych z wyłączeniem gruntów pod stawami i gruntów pod rowami, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione, nieużytki, a także grunty zabudowane i zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych, ³⁾ grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne, ⁴⁾ Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1: 2 500 000 N – ilość próbek		
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 31 – Frombork do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)				10		

Lokalizację miejsc pobierania próbek (wraz z numeracją zgodną z bazą danych) przedstawiono na mapie w postaci kwadratów wypełnionych kolorem przyjętym dla gleb zaklasyfikowanych do grupy A (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002).

Zanieczyszczenie gleb metalami

Wyniki badań geochemicznych gleb odniesiono zarówno do wartości stężeń dopuszczalnych metali określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r., jak i do wartości przeciętnych określonych dla gleb obszarów niezabudowanych całego kraju (tab. 2).

Przeciętne zawartości arsenu, baru, chromu, cynku, kadmu, kobaltu, miedzi, niklu oraz ołowiu w badanych glebach arkusza są mniejsze lub równe w stosunku do wartości przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski. Większą wartość mediany wykazuje jedynie zawartość rtęci.

Pod względem zawartości metali wszystkie badane próbki spełniają warunki klasyfikacji do grupy A (standard obszaru poddanego ochronie), co pozwala na wielofunkcyjne użytkowanie gruntów.

Z uwagi na zbyt niską gęstość opróbowania dane prezentowane na mapie nie umożliwiają oceny zanieczyszczenia gleb z terenu całego arkusza. Pozwalają tylko na oszacowanie ich stanu w miejscach pobrania i w niezbyt odległym otoczeniu.

2. Pierwiastki promieniotwórcze

Materiał i metody badań

Do określenia dawki promieniowania gamma i stężenia radionuklidów poczarobylskiego cezu wykorzystano wyniki badań gamma-spektrometrycznych wykonanych dla Atlasu Radioekologicznego Polski 1:750 000 (Strzelecki i in., 1993, 1994). Pomiary gamma-spektrometryczne wykonywano wzdłuż profili o przebiegu N-S, przecinających Polskę co 15". Na profilach pomiary wykonywano co 1 kilometr, a w przypadku stwierdzenia stref o podwyższonej promieniotwórczości pomiary zagęszczano do 0,5 km. Sonda pomiarowa była umieszczona na wysokości 1,5 metra nad powierzchnią terenu, a czas pomiaru wynosił 2 minuty. Pomiary wykonywano spektrometrem GS-256 produkowanym przez „Geofizykę” Brno (Czechy).

Prezentacja wyników

W przypadku arkusza Frombork dysponowano wynikami pomiarów tylko z jednego profilu pomiarowego, którego przebieg jest zgodny ze wschodnią krawędzią arkusza mapy. Wyniki przedstawiono w formie słupkowej (fig. 4). Wykresy słupkowe sporządzono dla jednego punktu pomiarowego zlokalizowanego na opisywanym arkuszu, natomiast do interpretacji

wykorzystano informacje zawarte w profilu na arkuszu sąsiadującym wzdłuż wschodniej granicy opisywanego arkusza. Większą część obszaru arkusza Frombork zajmują wody Zatoki Gdańskiej oraz Zalewu Wiślanego.

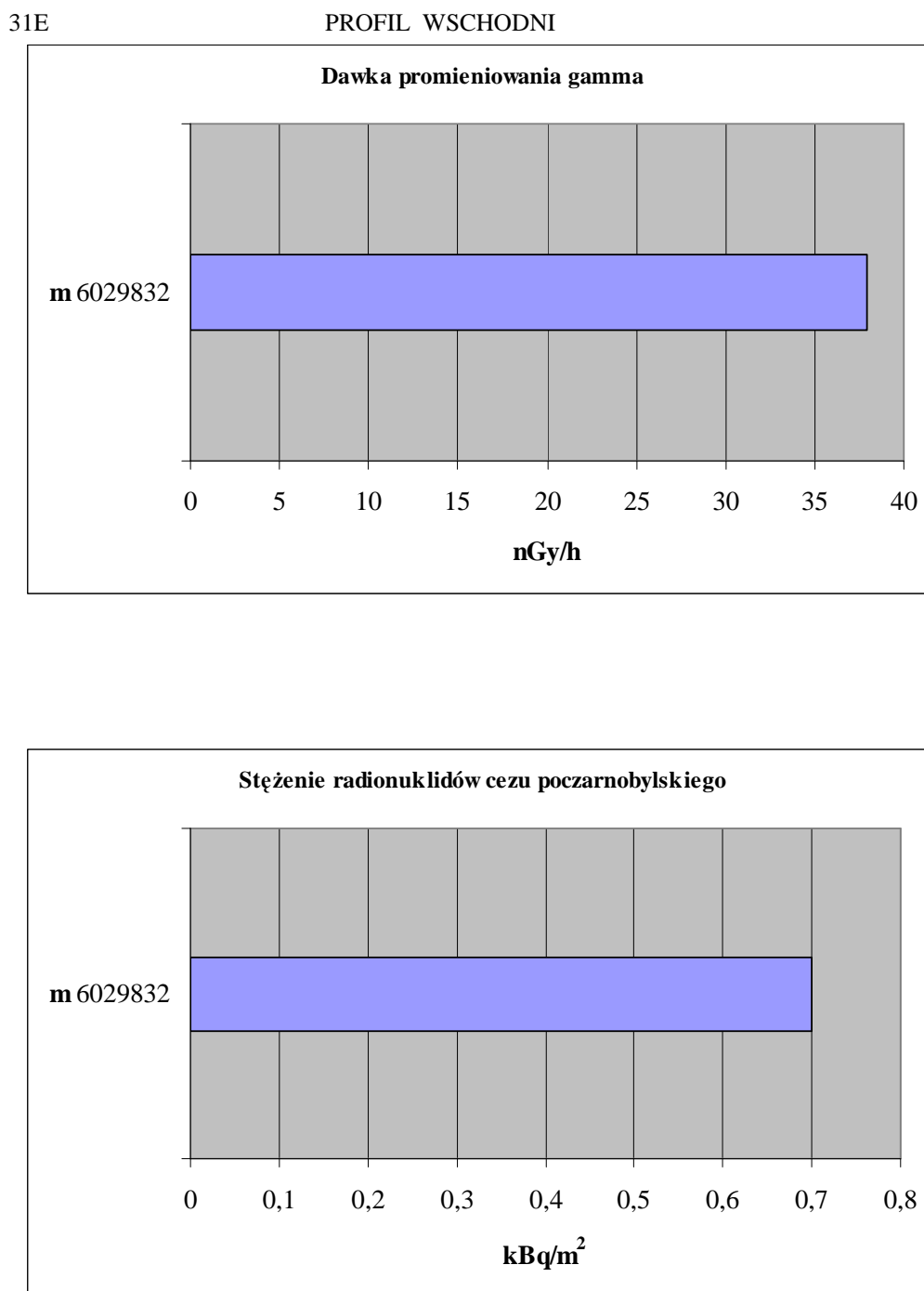


Fig. 4. Zanieczyszczenia gleb pierwiastkami promieniotwórczymi na obszarze arkusza Frombork (na osi rzędnych opis siatki kilometrowej arkusza)

Prezentowane wyniki dawki promieniowania gamma obejmują sumę promieniowania pochodzącego od radionuklidów naturalnych (uran, potas, tor) i sztucznych (cez).

Wyniki

Wartości dawki promieniowania gamma wzdłuż profilu wschodniego wahają się w przedziale od około 29 do około 46 nGy/h. Przeciętnie wartość ta wynosi około 35 nGy/h i jest zbliżona do średniej dla obszaru Polski wynoszącej 34,2 nGy/h.

Pomierzone dawki promieniowania gamma są dość wyrównane, co świadczy o tym, że dominujące wzdłuż profilu pomiarowego utwory (gliny zwałowe, torfy i namuły) cechują się podobnymi wartościami promieniowania gamma (35–45 nGy/h). Najniższe zarejestrowane stężenia (około 29 nGy/h) są związane z utworami jeziornymi (iły, mułki, piaski), zalegającymi wzdłuż linii brzegowej Zalewu Wiślanego (północny kraniec profilu).

