



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

ZASADY POSZUKIWAŃ I DOKUMENTOWANIA ZŁÓŻ BURSZTYNU

Zalecenia metodyczne



**NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA
I GOSPODARKI WODNEJ**

WARSZAWA 2010



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

**ZASADY
POSZUKIWAŃ I DOKUMENTOWANIA
ZŁÓŻ BURSZTYNU**

Zalecenia metodyczne



**Wykonano na zamówienie Ministra Środowiska
za środki finansowe wypłacone przez
Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej**

WARSZAWA 2010

Opracowanie redakcyjne: prof. dr hab. inż. Marek Nieć

Na podstawie prac zespołu:

mgr inż. Leszek Jurys
Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Geologii Morza, Gdańsk

dr Jacek R. Kasiński
Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa

prof. dr hab. inż. Jerzy Klich
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

dr Regina Kramarska
Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Geologii Morza, Gdańsk

mgr inż. Waclaw Listkowski
Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL S.A.

mgr Lech Łazowski
Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL S.A.

mgr inż. Anna Małka
Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Geologii Morza, Gdańsk

prof. dr hab. inż. Jacek Mucha
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

prof. dr hab. inż. Marek Nieć
Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków

prof. dr hab. Ryszard Sałaciński
Uniwersytet Warszawski

mgr Andrzej Saternus
Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa

mgr Paweł Urbański
Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Geologii Morza, Gdańsk

mgr Krzysztof Zieliński
Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL S.A.,

przedstawionych w opracowaniu pt. „Określenie zasad poszukiwań i dokumentowania złóż bursztynu”, wykonanych w Przedsiębiorstwie Geologicznym POLGEOL S.A.

Konsultacja naukowa: prof. dr hab. Barbara Kosmowska-Ceranowicz

Recenzenci: mgr inż. Andrzej Matuszewski

doc. dr hab. inż. Barbara Radwanek-Bąk

Opracowanie wykonano w Przedsiębiorstwie Geologicznym POLGEOL S.A. na zamówienie Ministra Środowiska za środki finansowe wypłacone przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Opracowanie edytorskie: AWK GEO s.c.

© Copyright by Ministerstwo Środowiska

ISBN 978-83-60605-17-2

Druk: Firma VIA

Spis treści

Uwagi wstępne	4
Podstawowe terminy	6
1. Warunki występowania złóż bursztynu	7
1.1. Obszary źródłowe	7
1.2. Transport i sedymentacja bursztynu	8
2. Typy (modele) złóż bursztynu z punktu widzenia metodyki ich poszukiwań i rozpoznawania	10
3. Wielkość złóż	14
4. Obszary perspektywiczne występowania złóż	16
4.1. Przesłanki poszukiwawcze	16
4.2. Oznaki złożowe	17
4.3. Obszary możliwego występowania złóż bursztynu i perspektywiczne dla ich poszukiwań	18
5. Warunki geologiczne występowania złóż i ich eksploatacji	24
6. Metodyka poszukiwań i rozpoznawania złóż bursztynu	26
6.1. Stan badań metodyki rozpoznawania złóż bursztynu	26
6.2. Poszukiwanie i rozpoznawanie złóż bursztynu	30
6.2.1. Cechy specyficzne projektowania prac poszukiwawczych i rozpoznawczych złóż bursztynu	30
6.2.2. Zasady ogólne realizacji prac poszukiwawczych i rozpoznawczych	31
6.2.3. Prace rekonesansowe i poszukiwania wstępne	31
6.2.4. Prace poszukiwawcze szczegółowe i rozpoznawanie złóż bursztynu	33
6.3. Wykonywanie wierceń i opróbowanie	34
7. Tok realizacji prac poszukiwawczo-rozpoznawczych z równoczesną eksploatacją i szacowaniem zasobów	39
8. Dokumentowanie i zagospodarowanie złoża	45
8.1. Wymagania formalne odnośnie rozpoznawania i dokumentowania złóż bursztynu i gospodarki złożem	45
8.2. Wybór obszaru dla prowadzenia prac poszukiwawczo- rozpoznawczych	46
8.3. Kryteria bilansowości i ocena górniczo-geologiczna złoża	47
8.4. Ocena jakości kopaliny	49
8.5. Sporządzanie dokumentacji geologicznej złoża	49
8.6. Zagospodarowanie złoża i ewidencjonowanie zmian stanu zasobów	50
Literatura	53
Załączniki	55
Zał. 1. Obszary bursztynonośne i perspektywiczne zachodniej części Zatoki Gdańskiej	
Zał. 2. Obszary bursztynonośne i perspektywiczne Lubelszczyzny	
Zał. 3. Obszary bursztynonośne i perspektywiczne delty Wisły	

Uwagi wstępne

Występowanie bursztynu w Polsce i ogólne warunki jego akumulacji poznane zostały w utworach trzeciorzędowych - paleogeńskich (Kramarska, Kasiński 2008, Kramarska i in. 2008) i morskich holocenijskich (Zalewska 1974, Tomczak i in. 1990, Kosmowska-Ceranowicz 2004). Jego obecność rejestrowana jest także w utworach plejstoceńskich i lądowych holocenijskich (Kosmowska-Ceranowicz red. 2002), ale o sposobie jego występowania w tym przypadku można wnioskować tylko na podstawie skąpych opisów oraz ogólnych warunków geologicznych.

Dotychczas rozpoznanych i udokumentowanych zostało kilka złóż bursztynu (tab. 1). Jego występowanie stwierdzone w wielu miejscach (Kosmowska-Ceranowicz red. 2002, Kramarska, Kasiński 2008) sugeruje możliwość znalezienia dalszych złóż i znaczny potencjał zasobowy. Zwracano na to już uwagę kilkakrotnie (Kramarska, Kasiński 2008, Kramarska i in. 2008, Łazowski, Parecki 2004, Sałaciński, Łazowski 2008). Dotychczasowy stan znajomości warunków akumulacji bursztynu pozwala na systematyzację oceny perspektyw znalezienia jego złóż i określenie możliwych kierunków prac poszukiwawczych, rozpoznawczych.

Mimo wielowiekowej eksploatacji bursztynu, stan znajomości złóż bursztynu jest niewielki. Poza odosobnionymi przypadkami nie były one systematycznie badane. Eksploatacja współczesna również nie dostarcza zadowalających informacji w tym zakresie, zwłaszcza że prowadzona była często nielegalnie. Można jednak określić ogólne zasady dokumentowania jego złóż.

Poniższe wytyczne powstały na podstawie szczegółowego studium warunków geologicznych występowania bursztynu, podsumowującego i porządkującego stan wiedzy na ten temat. Ich celem jest wskazanie sposobów poszukiwania i rozpoznawania złóż bursztynu możliwych do zastosowania przy obecnym stanie wiedzy z uwzględnieniem obowiązujących przepisów prawa geologicznego i górniczego (wg. stanu na 1.08.2010).

Tabela 1. Rozpoznane i eksploatowane złoża bursztynu

Złoże	Utwory bursztynowości	Typ złoża	Kategoria rozpoznania	Zasoby* [Mg]	Stan zagospodarowania
Górka Lubartowska	paleogeńskie	stratoidalne	D	1088	niezagospodarowane
Możdżanowo	paleogeńskie w krze glacialnej	gniazdowe	C ₂	10	częściowo wyeksploatowane
Przeróbka SL	holoceńskie morskie	stratoidalno-gniazdowe	C ₁	17	niezagospodarowane
Wiślinka	"	"	C ₁	ok. 4	częściowo wyeksploatowane
Wisłoujście	"	"		178	wyeksploatowane
Górki Zachodnie	"	"		12	wyeksploatowane
Sobieszewo-Komary	"	"		31	wyeksploatowane
Stegna	"	"	D	1,4	niezagospodarowane
Sztutowo	"	"	D	192	"
Smoldzino	"	"	D	0,6	"

* dane orientacyjne

Podstawowe terminy

W opracowaniach dotyczących złóż bursztynu stosowane bywały różne i niejednoznaczne terminy określające zawartość bursztynu oraz jednostki, w jakich ją wyrażano. W celu ujednoczenia informacji dotyczących złóż bursztynu należy stosować poniższe terminy:

Bursztynoność – stwierdzona lub przewidywana obecność bursztynu w utworach skalnych, charakteryzowana zawartością bursztynu [w g/m^3 lub kg/m^3] albo zasobnością [w g/m^2 lub kg/m^2].

Seria bursztynonośna (złożowa) – wyodrębniony w profilu zespół utworów bursztynonośnych wraz z przewarstwieniami płonnymi, o określonym położeniu stropu i spągu wyznaczanym na podstawie jednolitych kryteriów litologicznych, zwykle stwierdzonej lub możliwej obecności bursztynu.

Utwory (skały) bursztynonośne – skały osadowe zawierające bursztyn występujący w formie ziarn i bryłek.

Wskaźnik bursztynoności – stosunek liczby otworów, w których stwierdzono obecność bursztynu, do całkowitej ich liczby w obszarze objętym pracami poszukiwawczymi lub rozpoznawczymi.

Wydajność złoża – zob. zasobność złoża.

Złoże bursztynu – naturalne nagromadzenia utworów bursztynonośnych, lub dająca się przestrzennie wyodrębnić ich część, w których występuje bursztyn w ilości kwalifikującej się do eksploatacji*.

Zawartość bursztynu – ilość bursztynu w jednostce objętości skały bursztynonośnej [w g/m^3 lub kg/m^3]. Zawsze należy podać jednostki!

Zasobność złoża – ilość bursztynu odniesiona do 1 m^2 powierzchni [w g/m^2 lub kg/m^2]. Zawsze należy podać jednostki!

* której wydobycie, zgodnie z definicją złoża przyjętą w ustawie Prawo geologiczne i górnicze, „może przynieść korzyść gospodarczą”

1. Warunki występowania złóż bursztynu

1.1. Obszary źródłowe

Pierwotnym źródłem bursztynu są obszary lądowe na obrzeżeniu eoceńskiego basenu morskiego. Wyróżnia się dwa takie obszary:

- Północny, obejmujący południową Skandynawię i północną część basenu Morza Bałtyckiego,
- Południowy, położony na obszarze Polski południowo-wschodniej i zachodniej Ukrainy

Jego pierwotne nagromadzenia tworzyły się w utworach eoceńskich, w obszarze deltowym rzek i lagunowo-przybrzeżno-morskim. Były one źródłem bursztynu rozproszonego w utworach czwartorzędowych, powstających przy udziale erozji osadów starszych. Rozmywanie tych utworów i redepozycja bursztynu prowadziła do wtórnych jego nagromadzeń w osadach plejstoceńskich i holoceniowych, rzecznych, jeziornych i przybrzeżno-morskich (tab. 2).

Tabela 2. Warunki występowania bursztynu i formowania jego koncentracji złóżowych

Wiek	Proces	Utwory bursztynowości	Forma występowania bursztynu	Uwagi
Eocen górny	sedymentacja w środowisku deltowym, przybrzeżno-morskim, lagunowym	mułki, mułki piaszczyste	rozproszony z lokalnymi nagromadzeniami	koncentracje złóżowe

Górny plejstocen (złodowacenie Wisły – faza pomorska)	erozja, egzaracja utworów eoceńskich i akumulacja ich produktów	gliny zwałowe, utwory wodnolodowcowe	rozproszony, lokalne małe nagromadzenia (wystąpienia)	koncentracje złożowe w porwakach utworów eoceńskich
Górny plejstocen schyłkowy okres złodowacenia Wisły	rozmywanie glin zwałowych	mułkowo-piaszczyste osady rzeczne i fluwioglacjalne	lokalne koncentracje w utworach fluwioglacjalnych	lokalne niewielkie koncentracje (wystąpienia) – znaczenie historyczne
Holocen faza morza litorinowego	rozmywanie utworów eoceńskich i plejstocenijskich oraz akumulacja jego produktów	mułkowo-piaszczyste osady przybrzeżno-morskie, plażowe	wtórna akumulacja lokalnie gniazdowa	lokalne koncentracje złożowe
Holocen najmłodszy czasy współczesne	rozmywanie glin zwałowych i osadów fluwioglacjalnych, akumulacja jego produktów	mułki, namuły rzeczne, piaski drobnoziarniste	niewielkie nagromadzenia eluwialno-residualne i w osadach rzecznych facji powodziowej	lokalne niewielkie koncentracje (wystąpienia) - znaczenie historyczne

1.2. Transport i sedymentacja bursztynu

Bursztyn z obszarów źródłowych przenoszony jest i osadzany w formie okruczowej. Jego niska gęstość właściwa ($0,96 \div 1,05 \div 1,1 \text{ g/cm}^3$) powoduje specyficzne zachowanie się w czasie transportu i sedymentacji. W wodzie o podwyższonej mineralizacji, zwłaszcza zasolonej lub z zawiesiną składników mineralnych, może być unoszony na znaczne odległości, co sprzyja jego rozpraszaniu. Podstawowym warunkiem nieodzownym dla osadzania bursztynu jest odpowiednie zmniejszenie prędkości przepływu i opadanie w spokojnej wodzie, gdy prędkość przepływu jest mniejsza od prędkości opadania. Niska gęstość właściwa bursztynu w stosunku do wody powoduje małą prędkość opadania ziaren nawet o dużej objętości.