Stężenia radionuklidów poczynobylskiego są bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wynoszą od 0,5 do 7,2 kBq/m².

X. Składowanie odpadów

Zasady wydzielenia potencjalnych obszarów lokalizacji składowisk odpadów

Przy określaniu obszarów predysponowanych do lokalizowania składowisk uwzględniono zasady i wskazania zawarte w „Ustawie o odpadach” oraz w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów. W nielicznych przypadkach przyjęto zmodyfikowane rozwiązania w stosunku do wymienionych aktów prawnych, co wynika ze skali oraz charakteru opracowania kartograficznego i nie stoi w sprzeczności z możliwością późniejszych weryfikacji i uszczegółowień na etapie projektowania składowisk.

Na mapie, w nawiązaniu do powyższych kryteriów, wyznaczono:

- tereny wyłączone całkowicie z możliwości lokalizacji wszystkich typów składowisk ze względu na wymagania ochrony hydrosfery, przyrody, infrastruktury oraz warunki inżyniersko-geologiczne;
- tereny preferowane do lokalizowania w ich obrębie składowisk odpadów, ze względu na istnienie naturalnej, gruntowej warstwy izolacyjnej, są one traktowane jako **potencjalne obszary lokalizowania składowisk (POLS)**;
- tereny nieposiadające naturalnej warstwy izolacyjnej, na których możliwa jest jednak lokalizacja składowisk odpadów pod warunkiem wykonania sztucznej bariery izolacyjnej dla dna i skarp obiektu.

Wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża, a także ścian bocznych potencjalnych składowisk są uzależnione od typu składowanych odpadów (tabela 3).

Ocena wykształcenia naturalnej bariery geologicznej pozwala na wyróżnienie w obrębie POLS:

- warunków izolacyjności podłoża zgodnych z wymaganiami przyjętymi w tabeli 3;
- zmiennych właściwości izolacyjnych podłoża (warstwa izolacyjna znajduje się pod przykryciem osadami piaszczystymi o miąższości do 2,5 m; miąższość lub jednorodność warstwy izolacyjnej jest zmienna).

Tabela 3

Kryteria izolacyjnych właściwości gruntów

Rodzaj składowanych opadów	Wymagania dotyczące naturalnej bariery geologicznej		
	Miąższość [m]	Współczynnik filtracji k [m/s]	Rodzaj gruntów
N – odpady niebezpieczne	≥ 5	$\leq 1 \cdot 10^{-9}$	Iły, iłolupki
K – odpady inne niż niebezpieczne i obojętne	1-5	$\leq 1 \cdot 10^{-9}$	
O – odpady obojętne	≥ 1	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$	Gliny

Omawiane wyżej wydzielenia przestrzenne zostały przedstawione na Planszy B Mapy geosrodowiskowej Polski. Jednocześnie na dołączonej do materiałów archiwalnych mapie dokumentacyjnej, wskazano lokalizację wybranych wierceń, których profile geologiczne dokumentują obecność warstwy izolacyjnej do głębokości 10 m.

Tło dla przedstawianych na Planszy B informacji stanowi stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego, przeniesiony z arkusza Frombork Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Prussak, 1998). Stopień zagrożenia wód podziemnych wyznaczono w pięciostopniowej skali (bardzo wysoki, wysoki, średni, niski, bardzo niski) i jest on funkcją nie tylko wartości parametrów filtracyjnych warstwy izolującej (odporności poziomu wodonośnego na zanieczyszczenia), ale także czynników zewnętrznych, takich jak istnienie na powierzchni ognisk zanieczyszczeń czy obszarów prawnie chronionych. Stopień ten jest parametrem zmiennym i syntetyzującym różne naturalne i antropogeniczne uwarunkowania. Dlatego też obszarów o różnym stopniu zagrożenia nie należy wprost porównywać z wyznaczonymi na Planszy B terenami pod składowiska odpadów. Wydzielone tereny o dobrej izolacyjności (POLS) mogą współwystępować z obszarami o różnym zagrożeniu jakości wód podziemnych.

Obszary o bezwzględny zakazie lokalizacji składowisk odpadów

Na obszarze arkusza Frombork około 90% powierzchni lądowej obejmuje bezwzględny zakaz lokalizowania składowisk wszystkich typów odpadów. Wyłączeniom podlegają:

- obszar zwartej zabudowy w obrębie miasta Frombork wraz z infrastrukturą komunalną, portową i terenami zielonymi;
- pas wybrzeża morskiego wraz ze strefą 1 km w głąb lądu obejmujący cały obszar Mierzei Wiślanej;
- obszar plaży budowanej przez piaski eoliczne, piaski morskie plażowe oraz pasa wydmowego tworzonych przez formy pochodzenia eolicznego na całej długości Mierzei Wiślanej;
- obszar zbiornika wodnego – Zalewu Wiślanego, stanowiącego morskie wody wewnętrzne ze strefą szerokości 1 km w głąb lądu;
- obszary mniejszych zbiorników wodnych na północny wschód od Fromborka wraz z otaczającym je pasem o szerokości 250 m;
- tereny bagienne i podmokłe, w tym łąki na glebach pochodzenia organicznego (Łąki Klejnowskie, Łąki Rózańskie), występujące na większych powierzchniach na północny wschód od Fromborka oraz na większości brzegu przylegającego do Zalewu Wiślanego oraz doliny rzek Pasłęki (strefa ujściowa), Baudy i Narusy, a także innych mniejszych cieków wraz ze strefą o szerokości 250 m;
- tereny równin: deltowej rzeki Baudy oraz torfowej, obejmujące znaczny obszar na północny wschód od Fromborka;
- obszary położone w obrębie zagłębień po martwym lodzie, wypełnionych osadami organicznymi (torfy, namuły);
- obszary występowania osadów holocenijskich: torfów, namułów: torfiastych, piaszczystych i den dolinnych, piasków: eolicznych, plażowych, morskich i jeziornych mierzei, akumulowanych głównie wzdłuż rzek Narusy, Baudy i Pasłęki, mniejszych cieków oraz zbiorników wodnych;
- tereny znajdujące się w obrębie obszarów objętych programem Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000: specjalnej ochrony siedlisk „Zalew Wiślany i Mierzeja Wiślana” (PLH280007) oraz specjalnej ochrony ptaków: „Zalew Wiślany” (PLB280010);
- zwarte kompleksy leśne o powierzchni powyżej 100 ha, występujące na południowy zachód i na wschód od Fromborka oraz wzdłuż Mierzei Wiślanej.

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów obojętnych

Poza terenami bezwzględnie wyłączonymi lokalizacja składowisk jest dopuszczalna. Preferowane do tego celu są obszary posiadające naturalną warstwę izolacyjną, zgodną z wymaganiami dotyczącymi naturalnej bariery geologicznej (tabela 3).

W obrębie omawianego obszaru rolę naturalnej bariery izolacyjnej spełniają plejstoceny gliny zwałowe akumulowane w czterech fazach: pomorskiej, poznańsko-pomorskiej, poznańskiej oraz leszczyńskiej stadiału głównego zlodowaceń północnopolskich (wisty). Budują one dwa rodzaje wysoczyzn – falistą (w centrum) oraz płaską (na południowym wschodzie).

Wymienione utwory pokrywają większość opisywanego obszaru i stanowią warstwę izolacyjną wyłącznie dla bezpośredniej lokalizacji składowisk odpadów obojętnych. Największe obszary wyznaczone pod składowiska odpadów budują gliny faz: poznańsko-pomorskiej (w rejonie Fromborka) oraz pomorskiej (na wschód od Bogdan), natomiast pozostałych faz: leszczyńskiej i poznańskiej, występują fragmentarycznie na północny wschód od Fromborka oraz w rejonie Bogdan.

Gliny zlodowacenia wisty charakteryzuje szaro-brązowe lub brązowo-szare zabarwienie, są one piaszczyste, niekiedy dość silnie i zawierają dużą ilość żwiru i głazików. Miąższość ich w granicach arkusza jest zróżnicowana i wynosi do kilku metrów (gliny faz: pomorskiej – 3 m i poznańskiej – 8 m) do kilkudziesięciu metrów (gliny faz: leszczyńskiej – 20 m i poznańsko-pomorskiej – 15 m) (Rabek, 1989; 1993).

Jak wynika z analizy profili otworów wiertniczych oraz przekroju geologicznego znajdujących się w obszarach wydzielonych POLS koło Fromborka, miąższość glin fazy poznańsko-pomorskiej wynosi do 1 m w okolicy Bogdan oraz od 3,0 do 8,7 m koło Fromborka. Na południu (w rejonie Bogdan) najmłodsze gliny zlodowacenia wisty (fazy pomorskiej) podścielone są glinami starszymi tego samego zlodowacenia (faz poznańskiej i leszczyńskiej) oraz starszych zlodowaceń środkowopolskich tworząc pakiet o miąższości dochodzącej do 24,5 m. Miąższość naturalnej bariery izolacyjnej w tym rejonie stanowi dobre zabezpieczenie przed migracją zanieczyszczeń z powierzchni terenu.

Obszary występowania glin zwałowych na wschód oraz częściowo na południe od Fromborka wskazano jako tereny o zmiennych właściwościach izolacyjnych podłoża. Prowadzone prace poszukiwawcze wskazały tam na występowanie pod nadkładem od 0,0 do 0,5 m gleby, piasków gliniastych oraz glin serii piasków o miąższości do 20 m (Hryniewicz-

Moczulska, Wojtkiewicz, 1983). W związku z tym, że analiza materiałów archiwalnych wskazuje na gorsze właściwości izolacyjne podłoża w stosunku do zgeneralizowanego obrazu przedstawionego w wydzieleniach SMGP, teren ten uznano za posiadający zmienne właściwości izolacyjne podłoża

W wyznaczonych na mapie obszarach pozbawionych naturalnej bariery geologicznej (utworach piaszczysto-żwirowych wodnolodowcowych) w rejonie Fromborka, Ronina, Bogdan oraz na wschód od Góry Bunkrowej lokalizacja składowisk jest dopuszczalna pod warunkiem wykonania sztucznych przesłon izolacyjnych.

W zasięgu obszarów preferowanych pod składowiska odpadów obojętnych znajdują się czwartorzędowe oraz trzeciorzędowe (paleogeńsko-neogeńskie) piętra wodonośne (Prussak, 1998). Piętro czwartorzędowe związane jest z plejstoceno-holoceno osadami piaszczystymi i występuje ono na różnej głębokości, zależnej od morfologii terenu (do kilkunastu metrów). Piętro to obejmuje obszary wyznaczone pod składowiska odpadów obojętnych w rejonie Fromborka oraz Ronina (na zachód od rzeki Baudy), gdzie stopień zagrożenia wód podziemnych określono jako wysoki i bardzo wysoki.

Trzeciorzędowe piętro wodonośne tworzą piaski przewarstwione mułkami i iłami. Zalega ono pod nakładem glin o znacznej miąższości (do kilkadziesiąt metrów). Obejmuje ono swym zasięgiem wyznaczone miejsca potencjalnej lokalizacji składowisk koło wsi Bogdany, a występujące na tym obszarze wody podziemne charakteryzuje niski stopień zagrożenia.

W obrębie wyznaczonych POLS wydzielono rejonu wyspecyfikowanych uwarunkowań (RWU) wyróżnione na podstawie ograniczeń lokalizowania składowisk, wynikających z ochrony przyrody oraz zabudowy mieszkaniowej miasta Fromborka. Ograniczenia te nie mają charakteru bezwzględnych zakazów, lecz powinny być rozpatrywane indywidualnie w ocenie oddziaływania na środowisko potencjalnego składowiska, a w dalszej procedurze w ustaleniach z odpowiednimi służbami: nadzoru budowlanego, gospodarki wodnej, ochrony przyrody, konserwatorem zabytków oraz administracji geologicznej.

Ograniczenia warunkowe ze względu na ochronę przyrody wyznaczono w zasięgu Obszaru Chronionego Krajobrazu „Rzeki Baudy”, natomiast ze względu na ochronę zabudowy mieszkaniowej Fromborka – w strefie 1 km od granic miasta. Pozostałe wyznaczone miejsca pod lokalizację składowisk odpadów obojętnych nie posiadają warunkowych ograniczeń składowania odpadów.

Problem składowania odpadów komunalnych

Na terenie arkusza w strefie przypowierzchniowej nie występują utwory, które spełniałyby wymagania pod lokalizację składowisk odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne (komunalne), dla których wymagana jest warstwa gruntów spoistych o współczynniku przepuszczalności $<1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ i miąższości od 1 do 5 m. W razie konieczności lokalizacji na tym terenie takiego obiektu jak składowisko odpadów komunalnych konieczne będzie wykorzystanie izolacji syntetycznych lub sztucznie stworzonych przesłon izolacyjnych.

Ocena najkorzystniejszych warunków geologiczno-hydrogeologicznych dla lokalizowania składowisk odpadów

Wśród wydzielonych na mapie obszarów predysponowanych do składowania odpadów obojętnych najkorzystniejsze są obszary, które znajdują się w rejonie wsi Bogdany, gdzie miąższość pakietu glin zwałowych dochodzi do 22 m, a występujące na tych obszarach trzeciorzędowe (paleoeńsko-neogeńskie) użytkowe piętro wodonośne charakteryzuje się niskim stopniem zagrożenia wód podziemnych. Dodatkowym atutem jest brak ograniczeń warunkowych dla wskazanych w tym rejonie POLS.

Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Na terenach nieobjętych bezwzględnym zakazem lokalizowania składowisk wskazano odpowiednim symbolem wyrobisko po eksploatacji kopaliny (kruszywa naturalnego), które z racji pozostawienia niezagospodarowanej niszy w morfologii terenu, może być rozpatrywane jako potencjalne miejsce składowania odpadów pod warunkiem stworzenia sztucznej bariery izolacyjnej. Przestrzenny zasięg tego wyrobiska może ulegać zmianom, stąd zaznaczono je na Planszy B wyłącznie w formie punktowego znaku graficznego.

Na obszarze omawianego arkusza występuje jedno wyrobisko, które po odpowiednim przystosowaniu może stanowić niszę do składowania odpadów. Znajduje się one na południe od Fromborka. Jest ono odkrywką eksploatowanego złoża kruszywa naturalnego „Frombork”, i zlokalizowane jest na obszarze pozbawionym naturalnej izolacji, dlatego ewentualne wykorzystanie tego miejsca pod składowisko odpadów będzie wiązało się z wykonaniem sztucznych zabezpieczeń dna i skarp wyrobiska przy użyciu izolacji syntetycznych lub barier gruntowych.

Wskazane na mapie wyrobisko posiada ograniczenia warunkowe wynikające z ochrony złóż kopalin oraz ze względu na występujące w pobliżu obiekty zabudowy mieszkaniowej.

Na południe od Fromborka funkcjonuje gminne składowisko odpadów komunalnych, o powierzchni 3,3 ha.

Przedstawione na mapie tereny i miejsca predysponowane do składowania wyróżnionych typów odpadów należy traktować jako podstawę późniejszych wariantowych propozycji lokalizacyjnych i w nawiązaniu do nich projektowania odpowiednich badań geologicznych i hydrogeologicznych.

Dane i oceny zaprezentowane na planszy B zawierają elementy wiedzy o środowisku niezbędne przy optymalnym typowaniu funkcji terenów w planowaniu przestrzennym. Naturalne warunki izolacyjności podłoża są przesłanką nie tylko dla składowania odpadów, lecz także powinny być uwzględniane przy lokalizowaniu innych obiektów zaliczanych do kategorii szczególnie uciążliwych dla środowiska i zdrowia ludzi lub mogących pogorszyć stan środowiska. Informacje dotyczące zanieczyszczenia gleb i osadów dennych wód powierzchniowych mogą być użyteczne przy wskazaniu optymalnych kierunków zagospodarowania terenów zdegradowanych. Plansza B prezentuje, więc zarówno wybrane aspekty odporności na środowisko jak i zapis istotnych wskaźników zanieczyszczeń, do których dostosowane powinny być szczegółowe rozwiązania w zakresie zarządzania przestrzenią.