Warunkiem akumulacji bursztynu jest występowanie:

- a) dostatecznie obfitego jego źródła,
- b) warunków dogodnych do jego osadzania,
 - niska prędkość lub ograniczony przepływ transportującej wody,

- możliwość unieruchamiania ziarn bursztynu w osadzie, np. przez transportowane wraz z nim fragmenty roślin lub na podłożu roślinnym,
- c) zabezpieczenie osadu przed późniejszym rozmywaniem.

W warunkach statycznych z podobną prędkością opadają ziarna bursztynu o wymiarach poniżej 10 mm i ziarna mineralne (kwarcowe, skaleniowe, ilaste) o wymiarach poniżej 0,06 mm (frakcja mułkowo-ilasta). W osadzie grubiej ziarnistym – piaskach drobnoziarnistych (0,06÷0,25 mm) mogą występować przede wszystkim większe ziarna bursztynu (odpowiednio 10 do 45 mm).

Osadzanie bursztynu może mieć miejsce w:

- zagłębieniach bezodpływowych, morskich-lagunowych, w dolinach rzek, w obrębie utworów facji powodziowej (zwłaszcza na tarasach zalewowych), w obniżeniach morfologicznych, zatorfionych, w starorzeczach,
- w rejonach drastycznego zmniejszenia szybkości przepływu wody w odsypach brzegowych, w zakolach meandrowych, brzeżnych strefach stożków napływowych,
- strefach konwergencji ruchu falowego w zbiornikach morskich, w osadach plażowych, przybrzeżnych przybarierowych, lagunowych.

Warunkiem nieodzownym jest występowanie w osadzie dużych szczątków organicznych, fragmentów roślinnych, a także muszli, które ułatwiają zatrzymywanie bursztynu w osadzie. Akumulacji bursztynu sprzyjało także osadzanie utworów bursztynonośnych na terenie pokrytym roślinnością, np. na torfowiskach.

2. Typy (modele) złóż z punktu widzenia metodyki ich poszukiwań i rozpoznawania

Podstawową cechą złóż, z punktu widzenia metodyki ich rozpoznawania, jest ich forma i sposób ułożenia w stosunku do skał otaczających oraz rozmiary i ciągłość. Na podstawie dotychczasowej znajomości złóż bursztynu można wyróżnić trzy zasadnicze ich typy:

- stratoidalne-pokładowe,
- stratoidalne, gniazdowo-soczewowe,
- gniazdowe.

Złoża stratoidalne-pokładowe występują w utworach paleogeńskich (eocieńskich). Tworzą je osady bursztynonośne wyodrębnione litologicznie (Kramarska, Kasiński 2008, Kramarska i in. 2008). Zawartość bursztynu jest zmienna w pionie i w poziomie. W poziomie złoża może być nieciągłe z powodu:

- zaniku bursztynonośności w pewnych obszarach,
- rozmyć poprzedzających depozycję utworów młodszych (czwartorzędowych).

W przypadku dużej nieciągłości możliwe są przejścia do złóż gniazdowo-soczewowych.

Utworem bursztynonośnym są szarozielone mułki i piaski drobnoziarniste, mułkowe, glaukonitowe, niekiedy fosforytonośne (tab. 3). Miąższość serii bursztynonośnych wynosi od kilku do kilkunastu metrów

Złoża stratoidalne gniazdowo-soczewowe tworzą nagromadzenia bursztynu w utworach przede wszystkim holocen-skich. Wyróżnić można dwa ich typy:

- 1) przybrzeżno-morski,
- 2) aluwialny.

W złożach przybrzeżno-morskich bursztynonośnymi są litoralne piaski drobno- i średnioziarniste, mułkowate, szare z detrytusem roślinnym w formie często dużych fragmentów (gałązek, szyszek, pędów), leżące ponad szarymi mułkami. Bursztyn występuje w strefowo ukierunkowanych nagromadzeniach rozmieszczonych nieregularnie w profilu serii bursztynonośnej, na głębokości od kilku do kilkunastu metrów (najczęściej 4,0÷10,0 m). Tworzą one gniazda lub wydłużone soczewy w osadach piaszczysto-mułkowych, bogatych w szczątki organiczne. Rozmiary stref bursztynonośnych wynoszą od kilku do 100÷200 metrów. Zauważalne jest ich grupowanie się w pewnych ciągach, w których gniazda-soczewy bursztynonośne rozdzielone są utworami płonnyymi. W zbadanych obszarach złóż w utworach plaż kopalnych w delcie Wisły strefy bursztynonośne są wydłużone w kierunku równoległym do linii brzegowej (Jurys, Kramarska 2008) lub prostopadle, albo skośnie do niego, wzdłuż kanałów odpływowych wód sztormowych (Łazowski, Parecki 2004).

W złożach aluwialnych bursztyn występuje w osadach rzecznych, przede wszystkim na Kurpiach. Warunki jego występowania są słabo poznane. W bardzo wielu miejscach jego eksploatacji w czasach historycznych, w szczególności od XVIII w. do początków XX w., nie prowadzono obserwacji geologicznych.

Na podstawie istniejących opisów można stwierdzić, że przedmiotem eksploatacji były wystąpienia bursztynu spotykane przede wszystkim na tarasach zalewowych i nadzalewowych, w najmłodszych osadach rzecznych facji powodziowej, mułkach, namułach („szarej ziemi”) bogatych w fragmenty roślin, w tym pnie drzew (uważane za wskaźnik bursztynonośności), w obniżeniach niekiedy zatorfionych lub pod rudą darniową. Przez ludowych poszukiwaczy wyróżniane były trzy typy osadów bursztynonośnych: czerwone piaszczyste („żeleźniak”), czarne namuły („czarny szlam”) oraz mułki siwe i modre ze szczątkami roślinnymi, uważane za najbogatsze (Chętnik 1951). Utwory bursztynonośne o miąższości do kilkunastu centymetrów występowały w spagu osadów mułkowych na głębokości do około 1,5÷1,8 m bezpośrednio na piaskach, a pod „różnymi warstwami napływowymi” (Pusch 1903) lub głębiej do około 3 m w piaskach szarych ze smugami detrytusu drzewnego, pod przykryciem ciemnych osadów mułkowo-ilastych. Nagromadze-

nia bursztynu znajdowano w wydłużonych soczewach – pasach o długości do około 30 m i szerokości do 1,5 m (Pietrzak 2002) oraz gniazdach. Grupowały się one w pewnych obszarach lub strefach.

Złoża gniazdowe typowe występują wśród utworów plejstoceniowych. Tworzą je:

- 1) porwaki i kry bursztynonośnych utworów paleogeńskich w obrębie utworów czwartorzędowych. Często są to zaburzone glaciektogenicznie przemieszane osady paleogeńskie i plejstoceniowe lub lokalne akumulacje materiału paleogeńskiego w osadach lodowcowych,
- 2) nagromadzenia residualno-eluwialne bursztynu:
 - w obszarach wysoczyzn morenowych. Bursztyn występuje w namulach i osadach mułkowo-piaszczystych w zagłębieniach bezodpływowych po wytopieniu martwego lodu,
 - na obszarach pokryw sandrowych w odsypach międzykorytowych i bocznych strug roztokowych i w zakolach meandrowych,
 - na obszarach pokryw sandrowych przemodelowanych przez procesy eoliczne, w obniżeniach międzywydmowych.

Tabela 3. Typowe profile paleogeńskich serii bursztynonośnych

Wiek	Region pomorski			Region lubelski			
	Formacja	Ogniwo	Miaższość [m]	Litologia	Formacja	Miaższość [m]	Litologia
Oligocen dolny (rupel)	mosińska dolina	z Chłapowa	30	szare i szarozielonkawe piaski kwarcowe ze żwirem i ziarnami glaukonitu			
		z Polczyna	17	szarozielone mułki piaszczyste i piaski mułkowane z glaukonitem i muskowitem, fosforytami ulamkami muszli i bursztynem			
Eocen góry (priabon)	pomorska	mieroszyńskie górne	10	bezwapienne lub słabo wapniste mułowce piaszczyste, z lyszczykami i glaukonitem	z Siemienia		żółte, szaro-zielone, zielone gezy ilaste
		mieroszyńskie dolne	4	piaski kwarcowo-glaukonitowe ze żwirem kwarcowym i fosforytami			szarozielone mułki wapniste
Eocen góry (bart)						do 30 (średnio 5)	zielone piaski kwarcowe, mułki piaszczyste glaukonitowe słabo wapniste ze żwirem kwarcowym, litytu, fosforytami i bursztynem
Dan					sochaczewska		margle, wapienie margliste, mułki

3. Wielkość złóż

Niska gęstość właściwa bursztynu i związana z tym łatwość przemieszczania w wodzie płynącej, obciążonej zawiesiną lub zasolonej, nie sprzyja jego koncentracji w osadzie. W związku z tym jego nagromadzenia są na ogół małe. Jeśli występują blisko obok siebie, mogą tworzyć pola złożowe lub złoża. W zależności od ilości nagromadzonego bursztynu można je podzielić w sposób przedstawiony w tabeli 4.

Wystąpienia bursztynu pospolite w wielu rejonach Pomorza i północno-wschodniego Mazowsza (Kurpie), w utworach plejstoceniowych i rzecznych holoceniowych, były dawniej eksploatowane na znaczną skalę. Obecnie mają one przede wszystkim znaczenie historyczne. Niekiedy są jeszcze lokalnie wykorzystywane.

Tabela 4. Klasyfikacja złóż i wystąpień bursztynu

Zasoby [Mg]	Charakter złoża lub wystąpienia	Typy złóż	Znaczenie gospodarcze
Ponad 1000	złoża bardzo duże	stratoidalno-pokładowe w osadach eoceńskich, stratoidalno-gniazdowe w morskich holoceniowych, utworzone przez szereg mniejszych gniazd lub soczew blisko siebie występujących	mogą być przedmiotem systematycznej eksploatacji po ich rozpoznaniu i udokumentowaniu
100÷1000	złoża duże		
10÷100	złoża małe	stratoidalno-gniazdowe w osadach morskich holoceniowych, gniazdowe lodowcowe w plejstoceniowych osadach morenowych (w krach glacialnych utworów paleogeńskich)	mogą zostać wyeksploatowane częściowo lub całkowicie w trakcie prac poszukiwawczo-rozpoznawczych
0,5÷10	złoża bardzo małe		

0,05÷0,5	wystąpienia bursztynu	gniazdowe: aluwialne w utworach rzecznych holocenijskich, residualno-eluwialne na wysoczyznach morenowych i pokrywach sandrowych, lodowcowe w utworach morenowych (w krach utworów paleogeńskich)	znaczenie historyczne
Poniżej 0,05, także pojedyncze lub nieliczne bryły lub ziarna	znaleziska bursztynu	w osadach plejstocenijskich (gliny zwałowe, piaski fluwioglacjalne i in.)	bez znaczenia złożowego lub niekiedy o znaczeniu historycznym

4. Obszary perspektywiczne występowania złóż

4.1. Przesłanki poszukiwawcze

Przesłankami występowania złóż (przesłankami poszukiwawczymi) są wszelkie dane geologiczne, geomorfologiczne, mineralogiczne, historyczne wskazujące na możliwość występowania złóż. Pozwalają one na wskazanie obszaru możliwego ich występowania. Może on być tożsamy z tym, na którym zarejestrowano odpowiednie przesłanki lub położony w jego sąsiedztwie. Podstawowe przesłanki zestawione zostały w tabeli 5.

Tabela 5. Przesłanki i oznaki poszukiwawcze złóż bursztynu

Rodzaj przesłanek		Złóża paleogeńskie	Złóża plejstocenyjskie	Złóża holocenyjskie 1. Przybrzeżno-morskie 2. Aluwialne
Przesłanki	Stratygraficzne	utwory górnocenyjskie - priabon (formacja mosińska dolna ogniwo z Połczyzna), bartpriabon (formacja z Siemienia), podrzędnie dolno-oligocenyjskie	utwory najmłodszych faz zlodowacenia północnopolskiego (fazy pomorskiej) rzadziej starszych	1. Osady morza litorinowego i regresywne politorinowe 2. Górnocenyjskie i współczesne osady rzeczne

	Paleogeograficzno-facjalne	utwory lagunowe przybrzeżno-morskie, barierowe, lagunowo-deltowe (nasypy przyujściowe u czoła delty)	utwory morenowe, utwory sandrowe dystalne	1. Osady plażowo-mierzejowe, morsko-jeziorne i jeziorno-rzeczne 2. Osady facji powodziowych (tarasy zalewowe, częściowo nadzalewowe)
	Litologiczne	mułki glaukonitowe, piaski drobnoziarniste mułkowate, wskaźnik klastyczności serii 0,125-4,0*	porwaki, kry utworów eoceńskich, piaski drobnoziarniste mułkowate	piaski drobnoziarniste, mułki bogate w szczątki organiczne
	Paleogeomorfologiczne i geomorfologiczne		równiny morenowe (moreny dennej), strefy peryferyjne (dystalne) stożków sandrowych	1. Równiny zalewowe, strefy przyboju i odpływu fal i wód sztormowych. 2. Obniżenia na powierzchni tarasów
Przesłanki i oznaki	Mineralogiczne	znaleziska i wystąpienia bursztynu	znaleziska i wystąpienia bursztynu	znaleziska i wystąpienia bursztynu
	Historyczne		informacje o eksploatacji, zachowane ślady wyrobisk górniczych (eksploatacji)	

* stosunek miąższości skał gruboklastycznych do sumy drobnoklastycznych i ilastych

4.2. Oznaki złóżowe

Oznakami złóż (oznakami poszukiwawczymi) są wszelkie zjawiska wskazujące na miejsce lokalizacji możliwego złoża.

Jedynymi oznakami poszukiwawczymi złóż bursztynu wskazującymi na możliwe miejsca występowania złóż są:

- stwierdzone jego wystąpienia w obrębie lub sąsiedztwie utworów potencjalnie bursztynonośnych,
- informacje o dawnej jego eksploatacji lub zachowane jej ślady.

W przypadku informacji o wcześniejszej eksploatacji i śladach jej prowadzenia należy mieć jednak na uwadze, że przedmiotem zainteresowania były często niewielkie nagromadzenia bursztynu, które w całości mogły zostać wyeksploatowane.

4.3. Obszary możliwego występowania złóż bursztynu i perspektywiczne dla ich poszukiwań

Zarejestrowane przesłanki i oznaki występowania złóż bursztynu pozwalają na wskazanie szeregu obszarów perspektywicznych dla ich występowania.

Są one zróżnicowane w zależności od wielkości możliwych złóż i głębokości ich występowania. Wyróżnione zostały 3 klasy możliwego położenia złóż:

- bardzo płytko położone do 10 m,
- płytko położone 10÷30 m,
- głęboko położone 30÷120 m.

Różny stan zbadania tych obszarów lub poszczególnych ich części powoduje zróżnicowanie ocen stopnia perspektywiczności i pewności jej oceny. Oceny te przedstawione zostały przy zastosowaniu klasyfikacji USGS (tab. 6 i 7). Prowadzi to do podziału obszarów perspektywicznych na klasy przedstawione w tabeli 8.

Można wyróżnić szereg obszarów perspektywicznych przedstawionych w załącznikach 1÷3.

Wysoką perspektywicznością wyróżniają się utwory paleogeńskie i morskie holoceniowe w zasięgu transgresji morza litorinowego.

Utwory paleogeńskie występują:

- w otoczeniu Zatoki Gdańskiej, zwłaszcza na zachód od niej,
- na Wyżynie Lubelskiej.

W otoczeniu Zatoki Gdańskiej stwierdzono utwory bursztynonośne głęboko położone, zwykle poniżej 100 m. Ewentualne prace poszukiwawcze muszą być poprzedzone wstępną oceną ekonomiczną eksploatacji możliwych złóż. Obszary perspektywiczne można sklasyfikować w klasach W-U/ α - γ (zał. 1).

Na Wyżynie Lubelskiej bursztynonośne utwory paleogeńskie znajdują się w wielu rejonach na głębokości do 20÷30 m. Udokumentowano tu złóż Górka Lubartowska o zasobach 1088 Mg przy zasobności średniej 377 g/m². Obecność bursztynu stwierdzono ponadto w wielu punktach. Obszary perspektywiczne można sklasyfikować w klasach W-U/ α - γ (zał. 2).

Tabela 6. Kryteria oceny stopnia perspektywiczności USGS (wg. Goudarzi 1984)

W	perspektywiczność wysoka, przewidywana na podstawie wyraźnych jednoznacznych przesłanek złożowych	W/Y	perspektywiczność wysoka, oceniana na podstawie wyraźnych jednoznacznych przesłanek oraz odosobnionych lecz wyraźnych pośrednich oznak złożowych	W/β	perspektywiczność wysoka oceniana na podstawie wyraźnych, jednoznacznych przesłanek oraz wyraźnych, bezpośrednich oznak złożowych	W/α
	perspektywiczność umiarkowana, przewidywana na podstawie nie w pełni jednoznacznych przesłanek złożowych	U/Y	perspektywiczność umiarkowana, oceniana na podstawie wyraźnych jednoznacznych przesłanek złożowych oraz odosobnionych pośrednich oznak złożowych	U/β	perspektywiczność umiarkowana przewidywana na podstawie nie w pełni jednoznacznych przesłanek złożowych oraz nielicznych wyraźnych bezpośrednich oznak złożowych	U/α
U	Perspektywiczność nie określona, ale niewykluczona (brak dostatecznych danych) 0/δ	niska perspektywiczność, przewidywana na podstawie nielicznych lub niejednoznacznych przesłanek złożowych	niska perspektywiczność, przewidywana na podstawie nie w pełni jednoznacznych przesłanek złożowych oraz niezbyt wyraźnych, pośrednich, odosobnionych oznak złożowych	N/Y	N/β	N/α
N		brak perspektyw stwierdzony w sposób jednoznaczny	BR/α	α		
BR	δ	Y	β			

STOPIEŃ PERSPEKTYWICZNOŚCI ←

STOPIEŃ PEWNOŚCI OCENY -----→

Tabela 7. Kryteria oceny stopnia perspektyw występowania złóż bursztynu

W	perspektywność wysoka, przewidywana obecność utworów potencjalnie bursztynonośnych w sąsiedztwie obszarów w których bursztynonośność została potwierdzona W/Y	perspektywność wysoka, stwierdzona jednoznacznie obecność utworów bursztynonośnych w niewielkich odosobnionych punktach W/β	perspektywność wysoka, stwierdzona jednoznacznie obecność utworów bursztynonośnych w ilości ponad 80 g/m ² W/α
	Perspektywność nie określona, ale niewykluczona (brak dostatecznych danych) 0/δ	perspektywność umiarkowana, stwierdzona obecność utworów o cechach bursztynonośnych w sąsiedztwie obszarów, w których bursztynonośność nie została w pełni potwierdzona U/Y	perspektywność umiarkowana, stwierdzone jednoznacznie występowanie utworów bursztynonośnych w sposób ciągły zawsze ze stwierdzoną obecnością bursztynu ale poniżej 80 g/m ² U/α
U	perspektywność, przewidywana obecność utworów o cechach litologicznych wskazujących na możliwość ich bursztynonośność. N/Y	niska perspektywność, stwierdzone odosobnione wystąpienia bursztynu, brak identyfikacji utworów bursztynonośnych lub określenia warunków i sposobu ich występowania N/β	niska perspektywność, stwierdzona jednoznacznie obecność utworów bursztynonośnych potwierdzona obecnością śladowych ilości bursztynu N/α
	δ	β	brak perspektyw, stwierdzony w sposób jednoznaczny brak utworów potencjalnie bursztynonośnych BR/α
N			
BR			

← STOPIEN PERSPEKTYWNOŚCI

STOPIEŃ PEWNOŚCI OCENY →

Tabela 8. Klasyfikacja obszarów perspektywicznych

Rodzaj utworów perspektywicznych	Rodzaj złóż	Obszar występowania	Możliwa wielkość złóż	Przewidywana głębokość położenia	Stopień perspektywności (zał. 1+3)	Ocena szans	
						Stwierdzenia złóż	Zagospodarowania złóż
Eoceńskie	Stratoidalne, stratoidalno-gniazdowe („pokładowe”)	Pomorski	duże	80÷120 m	W-U/α-y	duże	wątpliwe, wymagają szczegółowej analizy
		Lubelski	duże i średnie	do około 30 m	W-U/α-y	duże	duże
Plejstoceńskie	Gniazdowe	Pomorski	małe i wystąpienia	do około 30 m	W-U/α-y	małe	małe
		Kurpie	wystąpienia	do kilkunastu metrów	N/β	małe	małe
Holocenne	Stratoidalno-gniazdowe	obrzeża Zatoki Gdańskiej	małe - duże	do kilkunastu metrów	W/ α, U-N/y	duże	duże
		wybrzeże na zachód od Zatoki Gdańskiej	małe	do kilkunastu metrów	U/ β	umiarkowane	małe
	Gniazdowe	Kurpie	wystąpienia i małe	do kilku metrów	N/β	małe	małe

Morskie osady holoceniowe występują w pasie pobraża Zatoki Gdańskiej na wschód od Gdańska. Stwierdzono i eksploatowano tu złoża Górki Zachodnie, Sobieszewo, Wisłoujście, Wiślinka, Sztutowo. W wielu miejscach była prowadzona eksploatacja nielegalna. Obecnie w rejonie Gdańska są prowadzone prace związane z poszukiwaniami, rozpoznawaniem i wydobywaniem bursztynu na gruntach będących własnością gminy Miasta Gdańska oddawanych w dzierżawę na wspomniane cele, na podstawie Zarządzenia Prezydenta Miasta Gdańska*.

Wysoką perspektywicznością (klasy W/ α) charakteryzuje się strefa pobraża o szerokości ok. 4÷5 km (zał. 3). Jego bursztynonośność jest potwierdzona przez liczne miejsca eksploatacji. Utwory bursztynonośne występują tu zwykle do głębokości kilku i rzadziej kilkunastu metrów. Obszar położony bezpośrednio na południe (pas o szerokości 2÷3 km), można uznać na zasadzie analogii także za wysoce perspektywiczny (klasy W/ γ). Pozostały obszar w zasięgu transgresji morza litorinowego jest umiarkowanie perspektywiczny (klasy U-N/ γ). Niezbędne są na tym obszarze badania dla potwierdzenia możliwości występowania utworów bursztynonośnych (Kramarska, Zachowicz 2006).

Umiarkowanie perspektywicznymi są obszary pobraża na zachód od Zatoki Gdańskiej w granicach zasięgu transgresji morza litorinowego. Udokumentowano tu złożo Smółdzino o zasobach 0,6 Mg. Utwory bursztynonośne poznane są tu w sposób fragmentaryczny (klasa perspektywiczności U/ β)

W strefie moren stadiału Wisły możliwe jest występowanie małych, gniazdowych złóż bursztynu w porwakach utworów paleogeńskich. Były one eksploatowane w przeszłości w wielu miejscach, szczególnie w rejonie Gdańska, a także Braniewa, Bytowa, Białogardu. Udokumentowano jedno złożo w Możdżanowie o zasobach 10 Mg, jeszcze nie wyeksploatowanych. Bardzo nieregularne rozmieszczenie takich kier, niezmiernie zróżnicowane ich rozmiary oraz często złożone formy występowania utworów bursztynonośnych, zaburzonych glaciektonicznie i przemieszanych z utworami morenowymi powoduje, że tego typu złoża są mało perspektywiczne dla poszukiwań.

* Zarządzenie Prezydenta Miasta Gdańska nr 847/2007 z dnia 7 lipca 2007 r. w sprawie określenia zasad i trybu oddawania w dzierżawę gruntów stanowiących własność Gminy Miasta Gdańska na cele związane z poszukiwaniem, rozpoznaniem i wydobywaniem złóż bursztynu

Również mało perspektywiczne dla poszukiwań (klasy N/β) są złoża gniazdowe, residualno-eluwialne na obszarach morenowych i aluwialne w osadach sandrowych i rzecznych, ze względu na małe ich rozmiary, nieregularne występowanie oraz brak dających się wyodrębnić utworów potencjalnie bursztynowych na większym obszarze. W wielu rejonach tego typu wystąpienia bursztynu zostały już wyeksploatowane. Nie wyklucza to możliwości lokalnego występowania małych złóż.

5. Warunki geologiczne występowania złóż i ich eksploatacji

Z punktu widzenia eksploatacji złóż bursztynu istotne znaczenie ma kilka ich cech:

- skały bursztynonośne oraz tworzące ich nadkład i występujące poniżej złoża są mało zwarte, spójne lub luźne – mułki, piaski drobnoziarniste i mułkowate,
- utwory występujące w nadkładzie i poniżej złoża są zawodnione, złoża nie jest zwykle izolowane od poziomów wodonośnych,
- bursztynonośność serii złożowej jest nierównomierna w profilu i w poziomie, często nieciągła lub gniazdowa.