XI. Warunki podłoża budowlanego

Na obszarze arkusza Frombork dokonano oceny warunków geologiczno-inżynierskich podłoża budowlanego z wyłączeniem: terenów parków krajobrazowych, zwartej zabudowy miasta Frombork, obszarów leśnych, obszarów rolnych w klasach bonitacyjnych I–IVa i łąk na glebach pochodzenia organicznego.

Obszary o korzystnych i niekorzystnych warunkach dla budownictwa wydzielone zostały na podstawie map: topograficznej, geologicznej (Rabek, 1989) i hydrogeologicznej (Prusak, 1998).

Tereny o korzystnych warunkach geologiczno-inżynierskich to obszary występowania gruntów spoistych w stanach: zwartym, półzwartym, miejscami twaroplastycznym oraz gruntów sypkich w stanie zagęszczonym i średniozagęszczonym, o ile nie występują w nich zjawiska geodynamiczne, a zwierciadło wód gruntowych znajduje się na głębokości większej niż 2 m p.p.t. Takie warunki spełniają tereny Wysoczyzny Elbląskiej, gdzie na całym obszarze (z wyjątkiem dolin rzecznych Narysy i Baudy) podłoże budowlane stanowią wodnolodowcowe piaski ze żwirami i gliny zwałowe zlodowaceń północnopolskich, a poziom wód gruntowych jest tu na głębokości kilku m. p.p.t. Ponieważ jednak duże połacie w tym rejonie zajmu-

ją lasy i chronione użytki rolne, tereny nadające się pod zabudowę ograniczają się do kilku niewielkich płatów w rejonie Fromborka, w południowo-wschodnim narożu arkusza oraz niewielkiego wyniesienia zbudowanego z glin zwałowych i piasków wodnolodowcowych w rejonie Różańca i Klejnowa. Spoiste grunty na tym terenie są nieskonsolidowane, co rzutuje na obniżenie wartości parametrów geotechnicznych. W wypadku stwierdzenia zaburzeń glaciotektonicznych niezbędne będzie wykonanie wyprzedzającej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej podłoża. Na północnym i zachodnim skłonie wysoczyzny występują rozmycia i spływy powierzchniowe na skutek erozji oraz osuwiska lub zsuwy powierzchniowe, spowodowane nasyceniem gruntu wodą na skutek intensywnych opadów i podniesienia się zwierciadła wód gruntowych (Grabowski red. 2007).

Tereny o warunkach niekorzystnych dla budownictwa to rejony, gdzie występują grunty słabonośne (organiczne, spoiste miękkoplastyczne i niespoiste luźne) oraz grunty gdzie zwierciadło wód gruntowych występuje na głębokości mniejszej niż 2 m p.p.t. Warunki takie występują w północnej części omawianego terenu, w pasie wybrzeża od Nowego Wieku do Fromborka oraz w szerokiej dolinie pomiędzy rzekami Baudą i Pasłęką. Są to tereny podmokłe, torfowiska, gdzie poziom wód gruntowych występuje płycej niż 2 m p.p.t., a podłoże budowlane stanowią torfy, piaski jeziorne i piaski rzeczne delt. Do obszarów o warunkach niekorzystnych dla budownictwa należą także tereny dolin rzecznych Baudy, Narusy i niewielkiej rzeczki na południe od Fromborka. Są to obszary płytkiego występowania wód gruntowych (poniżej 2 m. p.p.t.), gdzie podłoże budowlane stanowią piaski i namuły rzeczne. Grunty organiczne to holocenijskie namuły i torfy akumulacji bagiennej, wypełniające doliny rzeczne i zagłębienia bezodpływowe. Na obszarach akumulacji organicznej występować mogą wody gruntowe agresywne w stosunku do betonu i stali.

XII. Ochrona przyrody i krajobrazu.

Obszar arkusza Frombork ma bardzo zróżnicowany charakter. Jego północna część to tereny Mierzei Wiślanej porośniętej prawie całkowicie lasami sosnowymi. Sporadycznie występują buki i dęby. Niezalesiony jest tylko wąski, kilkudziesięciometrowy pas plaży od strony północnej oraz wąski, zabagniony i podmokły pas nadbrzeżnych szuwarów od strony południowej.

W części południowej obszaru arkusza lasy zajmują około 20% powierzchni. Większe kompleksy leśne występują w dolinie rzecznej Baudy (las sosnowe) i w pasie przybrzeżnym w rejonie Świętego Kamienia (las mieszane sosnowo-dębowo-bukowe).

Gleby chronione klas bonitacyjnych I–IVa zajmują około 30% powierzchni południowej części arkusza. Występują one w postaci nieregularnych płątów, głównie na glinach zwałowych w rejonie Fromborka i na południe od tej miejscowości. Łąki chronione na glebach organicznych zajmują duże obszary na podmokłych terenach torfowych w dolinach rzek Baudy i Pastęki.

Ochroną przyrody i krajobrazu objęte jest ponad 90% obszaru arkusza. Cały teren mierzei w obrębie arkusza to tereny Parku Krajobrazowego Mierzei Wiślanej, utworzonego w 1985 roku na obszarze 3 887 ha, w celu ochrony unikatowych walorów przyrodniczych, kulturowych, historycznych i krajobrazowych m. in. charakterystycznych cech rzeźby i zróżnicowania siedliskowego, naturalnego charakteru brzegów i plaż oraz zachowania naturalnego charakteru mierzei, pasa wydm nadmorskich i niskich wybrzeży nadzalewowych. Na omawianym arkuszu zajmuje on powierzchnię około 1250 ha. Przez wody Zalewu Wiślanego, południową granicą województwa pomorskiego, biegnie granica otuliny parku.

W południowej części arkusza znajduje się niewielki północno-zachodni fragment Parku Krajobrazowego Wysoczyzny Elbląskiej. Park ten, o powierzchni 13 732 ha, utworzono w 1985 roku w celu zachowania najcenniejszych walorów środowiska przyrodniczego Wysoczyzny Elbląskiej, przede wszystkim form terenowych, wąwozów, jarów, malowniczych strumieni, jezior i oczek wodnych, mokradeł oraz śródleśnych jeziorok powstałych w zagłębieniach poerozyjnych. W parku rośnie wiele rzadkich, w tym także podlegających ochronie gatunków roślin. Szczególnie interesujące jest to, że występują tu rośliny charakterystyczne dla obszarów podgórskich, m.in. żebrowiec górski, pióropusznik strusi i lilia złotogłów. Na obszarze omawianego arkusza znajduje się niewielki fragment parku o powierzchni około 400 ha. W celu zabezpieczenia Parku przed zagrożeniami zewnętrznymi ustanowiona została jego otulina, obejmująca obszar 22 948 ha. W jej granicach znajduje się Obszar Chronionego Krajobrazu Wysoczyzny Elbląskiej-Wschód oraz południowa część Zalewu Wiślanego.

W granicach arkusza Frombork znajdują się fragmenty trzech obszarów chronionego krajobrazu. Obszar Chronionego Krajobrazu Wysoczyzny Elbląskiej-Wschód zajmuje niewielki fragment w południowej części arkusza. Chroni on krawędziową strefę Wysoczyzny Elbląskiej z jej wzniesieniami morenowymi i charakterystycznymi ekosystemami leśnymi. Jego granice pokrywają się z lądowymi granicami otuliny Parku Krajobrazowego Wysoczyzny Elbląskiej. Obszar Chronionego Krajobrazu Wybrzeża Staropruskiego – wąskiej, nisko położonej równiny napływowej, ciągnie się od ujścia Baudy wzdłuż brzegu Zalewu Wiślanego w kierunku wschodnim. Chroni on interesujące, nadbrzeżne ekosystemy leśne i wodno-

szuwarowe. Na obszarze arkusza zajmuje on niewielką powierzchnię we wschodniej części. Teren lądowy pomiędzy tymi dwoma obszarami znajduje się w Obszarze Chronionego Krajobrazu Rzeki Baudy utworzonego w celu ochrony doliny rzecznej wraz z otaczającymi ją leśnymi ekosystemami z ich bogatą fauną i florą.