Teoretycznie złoża bursztynu mogą być eksploatowane sposobem podziemnym, odkrywkowym i otworowym. Wybór sposobu eksploatacji zależy od głębokości położenia złoża i właściwości złoża i skał otaczających (tab. 9).

Tabela 9. Metody eksploatacji złóż bursztynu

Cechy złoża, warunki jego występowania i eksploatacji	Metody eksploatacji				
	Podziemna		Odkrywko- wa	Otworowa	
	Szybikowa	Zabierkowa		Hydromechaniczna	Hydrauliczna
Typy złóż	bez znaczenia	stratoidalne-pokładowe	stratoidalne-pokładowe	bez znaczenia preferowane stratoidalne-pokładowe	bez znaczenia
Wielkość złóż	bez znaczenia	co najmniej małe	duże	duże	bez znaczenia

Głębokość położenia złoża	do kilkunastu metrów	poniżej kilkunastu metrów	do kilkadziesiąt metrów	bez ograniczeń (w zależności od opłacalności)	do około 10 m
Rodzaj skał bursztynowych	bez znaczenia wskazane łatwo urabialne			łatwo rozmywalne	
Rodzaj skał nadkładu	wskazane łatwo urabialne	dostatecznie związane w stropie bezpośrednim dla utrzymania wyrobisk	wskazane łatwo urabialne	nierozmywalne lub trudniej rozmywalne niż tworzące złoża	wskazane nierozmywalne lub trudniej rozmywalne niż tworzące złoża
Skąły w spągu złoża	dowolne	dostatecznie związane dla utrzymania obudowy wyrobisk	dostatecznie związane o odpowiedniej nośności dla maszyn	nierozmywalne lub trudniej rozmywalne niż tworzące złoża	
Zawodnienie złoża i skał otaczających	brak lub niewielkie nie wymagające odwadniania	brak lub niewielkie, łatwe do odwodnienia	brak lub niewielkie, łatwe do odwodnienia	poziomy wodonośne o zwierciadle swobodnym, lub napiętym pod niewielkim ciśnieniem	bez znaczenia – poziomy wodonośne o zwierciadle swobodnym
Warunki stosowania eksploatacji	znaczenie historyczne	znaczenie historyczne	niezbędna dostępność terenu na obszarze całego złoża	w zasadzie bez ograniczeń ale wskazana dostępność terenu na obszarze całego złoża	

6. **Metodyka poszukiwań i rozpoznawania złóż bursztynu**

6.1. **Stan badań metodyki rozpoznawania złóż bursztynu**

Metodyka rozpoznawania złóż bursztynu była dotychczas przedmiotem badań w niewielkim zakresie. Systematyczne takie badania zostały wykonane w odniesieniu do złóż stratoidalnych - pokładowych sambijskich, paleogeńskich na przykładzie złoża Palmnikeńskiego (Pietrowa 1988). Stwierdzono:

- dużą zmienność miąższości złoża i całkowitej zawartości bursztynu (współczynniki zmienności odpowiednio 44,5% i 49%),
- brak prawidłowości rozmieszczenia ziaren bursztynu o różnej wielkości i różnej przejrzystości oraz innych cechach jubilerskich,
- bardzo dużą zmienność zawartości ziaren bursztynu ponad 18 mm ($V = 88\%$) i skrajnie dużą ziaren ponad 32 mm ($V = 104\%$),
- brak możliwości oszacowania zasobów bursztynu jubilerskiego na etapie rozpoznania złoża przed podjęciem jego eksploatacji i możliwość takiej oceny dopiero na podstawie rozpoznania eksploatacyjnego (opróbowania wyrobisk górniczych).

Na podstawie analizy zmienności złoża, metodą rozrzedzenia sieci rozpoznawczej oraz porównania wyników rozpoznania złoża i eksploatacji stwierdzono, że zadowalające rozpoznanie podstawowych cech złoża (miąższości i całkowitej zawartości bursztynu) można osiągnąć za pomocą wierceń w sieci o boku

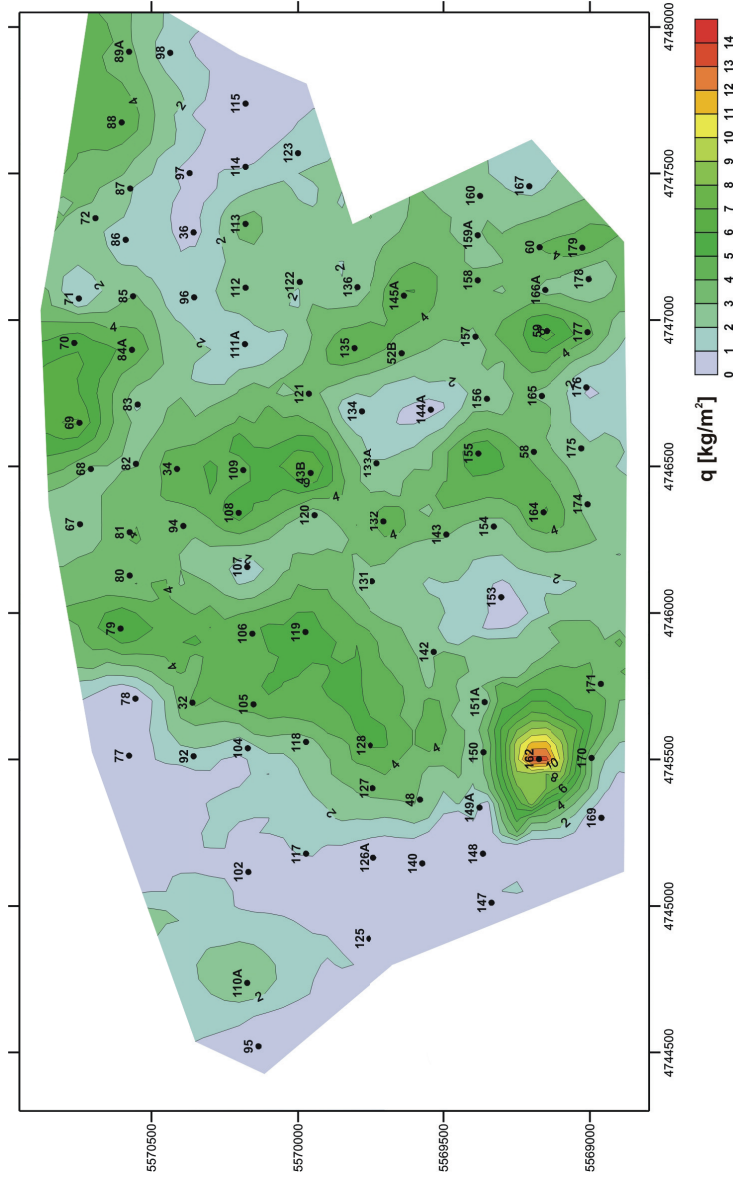
200÷250 m. Ocena zawartości bursztynu i jego zasobów jest obarczona błędem systematycznym i jest zaniżona przeciętnie o około 30%, a miąższości złoża zawyżona o około 10%. Ocena zawartości bursztynu powinna być wykonywana na podstawie próbek o objętości co najmniej $0,08 \text{ m}^3$, to jest ok. 160 kg.

Stratoidalne złoża ukraińskie w utworach paleogeńskich poszukiwane są za pomocą wierceń wykonywanych co 1 km i zagęszczanych do 200÷250 m. Rejony stwierdzonego występowania bursztynu są rozpoznawane otworami o średnicy 625 mm, wierconymi w siatce 200x100 m zagęszczanej do 50x50 m. W trakcie prac rozpoznawczych wydobywane jest do 1,5% zasobów (Tuckij 2006).

Analiza wyników rozpoznania złoża Górka Lubartowska (w utworach paleogeńskich) rozpoznanego otworami wiertniczymi przy odległościach między nimi ok. 150÷200 m wykazała (Mucha 2010) podobną ogólną zmienność miąższości, zawartości bursztynu i zasobności złoża (współczynnik zmienności odpowiednio 39, 65 i 71%), dużą lokalną zmienność parametrów złoża (skokowe ich zróżnicowanie w blisko położonych punktach) i rozmieszczenie partii bogatszych gniazdowo-strefowe, w strefach o szerokości 200÷500 m (rys. 1).

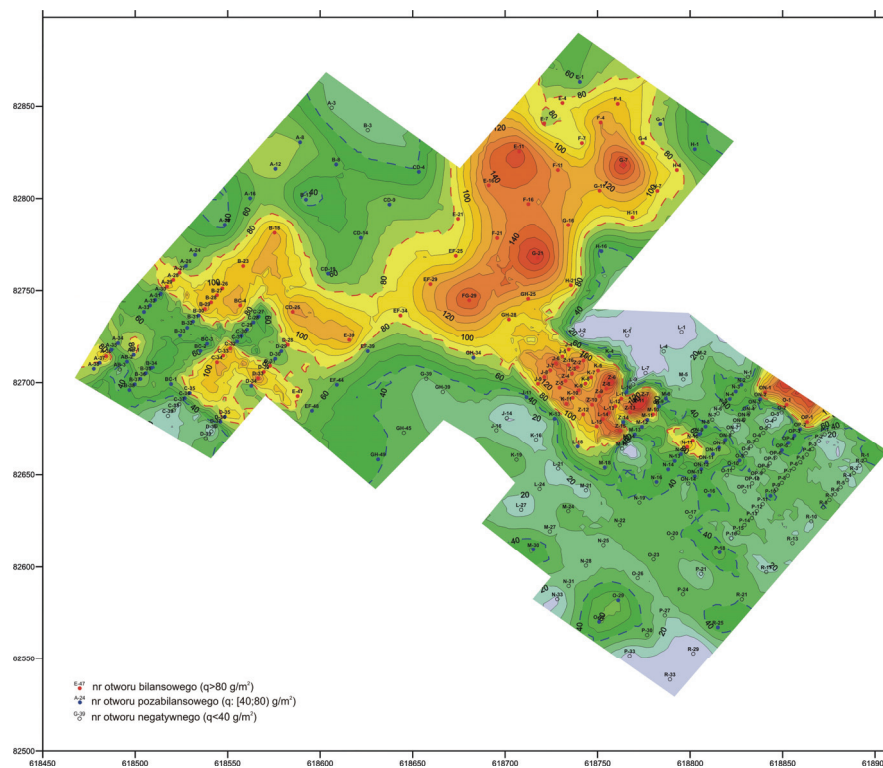
Złoża w morskich osadach holoceniowych charakteryzują się większą zmiennością bursztynoności. W złożach Wisłoujście, Górki Zachodnie, rozpoznanych otworami wiertniczymi o średnicy 14", w siatce 130÷220 m stwierdzono:

- dużą ogólną zmienność miąższości ($V = 37\div 58\%$),
- bardzo dużą, do skrajnie dużej zmienność bursztynoności – zawartości bursztynu i zasobności złoża ($V = 86\div 180\%$),
- bardzo dużą, skokową zmienność lokalną bursztynoności.



Rys. 1. Mapa izolinowa zasobności bursztynu [kg/m²] w złożu Górka Lubartowska

W przypadku rozpoznania złóż za pomocą otworów hydraulicznych (złóże Wiślinka) przy odległościach otworów 5÷30 m, wykazywana zmienność złoża jest mniejsza, odpowiednio miąższości $V = 23\%$, zasobności złoża $V = 59\%$, co jest konsekwencją autokorelacji blisko siebie położonych obserwacji oraz większej objętości opróbowanego fragmentu złoża w każdym otworze. Równocześnie rejestrowane jest gniazdowo-strefowe rozmieszczenie partii bogatszych, w nieregularnych, palczasto rozgałęzionych strefach o szerokości do ok. 20÷60 m (rys. 2).



Rys. 2. Mapa izoliniowa zasobności bursztynu [g/m^2] w złożu Wiślinka I

* w przybliżeniu: $V_D = V_m \sqrt{\frac{g}{G}}$, gdzie V_D , V_m – współczynniki zmienności

oceniane odpowiednio na podstawie próbek dużych i małych, G i g masy tych próbek

Badania wykonane w rejonie Świbna i Sobieszewa (Jurys i in. 2008) wykazały, że oceny bursztynoności, na podstawie nawet gęstej siatki otworów rozpoznawczych o średnicach $7\frac{5}{8}$ " do $11\frac{3}{4}$ " okrętnych i mechanicznych obrotowych, wierconych co $15\div 35$ m, znacznie różnią się od wyników eksploatacji metodą hydrauliczną. Zatem stwierdzono (Jurys i in. 2008), że ze względu na bardzo nieregularne występowanie nagromadzeń bursztynu, nie można uzyskać wiarygodnych danych o jego złożach na podstawie rozpoznania wiertniczego. Rozpoznanie złoża jest możliwe tylko przy zastosowaniu otworów hydraulicznych (lub przez jego eksploatację).

6.2. Poszukiwanie i rozpoznawanie złóż bursztynu

6.2.1. Cechy specyficzne projektowania prac poszukiwawczych i rozpoznawczych

Specyficzne warunki występowania i cechy budowy złóż bursztynu wymuszają stosowanie metodyki poszukiwań, rozpoznawania i zagospodarowania złóż odmiennej niż stosowana w przypadku większości złóż kopalin stałych. Istotną cechą złóż bursztynu jest na ogół brak ich odsłoneń na powierzchni. Są to z reguły złoża zakryte, występujące pod nakładem osadów młodszymi, nie bursztynonośnymi lub ukryte, w postaci gniazd lub soczew, w obrębie utworów płonnych.

Główne, istotne cechy złóż i metodyki ich poszukiwania oraz rozpoznawania, które muszą być brane pod uwagę to:

- nieregularne, gniazdowe występowanie koncentracji bursztynu w obrębie złóż (obszarów złożowych),
- brak możliwości dostatecznie wiarygodnego stwierdzenia złoża (lub wykluczenia jego istnienia) i jego rozpoznania przed podjęciem jego eksploatacji,
- niezbędność pobierania dużych prób dla oceny bursztynoności i jakości kopaliny (składu ziarnowego bursztynu, udziału jego odmian jubilerskich),
- pozyskiwanie pewnej ilości bursztynu w czasie prac poszukiwawczych i rozpoznawczych (w pobieranych dużych próbach).

6.2.2. Zasady ogólne realizacji prac poszukiwawczych i rozpoznawczych

Poszukiwanie i rozpoznanie złóż bursztynu, jak każdej kopaliny, teoretycznie powinno być realizowane w czterech kolejnych etapach. Można wyróżnić:

- 1) prace rekonesansowe – wyznaczenie obszarów potencjalnie bursztynonośnych,
- 2) poszukiwania wstępne – stwierdzenie (identyfikację) utworów potencjalnie bursztynonośnych i oznak bezpośrednich lub pośrednich możliwej obecności bursztynu,
- 3) poszukiwania szczegółowe w celu stwierdzenia złoża,
- 4) rozpoznanie złoża.

W praktyce przy obecnym stanie znajomości warunków występowania bursztynu w Polsce prace rekonesansowe i poszukiwania wstępne mogą być rozpatrywane i realizowane łącznie. Duża zmienność i nieregularna budowa złóż, w szczególności gniazdowo-strefowe rozmieszczenie stref bursztynonośnych, powoduje też, że łącznie powinny być też realizowane prace poszukiwawcze szczegółowe i rozpoznawcze.

6.2.3. Prace rekonesansowe i poszukiwania wstępne

Główne obszary występowania bursztynu w Polsce zostały już zidentyfikowane. Zróżnicowany jest stan ich znajomości oraz ich bursztynonośności.

Za obszary potencjalnie bursztynonośne mogą być uznane takie, w których:

- stwierdzono obecność utworów w których rejestrowana była obecność bursztynu,
- stwierdzono obecność utworów analogicznych do tych, w jakich obecność bursztynu była już stwierdzana,
- istnieją podstawy do przewidywania obecności utworów analogicznych do tych, w jakich obecność bursztynu była już stwierdzana.

Celem prac rekonesansowych powinna być zatem: w obszarach słabo zbadanych identyfikacja utworów bursztynonośnych lub potencjalnie bursztynonośnych i określenie przynajmniej przybliżone ich rozprzestrzenienia.

Celem prac w etapie drugim, poszukiwań wstępnych, w obszarach wstępnie zbadanych powinno być potwierdzenie lub

uściślenie wcześniejszych danych o występowaniu utworów potencjalnie bursztynonośnych przed podjęciem bardziej szczegółowych poszukiwań lub prac rozpoznawczych, a w szczególności:

- potwierdzenie obecności utworów, w których na podstawie istniejących danych z wcześniejszych badań można spodziewać się występowania bursztynu,
- określenie rozprzestrzenienia i warunków występowania utworów potencjalnie bursztynonośnych identyfikowanych na podstawie ich cech litologicznych, analogicznych do już wcześniej znanych,
- stwierdzenie obecności bursztynu w utworach potencjalnie bursztynonośnych.

Podstawowymi metodami prac rekonesansowych i poszukiwań wstępnych powinny być, w zależności od potrzeb i w uzasadnionych przypadkach:

- kartowanie geologiczne,
- badania geofizyczne (profilowania i sondowania elektrooporowe lub georadarowe) w celu określenia głębokości występowania i rozprzestrzenienia utworów bursztynonośnych,
- wiercenia.

Sposób rozmieszczenia wierceń i ich liczba muszą być określane indywidualnie w każdym przypadku w zależności od stanu znajomości budowy geologicznej rozpatrywanego obszaru. Zarówno w przypadku obszarów znanego jak i przewidywanego występowania wystarczające mogą być tylko wiercenia odosobnione, zlokalizowane w taki sposób, by dostarczały jak najwięcej niezbędnych danych uzupełniających dla oceny prognoz złożowych (rozprzestrzenienia utworów potencjalnie bursztynonośnych i ich bursztynonośności).

Duża nieregularność występowania bursztynu w utworach bursztynonośnych, jego rozmieszczenie gniazdowe lub w wąskich strefach („sznurowe”) powoduje, że prace poszukiwawcze wstępne mogą nie doprowadzić do stwierdzenia bursztynu. Powinny jednak dostarczyć danych, pozwalających albo na ocenę szans jego obecności w utworach potencjalnie bursztynonośnych, albo wykluczenie możliwości występowania jego nagromadzeń złożowych.

Stwierdzenie obecności bursztynu nie musi być warunkiem nieodzownym dla kontynuacji prac - poszukiwań szczegóło-

wych. Mogą być one podejmowane, gdy oczekuje się gniazdowego występowania bursztynu.

Można przewidzieć dwa przypadki szczególne, gdy na podstawie wstępnych prac poszukiwawczych możliwe może być udokumentowanie złóż w kategorii D (zasobów prognostycznych), na podstawie istniejących danych:

- 1) na zasadzie analogii do obszarów przyległych,
- 2) wykonanych otworów badawczych stwierdzających występowanie osadów bursztynonośnych.

Dokumentowanie takie nie powinno być jednak obligatoryjne dla uzyskania koncesji na prace poszukiwawcze szczegółowe - rozpoznawcze.

6.2.4. Prace poszukiwawcze szczegółowe i rozpoznawanie złóż bursztynu

Duża zmienność i nieregularna budowa złóż, w szczególności gniazdowo-strefowe rozmieszczenie stref bursztynonośnych, powoduje, że mogą być one rozpoznawane z ograniczoną dokładnością. Nie celowe jest zatem rozgraniczanie prac poszukiwawczych szczegółowych i rozpoznawczych oraz realizacja prac rozpoznawczych kolejno jako wstępnych i szczegółowych. Poszukiwania szczegółowe powinny być skojarzone z równoczesnym rozpoznaniem złoża. Nagromadzenia bursztynu napotkane w czasie tych prac i wydobyte w związku z ich wykonywaniem powinny zostać zagospodarowane*.

Rozdzielność poszczególnych etapów (poszukiwań szczegółowych i rozpoznawania złoża) może być zachowana o ile warunki geologiczne i oczekiwany model złoża mogą na to pozwolić, ale kolejność i sukcesywność ich realizacji nie powinna być obligatoryjna. Etapowość prac poszukiwawczych i rozpoznawczych może być zachowana w przypadku dużych złóż stratoidalnych-pokładowych.

Duża zmienność bursztynoności, gniazdowe, losowo zróżnicowane formy nagromadzeń bursztynu, nieregularne formy gniazd i zróżnicowane ich rozmiary, nieregularne rozmieszczenie, zróżnicowany skład ziarnowy bursztynu i udział ziaren o cechach jubilerskich, powoduje, że najlepszym sposobem poszu-

* zgodnie z wymaganiami art. 37, ust. 1 prawa geologicznego i górniczego („Wykonawca prac geologicznych jest zobowiązany zagospodarować kopalinę wydobytą...”)

kiwań i rozpoznawania takich złóż (zwłaszcza stratoidalno-gniazdowych i gniazdowych) byłoby prowadzenie ich równocześnie z eksploatacją. Szacowanie jego zasobów dokonywane byłoby wówczas metodą geologiczno-statystyczną, określaną także jako metoda analogii (Kijewlenko 1980), na podstawie danych o ilości uzyskanej kopaliny w czasie prowadzonej eksploatacji. Na podstawie wyników eksploatacji zasoby jeszcze niewyeksplloatowane mogą być oszacowane jako:

$$Q_{sk} = \frac{Q_e}{F_e} (F - F_e) [kg]$$

gdzie:

- Q_e – wyeksplloatowana ilość bursztynu [kg],
- F – początkowa powierzchnia złoża [m²],
- F_e – obszar złoża objęty zakończonymi pracami rozpoznawczo-eksploatacyjnymi [m²].

Metoda ta bywa stosowana w przypadku złóż bardzo zmiennych, gniazdowych (Kijewlenko 1980, Nieć 1991), gdy:

- brak możliwości lokalizacji gniazd metodami pośrednimi, np. geofizycznymi,
- brak stwierdzonych prawidłowości przestrzennego rozmieszczenia gniazd,
- o jakości kopaliny decyduje forma i wielkość skupień minerału użytecznego.

Stosowanie tej metody nie jest aktualnie możliwe w Polsce, w warunkach obowiązującego prawa geologicznego i górniczego i stosowanej interpretacji jego przepisów.

Jako ekwiwalentną, aczkolwiek obarczoną dużym ryzykiem niepowodzenia, można stosować metodę klasyczną rozpoznania za pomocą odpowiednio gęstej siatki wierceń z poborem dużych prób i ocenę zasobów na podstawie wskaźnika bursztynonośności, to jest stosunku liczby otworów, w których stwierdzono obecność bursztynu, do całkowitej ich liczby w obszarze objętym pracami poszukiwawczymi.

6.3. Wykonywanie wierceń i opróbowanie

W procesie poszukiwania i rozpoznawania złóż bursztynu mogą być stosowane następujące technologie wierceń i opróbowania:

- otworowa – wiercenia ręczne lub mechaniczne obrotowe,
- otworowa hydrauliczna (rys. 3) – polegająca na wykonywaniu z powierzchni ziemi lejów przy użyciu kierowanego strumienia wody rozmywającego urobiony grunt. Strumień wody doprowadzany do gleby elastycznym węzłem zagłębiany jest ręcznie z wykorzystaniem żerdzi manipulacyjnych,
- otworowa hydromechaniczna – polegająca na urabianiu utworów bursztynonośnych w osi otworu wiertniczego za pomocą strumienia wody podawanego przez ten otwór pod ciśnieniem.

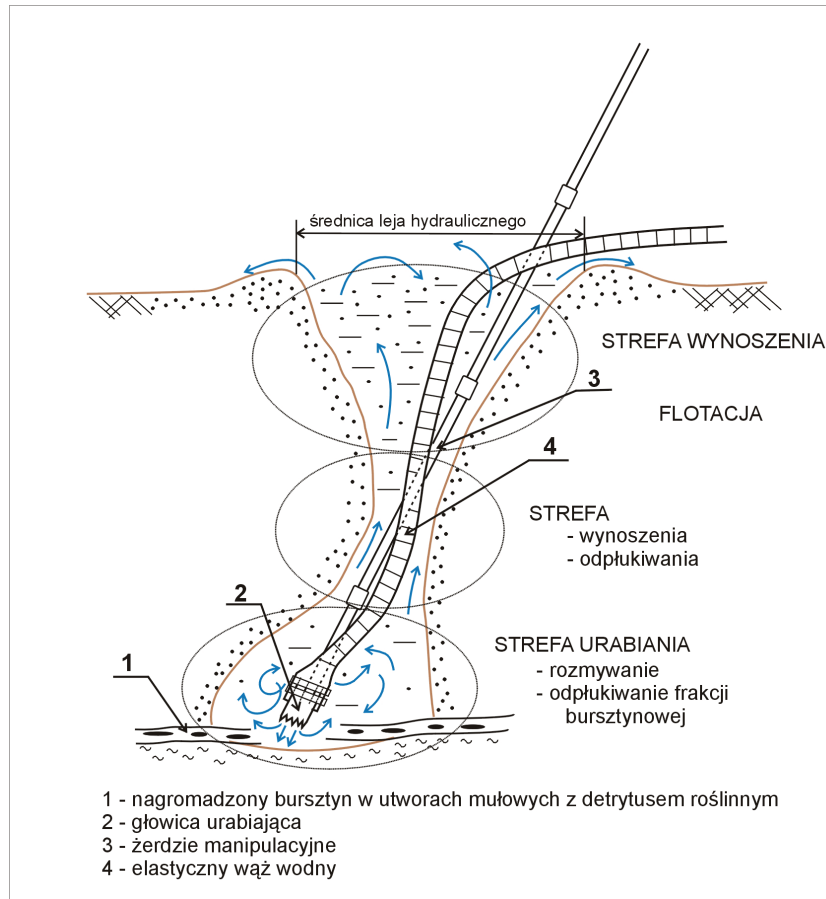
Dobór wielkości próbek utworów potencjalnie bursztynonośnych dla prawidłowej oceny zawartości bursztynu jest ważnym elementem na etapie prac rekonesansowych i poszukiwawczych wstępnych wykonywanych przy zastosowaniu wierceń ręcznych bądź mechanicznych. W każdym przypadku objętości pobranych prób powinny wynosić co najmniej $0,05 \text{ m}^3$, ale zalecane jest $0,08 \text{ m}^3$, tj. około 160 kg. W związku z tym w serii bursztynonośnej stosowane powinny być otwory szeroko dymensyjne o średnicy co najmniej 14".