Na obszarze arkusza znajduje się jeden rezerwat przyrody „Cielętnik”, utworzony w 1959 r., chroniący stanowisko brzozy niskiej rosnącej na torfowisku niskim. Brzoza niska gatunkiem objętym ochroną ścisłą, tzw. reliktem glacialnym. Spośród rzadkich i interesujących gatunków roślin na terenie rezerwatu spotykamy: wierzbę śniadą, czermień błotną, fiołek torfowy (uznany w Polsce za ginący), silnie trujący szalej jadowity. Występują tu również storczyki. Torfowisko to w przeszłości zostało osuszone. Zmiana warunków wodnych oraz zacienienie jest prawdopodobnie przyczyną zanikania brzozy niskiej, która miała tutaj kiedyś jedno z największych stanowisk na Pojezierzu Mazurskim. Aktualnie brzozę niską łatwiej spotkać poza terenem rezerwatu.

Zgodnie z planami ochrony parków krajobrazowych na obszarze arkusza Frombork projektuje się utworzenie czterech rezerwatów. Dwa z nich znajdują się na Mierzei Wiślanej. Celem powołania rezerwatu krajobrazowo florystycznego „Mikołajkowe Wydmy”, o powierzchni 102,7 ha, jest zachowanie sekwencji młodych form wydmych na wybrzeżu współcześnie akumulowanym, ochrona naturalnych procesów rozwojowych zbiorowisk wydmych i zachowanie bogatej populacji mikołajka nadmorskiego. W obrębie rezerwatu krajobrazowego „Wielbłądzi Garb” o powierzchni 76,3 ha, ochronie podlegać będzie jedna z najwyższych, najpóźniej utrwalonych wydmy na Mierzei Wiślanej oraz specyficzne dla tego obszaru lasy z grupy acydofilnych dąbrów. Większość obszaru rezerwatu znajduje się na arkuszu Krynica Morska. Projektuje się także utworzenie dwóch rezerwatów w południowej części arkusza. Rezerwat florystyczno-faunistyczny „Nowy Wiek”, o powierzchni około 290 ha, zajmie pas wysoczyzny, przyległy brzeg oraz przybrzeżne wody Zalewu Wiślanego. Celem jego utworzenia jest ochrona awifauny, zbiorowisk roślin szuwarowych i wodnych stanowiących ostoję ptactwa błotnego oraz ochrona szczątków klifu morza litorynowego wraz z porastającymi go zbiorowiskami roślinnymi. Celem powołania rezerwatu ornitologicznego „Ujście Rzeki Pasłęki” o powierzchni 295,76 ha, jest ochrona ptactwa wodno-błotnego i ich miejsc lęgowych. Na obszarze arkusza znajduje się jego zachodnia część, pomiędzy rzekami Baudą i Pasłęką.

Na omawianym obszarze znajduje się kilkanaście pomników przyrody żywej (głównie lip drobnolistnych, dębów szypułkowych i buków pospolitych) (tab. 4). Jedyne pomniki przy-

rody nieożywionej to Święty Kamień, olbrzymi głaz narzutowy o średnicy 13,80 m, znajdujący się w wodach Zalewu, 30 m od brzegu. Nazwa tego głazu wywodzi się z czasów wczesnopruskich, kiedy to pogańscy kapłani składali na nim ofiary by oddalić nieszczęścia od wyruszających na połowy rybaków.

Na obszarze arkusza znajdują się dwa użytki ekologiczne. Są to podmokłe łąki i torfowiska w gminie Braniewo. Planowane jest ponadto utworzenie kilku użytków ekologicznych na terenie gminy Frombork m.in. w obrębie przybrzeżnego pasa Zalewu Wiślanego (między Fromborkiem, a ujściem Baudy), torfowisk i łąk, zbiorników wodnych i starorzeczy oraz objęcie ochroną kilkunastu drzew pomnikowych. Propozycje te zawarte zostały w Studium kierunków zagospodarowania miasta Frombork i waloryzacji przyrodniczej gminy. Dla obiektów tych nie zostały opracowane szczegółowe dokumentacje pozwalające wnioskować o objęcie tych obszarów ochroną, w związku z czym nie zostały one zaznaczone na mapie. Plan ochrony Parku Krajobrazowego Wysoczyzny Elbląskiej zawiera propozycję utworzenia stanowiska dokumentacyjnego przyrody nieożywionej w rejonie miejscowości Narusa. Jest to zaznaczający się na brzegu Zalewu Wiślanego na północny wschód od Narusy klif morza litorynowego. Wykaz obiektów objętych ochroną przedstawia tabela nr 4.

Tabela 4

Wykaz rezerwatów, pomników przyrody, użytków ekologicznych i stanowisk dokumentacyjnych przyrody nieożywionej

Nr obiektu na mapie	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu, nazwa (powierzchnia w ha)
			Powiat		
1	2	3	4	5	6
1	R	Piaski	Krynica Morska	*	K, Fl „Mikołajkowe Wydmy” (102,7)
			nowodworski		
2	R	Krynica Morska	Krynica Morska	*	K „Wielbłądzi Garb” (76,3)
			nowodworski		
3	R	Odcinek wybrzeża między Baudą i Pasłęką	Frombork, Braniewo	*	O „Ujście rzeki Pasłęki” (295,76)
			braniewski		
4	R	Cieletnik	Braniewo	1959	Fa „Cieletnik” (3,38)*
			braniewski		
5	R	Odcinek wybrzeża między Narusą i Św. Kamieniem	Tolkmicko, Frombork	*	Fa „Nowy Wiek” (290)
			elbląski, braniewski		
6	P	Leśn. Nowy Wiek, oddz. 3fh	Tolkmicko	2001	Pż – dąb szypułkowy
			elbląski		
7	P	Święty Kamień	Tolkmicko	1962	Pn, G – „Święty Kamień” granit
			elbląski		
8	P	Leśn. Nowy Wiek, oddz. 2g	Tolkmicko	2001	Pż – buk pospolity
			elbląski		
9	P	Leśn. Nowy Wiek, oddz. 9a	Tolkmicko	2001	Pż – daglezwia zielona
			elbląski		

1	2	3	4	5	6
10	P	Leśn. Nowy Wiek, oddz. 6m	Tolkmicko elbląski	2001	Pż – buk pospolity
11	P	Leśn. Nowy Wiek, oddz. 6m	Tolkmicko elbląski	2001	Pż – dąb szypułkowy
12	P	Leśn. Nowy Wiek, oddz. 21a	Tolkmicko elbląski	2001	Pż – lipa drobnolistna
13	P	Święty Kamień, przy stacji PKP	Tolkmicko elbląski	2001	Pż – lipa drobnolistna
14	P	Frombork	miasto Frombork braniewski	1957	Pż dąb szypułkowy
15	P	Frombork	miasto Frombork braniewski	1996	Pż – klon pospolity
16	P	Frombork	miasto Frombork braniewski	1957	Pż – jesion wyniosły
17	P	Frombork	miasto Frombork braniewski	1957	Pż – jesion wyniosły
18	P	Frombork	miasto Frombork braniewski	1996	Pż – jesion wyniosły
19	P	Frombork	miasto Frombork braniewski	1996	Pż – buk pospolity
20	P	Frombork	miasto Frombork braniewski	1992	Pż – dąb szypułkowy
21	P	Frombork	miasto Frombork braniewski	1992	Pż – buk pospolity
22	P	Frombork	miasto Frombork braniewski	1992	Pż – klon pospolity
23	P	Frombork	miasto Frombork braniewski	1993	Pż – dąb szypułkowy
24	S	Narusa	miasto Frombork braniewski	*	F – klif litorynowy (8,50)
25	U	Różaniec	Braniewo braniewski	1996	podmokłe łąki, torfowisko (20,21)
26	U	Różaniec	Braniewo braniewski	1996	podmokłe łąki, torfowisko (2,50)

Rubryka 2: **R** – rezerwat przyrody, **P** – pomnik przyrody, **U** – użytek ekologiczny, **S** – stanowisko dokumentacyjne przyrody nieożywionej

Rubryka 5: * obiekt projektowany

Rubryka 6: rodzaj rezerwatu: **Fa** – faunistyczny, **Fl** – florystyczny, **K** – krajobrazowy, **O** – ornitologiczny
rodzaj pomnika: **Pż** – przyrody żywej, **Pn** – przyrody nieożywionej,
rodzaj obiektu: **G** – głąz narzutowy, **F** – forma morfologiczna

Według koncepcji krajowej sieci ekologicznej ECONET-Polska (Liro red., 1998) (fig. 5) cały obszar arkusza Frombork w granicach administracyjnych Polski, z wyjątkiem wód zatoki Gdańskiej znajduje się w międzynarodowym obszarze węzłowym 3 M – Ujścia Wiśły.