W przypadku luźnych utworów bursztynonośnych, w których pobranie odpowiednich prób rdzeniowych nie jest możliwe, zaleca się stosowanie otworów hydraulicznych. Bursztynonośność ocenia się na podstawie ilości wydobytego bursztynu w ziarnach powyżej 1 mm.

Na etapie prac poszukiwawczych szczegółowych powinny być wykonywane:

- w złożach płytkich położonych do głębokości ok. 10 m - otwory hydrauliczne,
- w złożach głębiej położonych stratoidalnych - otwory hydromechaniczne z urabianiem (rozmywaniem) warstwy utworów bursztynonośnych wokół osi otworu.

W wierceniach rdzeniowych szeroko dymensyjnych pobierane próby powinny obejmować w całości serię bursztynonośną. Długość opróbowanego odcinka powinna wynosić nie mniej niż 2 m. Zasobność złoża (q) i zawartość bursztynu (p) w opróbowywanych utworach oceniana powinna być na podstawie ilości wydobytego bursztynu.



Rys. 3. Otwór hydrauliczny

Zasobność złoża:

$$q = \frac{4Q}{d^2\pi} 10^4 [g/m^2]$$

Zawartość bursztynu:

$$\rho = \frac{4Q}{d^2\pi m} 10^4 = \frac{q}{m} [g/m^3]$$

gdzie:

- Q – masa wydobytego bursztynu [g],
- d – średnica rdzenia [cm],
- m – miąższość serii bursztynonośnej [m].

W otworach hydromechanicznych pobierane próby powinny obejmować całą serię złożową. Ocena bursztynoności dokonywana powinna być na podstawie ilości wydobytego bursztynu.

Zasobność

$$q = \frac{Q}{r^2\pi} [g/m^2]$$

Zawartość bursztynu:

$$\rho = \frac{Q}{r^2\pi m} [g/m^3]$$

gdzie:

- Q – masa wydobytego bursztynu [g],
- m – miąższość serii bursztynonośnej [m],
- r – promień strefy rozmywania wokółotworowego [m].

W otworach hydraulicznych pobieraną próbę stanowi całość wydobytego bursztynu.

Pochodzi ona z urabianej części złoża, której forma nie jest znana. Na podstawie analizy procesu urabiania warstwy bursztynonośnej i wydobywania bursztynu, można przyjąć w przybliżeniu jako jej model czaszę kulistą o wysokości równej miąższości złoża (m) i promieniu podstawy równym zasięgowi urabiania w płaszczyźnie spągu złoża (R).

Objętość przestrzeni wyeksploatowanej wynosi:

$$V = \frac{2}{3} R^2 \pi m$$

lub:

$$V = m r_o^2 \pi$$

gdzie:

r_o – promień zastępczy podstawy walca o objętości i wysokości takiej samej jak wyeksploatowana przestrzeń złoża, wyliczany ze wzoru:

$$r_o = \sqrt{\frac{2}{3}} R = 0,82R [m]$$

Zasobność wynosi zatem:

$$q = \frac{Q}{\pi r_o^2} = \frac{0,47 \cdot Q}{R^2} [g/m^2]$$

Zawartość bursztynu wynosi:

$$\rho = \frac{Q}{\pi m r_o^2} = \frac{0,47 Q}{R^2 m} = \frac{q}{m} [g/m^3]$$

Dla przeciętnych warunków, gdy $R = 2,5$ m, $m = 5$ m, można w przybliżeniu przyjąć:

$$\begin{aligned} \text{zasobność:} & \quad q = 0,075 Q [g/m^2], \\ \text{zawartość bursztynu:} & \quad \rho = 0,015 Q [g/m^3]. \end{aligned}$$

7. Tok realizacji prac poszukiwawczo-rozpoznawczych i sposób szacowania zasobów

Sposób realizacji prac poszukiwawczych i rozpoznawczych powinien być uzależniony od oczekiwanych form złoża (tab. 10).

Tabela 10. Charakterystyka prac poszukiwawczo rozpoznawczych

Rodzaj działań	Typ złoża		
	Stratoidalno-pokładowe	Sratoidalno-gniazdowe	Gniazdowe
Siatka wierceń	trójkątna równoboczna lub kwadratowa zagęszczana kopertowo; w przypadku siatki kwadratowej wskazana jest jej orientacja przekątnie w stosunku do przewidywanego kierunku wydłużenia stref bursztynonośnych		nieregularna, trójkątna równoboczna
Maksymalne odległości między otworami	200 m	25 m	10+25
Rodzaj otworów	hydromechaniczne obrotowe, pełnordzeniowe, średnica 14"	hydrauliczne, mechaniczne obrotowe pełnordzeniowe, średnica 14"	mechaniczne obrotowe, średnica 14" lub hydrauliczne
Rodzaj prób	rdzeniowe	urobkowe	rdzeniowe lub urobkowe
Minimalna masa próbki	minimum 0,05 m ³ , 100 kg, (zalecana 0,08 m ³ , 160 kg)	otwory hydrauliczne: całość wydobytego bursztynu otwory mechaniczne obrotowe minimum 0,05 m ³ , 100 kg, (zalecana 0,08 m ³ , 160 kg)	

Złoża pokładowe, stratoidalne-pokładowe – prace poszukiwawczo-rozpoznawcze powinny być prowadzone dwuetapowo:

Etap I wstępny – prace poszukiwawcze szczegółowe i wstępne rozpoznawcze mogą być realizowane za pomocą rzadkiej, w miarę regularnej, siatki wierceń pozwalających na udokumentowanie złoża w kategorii co najmniej D. Otwory powinny być rozmieszczane w siatce trójkątnej równobocznej (rys. 4A), która jest optymalna, lub kwadratowej zagęszczonej kopertowo (rys. 4B). Odległości między otworami powinny być nie większe niż 200 m. W przypadku siatki kwadratowej (nie rekomendowanej) jej boki powinny być zorientowane skośnie do spodziewanego wydłużenia stref bursztynonośnych.

Zasoby powinny być oszacowane za pomocą formuły:

$$Q = \frac{n_b}{N} \cdot F \cdot q_{sr} \text{ [kg]}$$

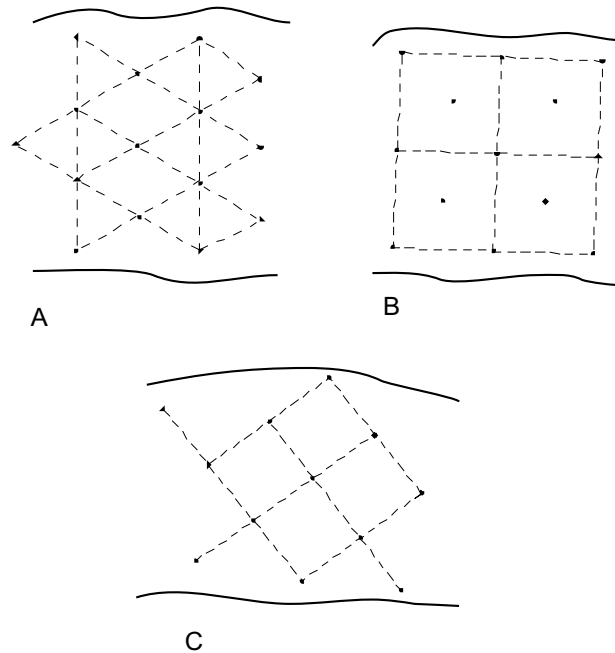
gdzie:

- F – powierzchnia obszaru występowania utworów potencjalnie bursztynonośnych [m^2],
- N – liczba wykonanych otworów,
- n_b – liczba otworów, w których stwierdzono obecność bursztynu w ilości spełniającej kryteria bilansowości,
- q_{sr} – średnia zasobność bursztynu [kg/m^2] w otworach, w których stwierdzono jego obecność.

W przypadku stwierdzenia bursztynu w ilości spełniającej kryteria bilansowości co najmniej w 1/4 otworów zasoby mogą być klasyfikowane w kategorii C_2 .

Gdy liczba otworów, w których stwierdzono obecność bursztynu (niezależnie od jego ilości) jest mniejsza od 1/4 wszystkich wykonanych i przynajmniej w jednym stwierdzono obecność bursztynu w ilości spełniającej kryteria bilansowości, powinny być dokumentowane tylko zasoby przewidywane w kategorii D.

W przypadku, gdy została stwierdzona bursztynonośność niespełniająca kryteriów bilansowości, ale nie ma podstaw do uznania złoża w całości jako pozabilansowe, zasoby oczekiwane mogą być szacowane w kategorii D, w podobny sposób jak niżej przedstawiony dla złóż stratoidalno-gniazdowych.



Rys. 4. Siatki wierceń
 A – trójkątna równoboczna,
 B – kwadratowa zagęszczana „kopertowo”
 C – kwadratowa orientowana

Etap II rozpoznawania złoża. Celem powinno być uściślenie danych o rozmieszczeniu stref, w których zawartość bursztynu spełnia kryteria bilansowości i udokumentowanie złoża w kategorii $C_2 - C_1$.

W złożach przewidzianych do eksploatacji otworowej, odległości między zagęszczającymi otworami rozpoznawczymi powinny być wielokrotnością minimalnej odległości między otworami eksploatacyjnymi. Otwory stwierdzające złożo powinny być wykorzystywane jako eksploatacyjne.

Jeśli w obszarze objętym rozpoznaniem zostaną stwierdzone zwarte rejonu bursztynonośne, wówczas obliczenie zasobów może być dokonane metodą bloków lub wieloboków.

Granica stref bursztynonośnych powinna być wyznaczana na zewnątrz od skrajnych otworów pozytywnych (w połowie odległości między otworami pozytywnymi i negatywnymi lub odległości równej połowie średniej odległości między otworami).

W przypadku obliczania zasobów metodą wieloboków wskazane jest by zasobność złoża w granicach wieloboku była obliczana jako średnia ważona:

$$q_{wb} = 0,25q_c + 0,75q_{\text{śrot}}$$

gdzie:

q_c – zasobność w otworze centralnym,

$q_{\text{śrot}}$ – średnia zasobność złoża w najbliższych otworach otaczających odległych od otworu centralnego o dystans d mniejszy lub równy średniej odległości między otworami w sieci rozpoznawczej.

Uśrednianie takie zaleca się także w przypadku obliczania zasobów metodą bloków.

W złożach przewidzianych do eksploatacji odkrywkowej zagęszczenie otworów rozpoznawczych powinno być w stopniu umożliwiającym uzyskanie dostatecznych danych dla opracowania projektu zagospodarowania złoża.

Złoża stratoidalne gniazdowo-soczewowe i gniazdowe – poszukiwanie szczegółowe powinno być skojarzone z rozpoznaniem złoża.

Wskazana jest realizacja prac w dwóch etapach:

Etap I: określenie położenia i charakteru litologicznego utworów bursztynonośnych za pomocą otworów pełnordzeniowych w ilości przynajmniej 1 otwór na 2 ha obszaru badanego. Z realizacji tego etapu badań można zrezygnować jeśli profil serii bursztynonośnej jest znany z obszarów sąsiednich i nie ma podstaw do przypuszczenia odmiennego ich wykształcenia.

Gdy obszar złożowy wyznaczony jest na podstawie dostatecznie pewnych przesłanek, albo obecność utworów potencjalnie bursztynonośnych została stwierdzona albo została potwierdzona obecność bursztynu w odosobnionych otworach, wówczas przewidywane zasoby złoża mogą być wstępnie oszacowane w kategorii D za pomocą formuł:

$$Q = k_b 0,08F [kg]$$

albo:

$$Q = q_w F$$

gdzie:

- F – powierzchnia,
- k_b – współczynnik bursztynoności,
- q_w – średnia zasobność analogicznych złóż sąsiednich.

Współczynnik bursztynoności powinien być określony na podstawie danych ze złóż wcześniej zbadanych lub eksploatowanych. W złóżach w holocenijskich osadach morskich wynosi on często około $0,2 \div 0,3$, chociaż może być także mniejszy od 0,1 (Listkowski, Łazowski 1975).

Etap II zasadniczy powinien obejmować poszukiwanie i rozpoznanie złoża za pomocą regularnej siatki otworów. Odległości między otworami poszukiwawczo-rozpoznawczymi nie powinny być większe niż 25 m, a w złóżach typowych gniazdowych ok. 10 m. W złóżach płytko położonych powinny to być otwory hydrauliczne rozmieszczane w siatce trójkątnej równobocznej (optymalnej) lub kwadratowej zagęszczanej kopertowo. W przypadku siatki kwadratowej (niezalecanej) wskazaną jest jej orientacja przekątnie w stosunku do przewidywanego kierunku wydłużenia stref bursztynonośnych (rys. 4C).

Zasoby bursztynu powinny być oszacowane za pomocą formuły:

$$Q = \frac{n_b}{N} F q_{sr} [kg]$$

gdzie:

- F – powierzchnia obszaru występowania utworów potencjalnie bursztynonośnych [m^2],
- N – liczba wykonanych otworów,
- n_b – liczba otworów w których stwierdzono obecność bursztynu,
- q_{sr} – średnia zasobność bursztynu [kg/m^2] w otworach, w których stwierdzono jego obecność.

W przypadku stwierdzenia bursztynu w ilości spełniającej kryteria bilansowości co najmniej w 1/3 otworów, zasoby mogą być klasyfikowane w kategorii C_1 .

Gdy liczba otworów, w których stwierdzono obecność bursztynu (niezależnie od jego ilości) jest mniejsza od 1/3 wszystkich wykonanych i przynajmniej w jednym stwierdzono obecność bursztynu w ilości spełniającej kryteria bilansowości, powinny być dokumentowane tylko zasoby przewidywane w kategorii D.

8. Dokumentowanie i zagospodarowanie złoża

8.1. Wymagania formalne odnośnie do rozpoznawania i dokumentowania złóż bursztynu i gospodarki złożem

Podstawą dla podjęcia prac poszukiwawczo-rozpoznawczych powinien być projekt prac sporządzony z uwzględnieniem przedstawionych poniżej zasad i udzielona na jego podstawie koncesja. Warunkiem uzyskania koncesji jest spełnienie wymagań administracyjnych określonych w przepisach Prawa geologicznego i górniczego, w tym przedstawienie projektu prac geologicznych.

W przypadku złóż bursztynu, ze względu na ich specyfikę projekt ten powinien spełniać kilka specjalnych wymagań. Powinien on przedstawiać:

- uzasadnienie wyboru obszaru planowanych prac,
- charakterystykę spodziewanych warunków występowania utworów bursztynonośnych,
- sposób realizacji robót geologicznych (wierceń),
- opis środków technicznych, które będą zastosowane w celu realizacji planowanych prac,
- sposób ewidencjonowania wyników prac geologicznych i postępowania z bursztynem wydobytym w czasie ich realizacji,
- sposób zagospodarowania terenu po zakończeniu prac, w tym jego rekultywacji, w szczególności w przypadku stosowania dla rozpoznania złoża otworów hydraulicznych.

Ponadto zgodnie z wymaganiami prawa geologicznego i górniczego*, projekt powinien zawierać stosownie do zakresu przewidywanych prac „określenie szczegółowe przedsięwzięcia niezbędne w celu zapewnienia:

- 1) bezpieczeństwa powszechnego,
- 2) bezpieczeństwa pożarowego,
- 3) bezpieczeństwa i higieny pracy pracowników,
- 4) prawidłowej i racjonalnej gospodarki złożem,
- 5) ochrony środowiska wraz z obiektami budowlanymi,
- 6) zapobiegania szkodom i ich naprawienia”.

W trakcie prac poszukiwawczych i rozpoznawania złoża niezbędne jest albo pobieranie dużych prób, albo wykonywanie otworów hydraulicznych. W związku z tym w obu przypadkach pozyskiwana jest określona ilość bursztynu (w przypadku stwierdzenia jego występowania). Powstaje zatem obowiązek zagospodarowania wydobytej kopaliny, określony w przepisach prawa geologicznego i górniczego: („Wykonawca prac geologicznych jest zobowiązany zagospodarować kopalinę wydobytą...”, art. 37 ust. 1 ustawy Prawo geologiczne i górnicze z dnia 4 lutego 1994 z późn. zm.)

8.2. Wybór obszaru dla prowadzenia prac poszukiwawczo-rozpoznawczych

Obszar przewidywanych prac (przy założeniu istnienia prawa do korzystania w jego granicach z nieruchomości gruntowych) może być określony w trojaki sposób:

- przy założeniu jego bursztynoności na zasadzie przewidywanej analogii do obszarów sąsiednich,
- na podstawie wyników wcześniejszych badań, które albo stwierdziły występowanie utworów bursztynonośnych, albo pozwalają na stwierdzenie występowania utworów, które mogą być bursztynonośne,
- na zasadzie przewidywanej bursztynoności wymagającej potwierdzenia w ramach planowanych prac co najmniej przez wykazanie obecności utworów potencjalnie bursztynonośnych.

* art. 67a ust. 2 „gdy wykonywanie robótodbywa się na podstawie projektu prac geologicznych” z odwołaniem do art. 64 ust. 2

W trzecim z wymienionych przypadków projekt prac powinien przewidywać wykonanie w pierwszym etapie przynajmniej jednego otworu badawczego (wskazane pełnordzeniowego), w celu rozpoznania profilu litologicznego. Wykonanie takiego otworu jest zalecane także w pierwszym przypadku, ale nie jest konieczne.

8.3. Kryteria bilansowości i ocena górnictwo-geologiczna złóża

Dla dokumentowania złóż bursztynu były przyjmowane początkowo kryteria bilansowości podane w tab. 11a. Obecnie dla wyznaczania granic złóża, dla jego geologicznego dokumentowania, stosowane są kryteria przedstawione w tab. 11b.

Tabela 11a. Kryteria bilansowości wprowadzone przez Ministra Hutnictwa w 1978 r. dla dokumentowania złóż bursztynu (zarządzenie z dnia 6.11.1978 r.)

Lp.	Parametr	Jednostka	Eksploatacja	
			odkrywkowa	hydrauliczna
1.	Maksymalna głębokość spągu złóża	m	50	50
2.	Maksymalny stosunek N/Z (wartość brzeżna)		10	
3.	Brzeżna zawartość bursztynu	kg/t	0,18	0,38 kg/otwór
4.	Średnia zawartość bursztynu w złóżu	kg/t	0,20	0,40 kg/otwór
5.	Minimalna wielkość ziaren bursztynu	mm	0,5	0,5

Tabela 11b. Kryteria bilansowości dla dokumentowania złóż bursztynu (Rozp. Ministra Środowiska z 18.12.2001 w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalni, Dz. U. NR 153, poz. 1774)

Lp.	Parametr	Jednostka	wartość brzeżna dla zasobów	
			bilansowych	pozabilansowych
1.	Maksymalna głębokość dokumentowania	m	30	30
2.	Minimalna zasobność złóża	g/m ²	80	40

W złożach sambijskich za bilansowe uznawano te, w których zawartość bursztynu była większa od $0,25 \text{ kg/m}^3$, za przemysłowe przy zawartości ponad $0,5 \text{ kg/m}^3$.

Kryteria bilansowości należy traktować jako orientacyjne. Wstępną ocenę złoża z punktu widzenia możliwości podejmowania jego eksploatacji można przeprowadzić na podstawie porównania możliwej wartości uzyskiwanego bursztynu i kosztów jego pozyskania. W szczególności ocenić można głębokość do jakiej eksploatacja może być opłacalna

W przypadku eksploatacji otworowej można to ocenić na podstawie zależności:

$$qFC = K_m h + K_u + qFK_z$$

i po przekształceniu:

$$h = \frac{qF(C - K_z) - K_u}{K_m} \text{ [m]}$$

gdzie:

h – głębokość występowania spągu złoża [m],

q – zasobność bursztynu [kg/m^2],

F – powierzchnia złoża eksploatowanego przez otwór [m^2],

C – średnia cena bursztynu [zł/kg],

K_z – koszty zmienne eksploatacji (wydobycia 1 kg bursztynu),

K_m – koszt wiercenia i uzbrojenia 1 mb otworu,

K_u – koszty stałe uzbrojenia otworu [zł].

W przypadku eksploatacji odkrywkowej wstępną ocenę bilansowości złoża można ocenić na podstawie zależności:

$$NK_n + K_z Z = Cq$$

lub

$$\frac{N}{Z} = \frac{Cq}{ZK_n} - \frac{K_z}{K_n}$$

gdzie:

N – grubość nadkładu [m],

Z – miąższość złoża [m],

q – zasobność bursztynu [kg/m^2],

C – średnia cena bursztynu [zł/kg],

- K_z – koszty eksploatacji złoża i odzysku bursztynu, łącznie ze wszystkimi obowiązkowymi opłatami [zł/m³ kopaliny bursztynonośnej],
 K_n – koszty usunięcia i składowania nadkładu [zł/m³].

8.4. Ocena jakości kopaliny

Jakość kopaliny (utworów bursztynonośnych i bursztynu) określona jest przez:

- zawartość bursztynu,
- skład ziarnowy bursztynu,
- udział bursztynu przydatnego do celów jubilerskich.

Występujący w złożu bursztyn ma zróżnicowane cechy. Przede wszystkim zróżnicowany jest jego skład ziarnowy. Wśród ziaren, przede wszystkim o wymiarach ponad 15 mm wyróżnić można różniące się formą, przezroczystością, barwą, stopniem zwiędzenia (tab. 12). W ocenie jakości kopaliny powinny być wyróżniane przynajmniej trzy klasy ziarnowe bursztynu: 1÷5 mm, 5÷15 mm i ponad 15 mm (Kosmowska-Ceranowicz 2004). Wskazane jest także określanie ilości bursztynu w klasie ziaren poniżej 1 mm, jeśli sposób opróbowania na to zezwala.

Tabela 12. Cechy charakterystyczne ziaren bursztynu

Cechy ziaren	Wyróżniane rodzaje		Uwagi
Forma (ziarna ponad 15 mm)	pierwotne	naciekowe	krople sople
		szczelinowe (ośrodki)	płytki bryłki
	wtórne	odłupki	
		okruchy, otoczaki	
Przeźroczystość (ziarna ponad 5 mm)	przeźroczyste	świeże	ziarna świeże podstawowe dla oceny wartości użytkowej
		zwiędzale*	
	przeświecające	świeże	
		zwiędzale*	
	nieprzeźroczyste żółte	świeże	
		zwiędzale*	
nieprzeźroczyste białe	świeże		
	zwiędzale*		
	żużel (zanieczyszczony)		

* z otoczką kory wietrzeniowej

8.5. Sporządzanie dokumentacji geologicznej złoża

Dokumentacja geologiczna złoża powinna być sporządzona zgodnie z wymaganiami określonymi w przepisach prawa geologicznego i górniczego z uwzględnieniem specyfiki złóż bursztynu. W szczególności wyniki prac poszukiwawczych i rozpoznawczych powinny być przedstawione:

- na mapie dokumentacyjnej lokalizacji wykonanych otworów badawczych z zaznaczeniem ilości uzyskanego bursztynu w każdym z nich,
- w zestawieniach tabelarycznych ilości bursztynu uzyskanego w każdym otworze z podziałem na klasy: do 5 mm, 5÷15 mm i ponad 15 mm.

Lokalizacja otworów badawczych powinna być przedstawiona na mapie na podstawie pomiarów GPS. Zalecane jest stosowanie odbiorników co najmniej klasy GARMIN 600fx.

Przedmiotem dokumentowania są zasoby bursztynu w ziarnach o wymiarach ponad 5 mm.

Jeśli rozpoznanie złoża realizowane jest przy zastosowaniu otworów hydraulicznych budowa złoża powinna być zilustrowana za pomocą syntetycznego profilu rekonstruowanego na podstawie obserwacji rodzaju urabianych utworów (obserwacji wykonanych w czasie realizacji robót).