Przeważająca część omawianego arkusza wchodzi w obręb ostoi sieci Natura 2000 – specjalnego obszaru ochrony siedlisk Zalew Wiślany i Mierzeja Wiślana (PLH 280007) oraz

obszaru specjalnej ochrony ptaków Zalew Wiślany (PLB 280010), powołanego rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 05.09.2004 r. (tab. 5).

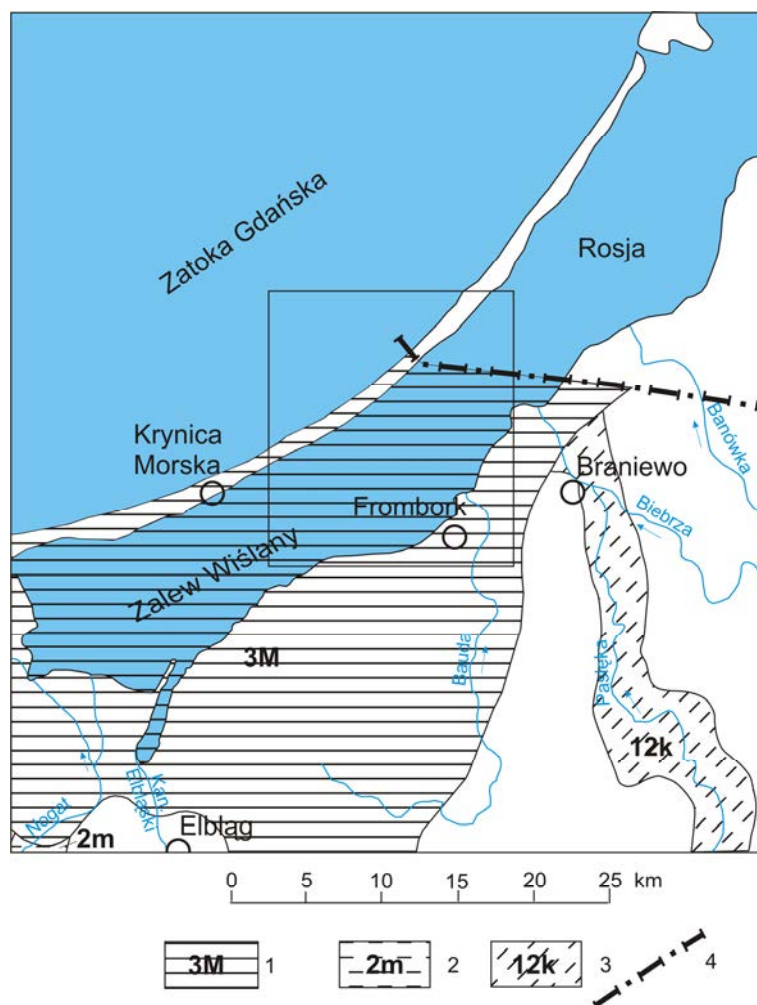


Fig. 5. Położenie arkusza Frombork na tle systemów ECONET (Liro red., 1998).

1. międzynarodowy obszar węzłowy, jego numer i nazwa: 3M – Ujścia Wisły
2. międzynarodowy korytarz ekologiczny, jego numer i nazwa: 2m – Kwidziński Dolnej Wisły
3. krajowy korytarz ekologiczny, jego numer i nazwa: 12k – Pasłęki
4. granica państwa

Obszar specjalnej ochrony ptaków Zalew Wiślany jest ostoją ptasią o randze europejskiej E 14. Występuje tu co najmniej 27 gatunków ptaków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej oraz co najmniej 9 gatunków z Polskiej Czerwonej Księgi (PCK). W okresie lęgowym występują tu m.in.: hełmiatka, gęgawa, ohar, płaskonos, perkoz dwuczuby, czapla siwa, brzczyca, bielik, a w okresie wędrówek m.in.: bielaczek, cyraneczka, gęś białoczerna, gęś zbożowa rożeniec, czernica, głowienka, mewa mała; stosunkowo duże koncentracje osiąga łabędź krzykliwy, łabędź niemy (prawdopodobnie największe pierzowisko łabędzia w kraju), gągoł i łączak.

Wykaz obszarów chronionych Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000

Lp.	Typ obszaru	Kod obszaru	Nazwa obszaru i symbol oznaczenia na mapie	Położenie centralnego punktu obszaru		Powierzchnia obszaru (ha)	Kod NUTS	Położenie administracyjne obszaru w granicach arkusza		
				Długość geogr.	Szerokość geogr.			Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4			7	8	9	10	11
1	J	PLB 280010	Zalew Wiślany (P)	E 19° 28' 26"	N 54° 21' 2"	33 665,8	PLOE1 PLOB2	warmińsko-mazurskie	braniewski	Braniewo, Frombork
									elbląski	Tolkmicko
								pomorskie	nowodworski	Krynica Morska
2	K	PLH 280007	Zalew Wiślany i Mierzeja Wiślana (S)	E 19° 25' 57"	N 54° 21' 7"	40 729,6	PLOE1 PLOB2	warmińsko-mazurskie	braniewski	Braniewo, Frombork
									elbląski	Tolkmicko
								pomorskie	nowodworski	Krynica Morska

Rubryka 2: J – OSO, częściowo przecinający się z SOO; K – SOO, częściowo przecinający się z OSO

Rubryka 4: P – obszar specjalnej ochrony ptaków; S – specjalny obszar ochrony siedlisk

Specjalny obszar ochrony siedlisk Zalew Wiślany i Mierzeja Wiślana obejmuje polską część płytkiego zalewu przymorskiego, o słonawej wodzie, wraz z Mierzeją Wiślaną oraz wąski pas najczęściej depresyjnych terenów lądowych, przylegających od strony południowej do Zalewu, będących w przeszłości częścią jego wód. Większość terenu mierzei (80%) pokrywa las. Są to głównie acydofilne dąbrowy i bór nadmorski, a w obniżeniach terenu – brzeziny bagienne i olsy. Lokalnie w zagłębieniach między wydrami wykształciły się torfowiska wysokie i przejściowe. W pasie przylegającym do Zalewu Wiślanego występują zbiorowiska roślinności nawydmowej. Na obszarze ostoi stwierdzono występowanie 18 rodzajów siedlisk i 13 gatunków z załączników I i II Dyrektywy Siedliskowej. W Zalewie Wiślanym zachowały się łąki podwodne, w tym z udziałem ramienic. Na terenie ostoi stwierdzono występowanie wielu roślin naczyniowych zagrożonych w Polsce oraz charakterystycznych dla rzadkich i zanikających siedlisk (wodnych, wydmych, solniskowych, torfowiskowych, bagiennych). Są tu stanowiska roślin atlantyckich na wschodnich granicach zasięgu w Polsce (w tym halofitów nadmorskich) i prawdopodobnie największe stanowisko mikołajka nadmorskiego na polskim wybrzeżu. Rejon Zalewu Wiślanego jest ważny dla ochrony minoga rzecznego i parposza. Regularnie pojawia się tu również foka szara.

Przez południową część arkusza z zachodu na wschód prowadzi szlak turystyczny zwany „Kopernikowskim Szlakiem”. Biegnie on z Torunia, poprzez Malbork, Elbląg, Frombork, Braniewo i Lidzbark Warmiński do Olsztyna, łącząc miejsca pobytu Mikołaja Kopernika i prezentując walory przyrodniczo-historyczno-architektoniczne tego regionu.

XIII. Zabytki kultury

Na obszarze arkusza Frombork znajduje się niewiele znalezisk archeologicznych. Najstarszymi wykopaliskami są położone w Świętym Kamieniu-Przylesiu i na północ od Narusy neolityczne osady kultury rzucewskiej. Kulturę kurhanów zachodniobałtyjskich reprezentuje osada obronna położona na wzgórzu w miejscowości Różaniec. Odkryte prymitywne żarna i rozcieracze kamienne wskazują na początki upraw rolnych na tym terenie. Na niewielkim wzniesieniu pomiędzy Fromborkiem i Roninem odkopano znaleziska archeologiczne z okresu późnorzymskiego i okresu wędrówki ludów. Wczesne osadnictwo pruskie reprezentowane jest przez średniowieczne grodziska: na Zamkowej Górze, w pobliżu leśniczówki Nowy Wiek oraz pomiędzy Narusą i Fromborkiem. Wykopaliska z okresu późniejszego średniowiecza to znajdujące się we Fromborku na wzgórzu katedralnym cmentarzysko szkieletowe użytkowane jeszcze w końcu XIV wieku i odkopany w okolicach rynku wczesnośredniowieczny zespół

miejski. Z Fromborka pochodzi także skarb brązowych ozdób i monet datowany na połowę V wieku. Do liczących się znalezisk archeologicznych należą kamienne narzędzia neolityczne oraz ozdoby bursztynowe wyłowione z wód Zalewu Wiślanego w okolicach Piasków.

Frombork, najstarsze miasto w tym rejonie założone zostało przez Krzyżaków. Pierwsze wzmianki pochodzą z roku 1278, kiedy to wzniesiono zamek obronny i katedrę. Sukcesywnie fortyfikowano wzgórze nadając mu charakter twierdzy. U podnóża ulokowała się rybacko-rzemieślnicza część osady. Prawa miejskie uzyskał Frombork w 1310 roku. W XIV i XV wieku miasto rozbudowywało się. W latach 1510–1543 mieszkał tu i pracował Mikołaj Kopernik. Ponieważ miasto jako całość nie posiadało obwarowań często, w czasie wojen polsko-krzyżackich i najazdów szwedzkich było niszczone. W 1945 prawie 80% zabudowy miasta uległo zniszczeniu. Frombork utracił prawa miejskie, a odzyskał je dopiero w 1959 roku.

Założenia urbanistyczne Starego Miasta, pochodzące z początków XIV wieku objęte zostały ochroną konserwatorską. Najcenniejszym zabytkiem jest wznoszący się na wzgórzu ponad miastem Zespół Katedralny. W skład jego wchodzi: średniowieczna katedra, pałac Ferbera, kustodia, kuria NMP, kapituła, nowy wikariat, mury obronne z wieżami i basztami i bramami. Gotycka katedra (Bazylika Archikatedralna) zbudowana w latach 1329–1388 jest wyjątkowym obiektem architektonicznym. W swoich wnętrzach kryje: późnogotycki poliptyk z 1504 roku, rokokową ambonę i barokowe organy z 1683 roku, późnorenesansowe i barokowe ołtarze i wielki murowany ołtarz z lat 1745–1752. W podziemiach katedry pochowany został Mikołaj Kopernik. Dziedziniec katedralny otoczony jest murami obronnymi z basztami i dwiema wieżami. W narożniku znajduje się tzw. Wieża Kopernikowska, zbudowana w XVI wieku, służąca uczoneму za mieszkanie, a od strony zachodniej wznosi się ośmioboczna Wieża Radziejowskiego, w której wnętrzu mieści się jedno z najlepszych polskich planetariów oraz wahadło Foucaulta – przyrząd umożliwiający naoczną obserwację ruchu obrotowego Ziemi wokół własnej osi. Wewnątrz murów znajduje się: zbudowana w latach 1329–1388 katedra Wniebowstąpienia NPM. i św. Andrzeja Apostoła, XVI-wieczny, barokowy pałac biskupa Ferbera, przebudowany w roku 1727, w którym mieści się Muzeum Kopernika, kanonia wewnętrzna z XVII–VIII wieku, oraz XIX-wieczny nowy pałac biskupi. Szereg zabudowań zabytkowych znajduje się poza murami obronnymi. Są to: zespół gotyckiego kościoła św. Mikołaja z XIV wieku z XVIII-wieczną dzwonnica i ogrodzeniem, zespół szpitala Świętego Ducha, dwie kapliczki przydrożne, cmentarz kanoników, pałac biskupi, sześć kanonii (XVII–XIX wiek), baszta żeglarska, stara szkoła, kilka domów, kanał wodny, XVI-wieczna wieża wodociągowa oraz wzniesiony w 1868 roku

neogotycki kościół poewangelicki z pastorówką (obecnie dom pogrzebowy). Do zabytków należy zaliczyć znajdującą się na trakcie Braniewo–Elbląg, XIV-wieczną, rozbudowaną w XIX wieku Bramę Południową.

Jedynymi zabytkami na obszarze arkusza znajdującymi się poza Fromborkiem są: XIX-wieczna kapliczka w Roninie, most drogowy na rzece Narusa, XIX-wieczny zespół dworski i folwarczny, składający się z dworu, rządówki, obory i parku w miejscowości Różaniec oraz cmentarz mennonicki z XVII wieku na Mierzei Wiślanej w miejscowości Piaski.

XIV. Podsumowanie

Obszar objęty arkuszem Frombork to teren typowo rolniczo-rekreacyjno-turystyczny. Gleby wyższych klas bonitacyjnych objęte ochroną występują głównie na południe od Fromborka. W zachodniej części arkusza duży obszar pokryty jest łąkami na glebach organicznych. Lasy pokrywają zachodni jego skraj, tereny przyrzeczne Baudy i Narusy i ponad 95% powierzchni Mierzei Wiślanej. Cały obszar arkusza, z wyjątkiem wód zatoki Gdańskiej w północno-zachodniej części mapy, miasta Fromborka i niewielkich obszarów przy wschodniej granicy arkusza to tereny objęte ochroną (fragmenty Parku Krajobrazowego Wysoczyzny Elbląskiej i Parku Krajobrazowego Mierzeja Wiślana z otulinami, fragmenty trzech obszarów chronionego krajobrazu, rezerwat faunistyczny, użytki ekologiczne). Przeważająca część omawianego arkusza wchodzi w obręb ostoi sieci Natura 2000. Są to specjalny obszar ochrony siedlisk Zalew Wiślany i Mierzeja Wiślana oraz obszar specjalnej ochrony ptaków Zalew Wiślany.

Przemysł na tym terenie właściwie nie istnieje. Na zalewie rozwinięte jest rybołówstwo, czynne są porty rybackie w Piaskach i Fromborku (rybacka spółdzielnia pracy „Kopernik”). Jedyne eksploatowane złoża to znajdujące się w granicach miasta złoża kruszywa naturalnego „Frombork”. Perspektywy udokumentowania złóż piasków stwierdzono na obszarze leżącym na południe od Fromborka, natomiast perspektywy udokumentowania złóż torfu do celów rolniczych i borowin do celów leczniczych istnieją na terenach podmokłych głównie w północno-wschodniej części arkusza. Z uwagi na fakt, że obszary te leżą na terenach chronionych, mogą zaistnieć problemy z ich eksploatacją.

Na omawianym obszarze występują dwa piętra wodonośne – czwartorzędowe i trzeciorzędowe. Głównym użytkowym poziomem wodonośnym zarówno na terenie Mierzei Wiślanej jak i na obszarze lądowym jest piętro czwartorzędowe.

Tereny nadające się pod zabudowę ograniczają się do kilku niewielkich płątów w rejonie Fromborka oraz w południowo-wschodnim narożu arkusza.

W granicach arkusza Frombork wyznaczono jedynie obszary predysponowane do lokalizowania składowisk odpadów obojętnych. Preferowane miejsca wskazano w okolicy Fromborka, Ronina i Bogdan, gdzie na powierzchni występują gliny zwałowe zlodowaceń północnopolskich.

Najkorzystniejszych warunków dla składowania odpadów obojętnych należy spodziewać się w okolicach Bogdan. Wyróżnione w tym rejonie obszary POLS charakteryzuje miąższość pakietu glin zwałowych dochodząca do 24,5 m, niskim stopień zagrożenia wód podziemnych oraz brak występowania ograniczeń warunkowych.

Warunkowe ograniczenia lokalizacji składowisk wynikają z ochrony zabudowy mieszkalnej (wokół Fromborka) oraz ochrony przyrody (w rejonie Fromborka oraz na zachód i wschód od Bogdan).

Lokalizacja składowisk odpadów na preferowanych obszarach powinna być poprzedzona szczegółowymi badaniami geologiczno-inżynierskimi i hydrogeologicznymi, które pozwolą na dokładne rozpoznanie parametrów określających właściwości izolacyjne glin, ich miąższości, rozprzestrzenienie, jak i potencjalną możliwość skażenia wód poziomu użytkowego przez składowisko.

Mierzeja Wiślana jest obszarem wydmowym prawie całkowicie porośniętym lasem z jedną miejscowością rybacko-letniskową Piaski. Cały jej obszar znajduje się w granicach Parku Krajobrazowego Mierzei Wiślanej.

Głównymi przyszłościowymi kierunkami rozwoju tego regionu są: rolnictwo, ochrona przyrody, rekreacja, turystyka i rybołówstwo. Szczególne walory krajobrazowo-przyrodnicze obszaru objętego arkuszem obligują do priorytetowego traktowania zagadnień ochrony środowiska przyrodniczego. Ingerencja człowieka w zasoby naturalne obszaru powinna być podporządkowana nadrzędnemu celowi, jakim, w tym rejonie, jest ochrona przyrody. Nadrzędnym celem dla samorządów lokalnych powinny być: rozwiązanie problemu gospodarki odpadami, kompleksowa ochrona środowiska naturalnego, wspieranie rozwoju turystyki, agroturystyki i rekreacji, a także koordynacja przedsięwzięć gospodarczych i społecznych w zakresie ochrony środowiska, turystyki i edukacji.

XV. Literatura

- BAJOREK J., NIEDZIELSKI A., 1968 – Orzeczenie geologiczne z badań przeprowadzonych w rejonie Braniewa w celu udokumentowania złoża surowca ilastego do produkcji wyrobów ceramiki budowlanej. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- BOGACZ A., 2003 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1:50 000 arkusz Frombork (31) z objaśnieniami. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- GIENTKA M., MALON A., DYLAĞ J. (red.), 2008 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.12.2007. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GIRJATOWICZ J., 1990 – Atlas złodzenia wód polskiego wybrzeża Bałtyku. Akademia Rolnicza, Urząd Morski w Szczecinie.
- GRABOWSKI D. (red.), MORAWSKI W., POCHOCKA-SZWARC K., 2007 – System Osłony Przeciwsuwiskowej Etap I: Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie pomorskim. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- HRYNKIEWICZ-MOCZULSKA G., WOJTKIEWICZ J., 1983 – Sprawozdanie z poszukiwań serii piaszczysto-żwirowej w N i NE części województwa elbląskiego (byłe powiaty Braniewo, Elbląg, Pasłęk). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Instrukcja** opracowania Mapy geosrodowiskowej Polski, w skali 1:50 000, 2005 - Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- JURYS L., 1979 – Sprawozdanie z poszukiwań nagromadzeń bursztynu w utworach czwartorzędowych Pobrzeża Bałtyku w rejonach miejscowości Tolkmicko-Kadyny-Braniewo. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KASIŃSKI J., PIWOCKI M., 1994 – Rozpoznanie i ocena zasobów oraz możliwości eksploatacji peloidów organicznych na Mierzei Wiślanej i obrzeżeniu Zalewu Wiślanego. Archiwum Geologiczne Urzędu Marszałkowskiego. Gdańsk.
- KLECZKOWSKI A.S. (red.), 1990 – Mapa głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających ochrony, w skali 1: 500 000. AGH. Kraków.
- KONDRACKI J., 2001 – Geografia regionalna Polski, Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.
- KRAMARSKI A., 1990 – Sprawozdanie z badań poszukiwawczych nagromadzeń bursztynu w południowych rejonach Zatoki Gdańskiej. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Oddz. w Gdańsku.

- LIRO A. (red.), 1998 – Strategia wdrażania krajowej sieci ekologicznej. Wyd. Fundacja IUCN -Poland, Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- MARKS L., BER A., GOGOŁEK W., PIOTROWSKA K., (red.), 2006 – Mapa geologiczna Polski w skali 1:500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- MOCZULSKA G., 1983 – Orzeczenie z badań geologicznych wykonanych dla budowy wałów przeciwpowodziowych Zalewu Wiślanego w rejonie Różaniec-Klejnowo. Archiwum Geologiczne Urzędu Marszałkowskiego w Olsztynie, Oddział w Elblągu.
- OSTRZYŻEK S., DEMBEK W., 1996 – Zlokalizowanie i charakterystyka złóż torfów w Polsce spełniających kryteria potencjalnej bazy zasobowej z ustaleniem i uwzględnieniem wymogów związanych z ochroną oraz kształtowaniem środowiska. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- PONCZEK E., 1994 – Uproszczona dokumentacja złoża kruszywa naturalnego „Frombork”. Arch. Geol. Urzędu Marszałkowskiego w Olsztynie, Oddział w Elblągu.
- PRUSSAK E., 1998 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz Frombork z objaśnieniami. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- RABEK W., 1994 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski skala 1:50 000 arkusz Frombork. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- RABEK W., 1993 – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Frombork (31). Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Raport** o stanie województwa warmińsko-mazurskiego w roku 2007, 2008. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska, Olsztyn.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Dziennik Ustaw nr 165, poz. 1359, z dnia 4 października 2002 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów. Dziennik Ustaw nr 61, poz. 549 z dnia 10 kwietnia 2003 r.
- SEDLAK J., MATUSZEWSKI A., 1987 – Sprawozdanie z kompleksowych badań geologiczno-poszukiwawczych nagromadzeń bursztynu na obszarze Gdańsk–Krynica Morska. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

Sprawozdanie z badań wód Zalewu Wiślanego przeprowadzonych w okresie od lipca 2007 do czerwca 2008, 2009. www.wios.olsztyn.pl

STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1993 – Mapy radioekologiczne Polski Część I: Mapa mocy dawki promieniowania gamma w Polsce; Mapa stężeń cezu w Polsce. Skala 1:750 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1994 – Mapy radioekologiczne Polski Część II: Mapy koncentracji uranu, toru i potasu w Polsce. Skala 1:750 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

SYLWESTRZAK U., 1976 – Sprawozdanie z geologiczno-poszukiwawczych badań złóż bursztynu na terenie województw: śląskiego, gdańskiego i elbląskiego. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

Ustawa o odpadach z 27 kwietnia 2001 r. (tekst jednolity). Dziennik Ustaw nr 39, poz. 251 z dnia 5 marca 2007 r.

UŚCINOWICZ S., ZACHOWICZ J., 1992 – Mapa geologiczna dna Bałtyku 1:200 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

UŚCINOWICZ S., ZACHOWICZ J., 1994 – Objasnienia do mapy geologicznej dna Bałtyku 1: 200 000. Arkusz Gdańsk, Elbląg, Głębina Gdańska. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

ZACHOWICZ J., UŚCINOWICZ S., JEGLIŃSKI W., PRZEŹDZIECKI P., KAULUBARSZ D., KOSZKA-MAROŃ D., NEUMAN M., WOŹNIAK T., 2007 – Aktualizacja i opracowanie cyfrowe w systemie arc-info arkuszy „Mapy geodynamicznej polskiej strefy brzegowej Bałtyku południowego w skali 1:10 000” odcinek Gdynia-Piaski. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

WOŚ A., 1999 – Klimat Polski, Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.