Jeśli prace rozpoznawcze są realizowane przy zastosowaniu wierceń rdzeniowych, budowa złoża powinna być zilustrowana za pomocą profili poszczególnych otworów i przynajmniej jednego przekroju.

8.6. Zagospodarowanie złoża i ewidencjonowanie zmian stanu zasobów

Zagospodarowanie złoża powinno być realizowane na zasadach określonych w obowiązujących przepisach Prawa geologicznego i górniczego w odniesieniu do złóż kopalin stałych.

Cechą charakterystyczną złóż eksploatowanych metodami otworowymi, w tym w szczególności metodą hydrauliczną jest niepełne wykorzystanie złoża spowodowane specyficznymi warunkami wydobywania. Wynika ono z niepełnego rozmywania warstwy bursztynonośnej i wydobywania bursztynu w otoczeniu otwo-

ru oraz pozostawienia części niewybranego złoża między miejscami jego eksploatacji. W przypadku złoża dostatecznie bogatego powinna być w takich przypadkach przewidywana jego reeksploatacja otworami lokalizowanymi pomiędzy wcześniej wykonanymi.

Wyniki prowadzonych prac eksploatacyjnych powinny być przedstawiane w arkuszu ewidencyjnym zmian zasobów, w którym wykazywane będą na bieżąco rejestrowane ilości bursztynu wydobytego w poszczególnych otworach wraz z ich rejestracją na mapie,

Zmiany zasobów z tytułu prowadzenia eksploatacji i związanego z tym lepszego rozpoznania powinny być określane raz do roku, wg stanu na 31 grudnia.

Zasoby jeszcze nie wyeksploatowane, skorygowane powinny być obliczane wg formuły:

$$Q_{sk} = \frac{Q_e}{F_e} (F - F_e)$$

Stwierdzane zmiany stanu zasobów wynoszą:

$$\Delta Q = Q_p - Q_e \frac{F}{F_e}$$

gdzie:

Q_e – wyeksploatowana ilość bursztynu,

F_e – powierzchnia wyeksploatowanej części obszaru złożowego,

F – powierzchnia początkowa obszaru złożowego.

Jeśli:

$\Delta Q < 0$ – występuje wzrost zasobów z tytułu lepszego rozpoznania,

$\Delta Q > 0$ – występuje zmniejszenie zasobów z tytułu lepszego rozpoznania.

Przedsiębiorca prowadzący eksploatację powinien posiadać mapę sytuacyjną w odpowiednio dobranej skali z nanoszonymi na bieżąco miejscami przeprowadzonych prac wydobywczych z rozróżnieniem miejsc, w których uzyskano produkcję bursztynu z podaniem jej wielkości oraz miejsc, w których jej nie uzyskano, a stwierdzono jedynie obecność bursztynu oraz miejsc całkowicie negatywnych. Lokalizacja miejsc wykonania odpo-

wiednich prac powinna być przedstawiona na podstawie pomiarów GPS*.

Granice obszaru wyeksploatowanego należy wyznaczać po obwiedni okręgów wykreślonych wokół każdego miejsca, w którym prowadzono eksploatację:

- w przypadku metody hydraulicznej o średnicy 5 m,
- w przypadku metody otworowej hydromechanicznej o średnicy zasięgu rozmywania warstwy złożowej.

Po zakończeniu eksploatacji złoża powinna być sporządzona dokumentacja rozliczeniowa złoża w formie mapy sytuacyjnej miejsc prowadzonych prac, uzupełnionej informacją o wielkości przewidywanych i wyeksploatowanych zasobów.

Dokumentacja rozliczeniowa powinna być podstawą dla wygaszenia koncesji.

* zalecane jest stosowanie odbiorników co najmniej klasy GARMIN 600fx

Literatura

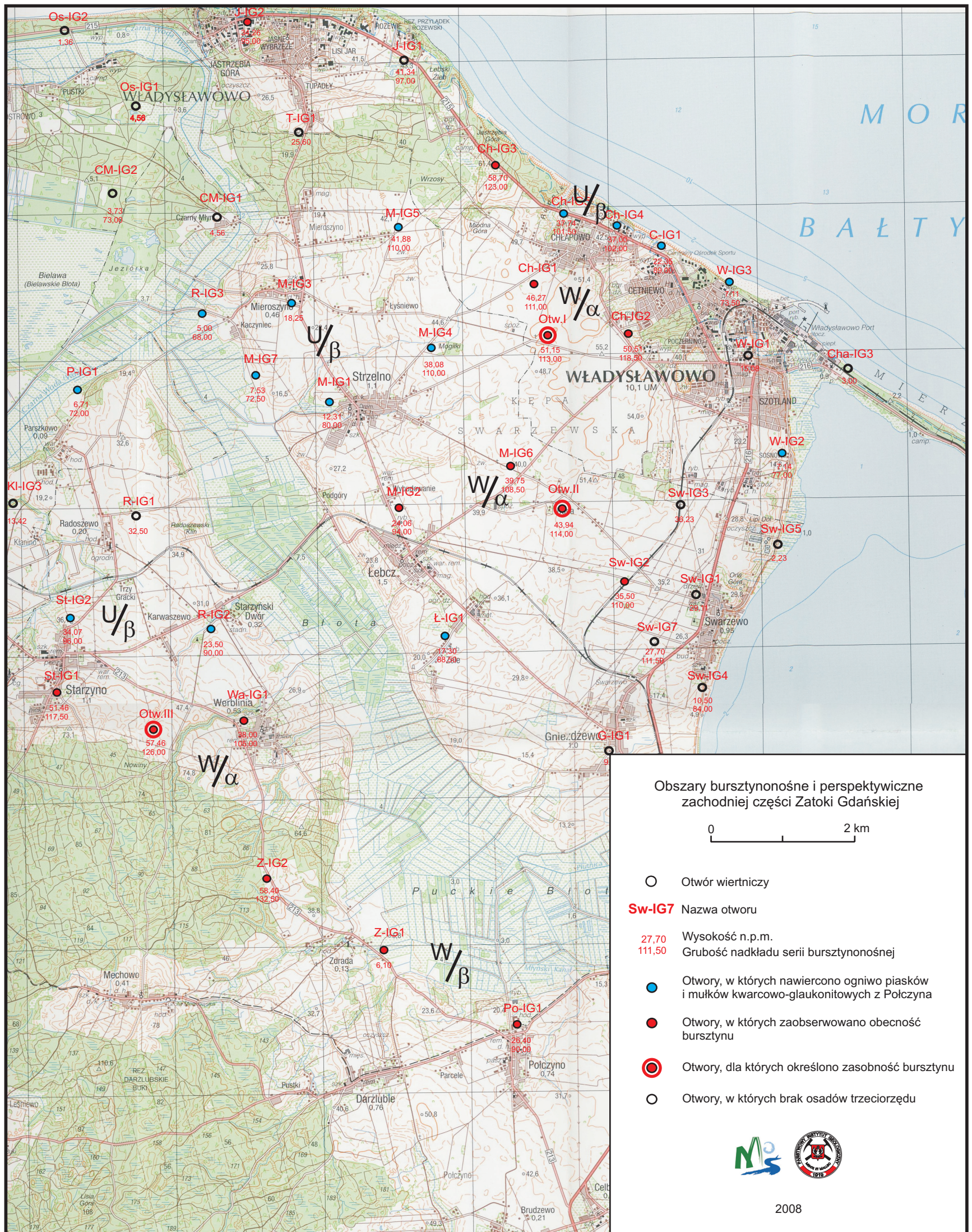
1. Chętnik A., 1951 – O bursztynie w Polsce. Wiad. Muzeum Ziemi t. V, nr 2, s. 437–452
2. Goudarzi G. H., comp. 1984 – Guide to preparation of mineral survey reports on public lands. USGS Open file report s. 84–787
3. Jurys L., Kramarska R., Oller M., Cylkowska H., 2008 – O metodyce dokumentowania i eksploatacji holocenijskich złóż bursztyny w delcie Wisły. Górn. Odkrywk. nr 2–3, s. 111–118
4. Kasiński J.R., Piwocki M., Saternus A., Tolkanowicz E., Wojciechowski A., 1997 – Realizacja projektu prac geologicznych dla określenia perspektyw występowania złóż bursztynu w utworach eocenu Lubelszczyzny. Państw. Inst. Geol., 83 p., Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa
5. Kijewlenko J. J., 1980 – Poiski i ocena miastorożdienij dragocennyh i podielocznyh kamniej. Niedra, Moskwa
6. Kosmowska-Ceranowicz, 2004 – Holocenijskie nagromadzenia bursztynu w rejonie Gdańska. Prace Muzeum Ziemi, nr 47, 57–61
7. Kosmowska-Ceranowicz B. (red.), 2002 – Znaleziska i dawne kopalnie bursztynu w Polsce. Katalog. Bibl. Kurpiowska 2, Łomża
8. Kramarska R., Kasiński J. R., 2008 – Prognozy zasobowe bursztynu w Polsce. Centralne Archiwum Geologiczne PIG-PIB, Warszawa-Gdańsk
9. Kramarska R., Kasiński J. R., Sivkov V., 2008 – Bursztyn paleogeński *in situ* w Polsce i w krajach ościennych – geologia, eksploatacja, perspektywy. Górn. Odkr. nr 2–3, s. 97–110
10. Kramarska R., Zachowicz J., 2005 – Holocenijskie zmiany linii brzegowej morza i nagromadzenia bursztynu na obszarze delty Wisły. W: Bursztyn – poglądy, opinie. Materiały z seminariów Amberif 1994–2004 (Red. Kosmowska-Ceranowicz B. i Gierłowski W.). Międzynarodowe Stowarzyszenie Bursztynników, Muzeum Ziemi PAN, Gdańsk-Warszawa, s. 16–21
11. Listkowski W., Łazowski L., 1975 – Wyniki badań złóż bursztynu w okolicach Gdańska. Przegl. Geol. nr 8, s. 385–388
12. Łazowski L., Parecki A., 2004 – Prace geologiczno-poszukiwawcze i rozpoznawcze złóż unikatowych w przypowierzchniowych osadach okruchowych (bursztynu i piasków ilmenitowo-rutyłowo-cyrkonowych). Górn. Odkr. r. 46, nr 3–4, s. 103–107
13. Mucha J., 2010 – Stan udokumentowania zasobów i parametrów wybranych złóż bursztynu. W: Określenie zasad poszukiwań i dokumentowania złóż bursztynu. Cz. IV. Metody badań i dokumentowania nagromadzeń bursztynu. POLGEOL, Warszawa
14. Nieć M., 1990 – Geologia kopalniana. Wyd. Geol. Warszawa
15. Odeskij I. A., 1977 – Opyt prognozirowanija promyslennyh skoplenij jantara kaliningradskoj oblasti. Geologija, poiski i razwiedka nierudnyh poleznyh iskopajemyh. Wyp. 3, s. 58–63

16. Odeskij I. A., Ajniemier A. I., Krasnow S. G., 1975 – Interpretacja rezultatów trendanaliza pri izuczenii strojenija jantarienosnych tołszcz Kaliningradskogo połuostrowa. Sow. Geol. No. 6
17. Olkowicz-Paprocka I., 1983 – Poszukiwanie bursztynów w utworach trzeciorzędowych rejonu Chłapowa. Państw. Inst. Geol., 62 p., Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa
18. Pietrzak T., 2002 – Wydobywanie bursztynu na Kurpiach i w innych regionach Polski. W: Znaleziska i dawne kopalnie bursztynu w Polsce. Katalog. Bibl. Kurpiowska 2, Łomża, s. 13–22
19. Pusch J. B., 1903 – Geologiczny opis Polski oraz innych krajów na północ od Karpat położonych przez Jerzego Bogumiła Puscha. Stuttgart i Tybinga 1833–1836. DRUK. ST. Święckiego. Dąbrowa
20. Sałaciński R., Łazowski L., 2008 – Geologiczno-złożowe przesłanki występowania bursztynu w Polsce i rozpoznanie geologiczne warunków jego koncentracji. Gosp. Sur. Min. t. 24, z. 4/4, s. 325–339
21. Tomczak A., Krzywińska J., Michałowska M., Mojski J. E., Pikies R., Zachowicz J., 1990 – Geological position of amber bearing deposits on the Vistula Bay Bar, Poland. Prace Muzeum Ziemi 41, 160
22. Tuckij W., 2005 – Złóża bursztynu na Ukrainie i ich wykorzystanie. W: Bursztyn. Poglądy i opinie. Mat. Sem. Amberif 1994–2004, Gdańsk-Warszawa, s. 36–39
23. Zalewska Z., 1974 – Geneza i stratygrafia złóż bursztynu bałtyckiego. Biul. IG, nr 281, s. 139–173

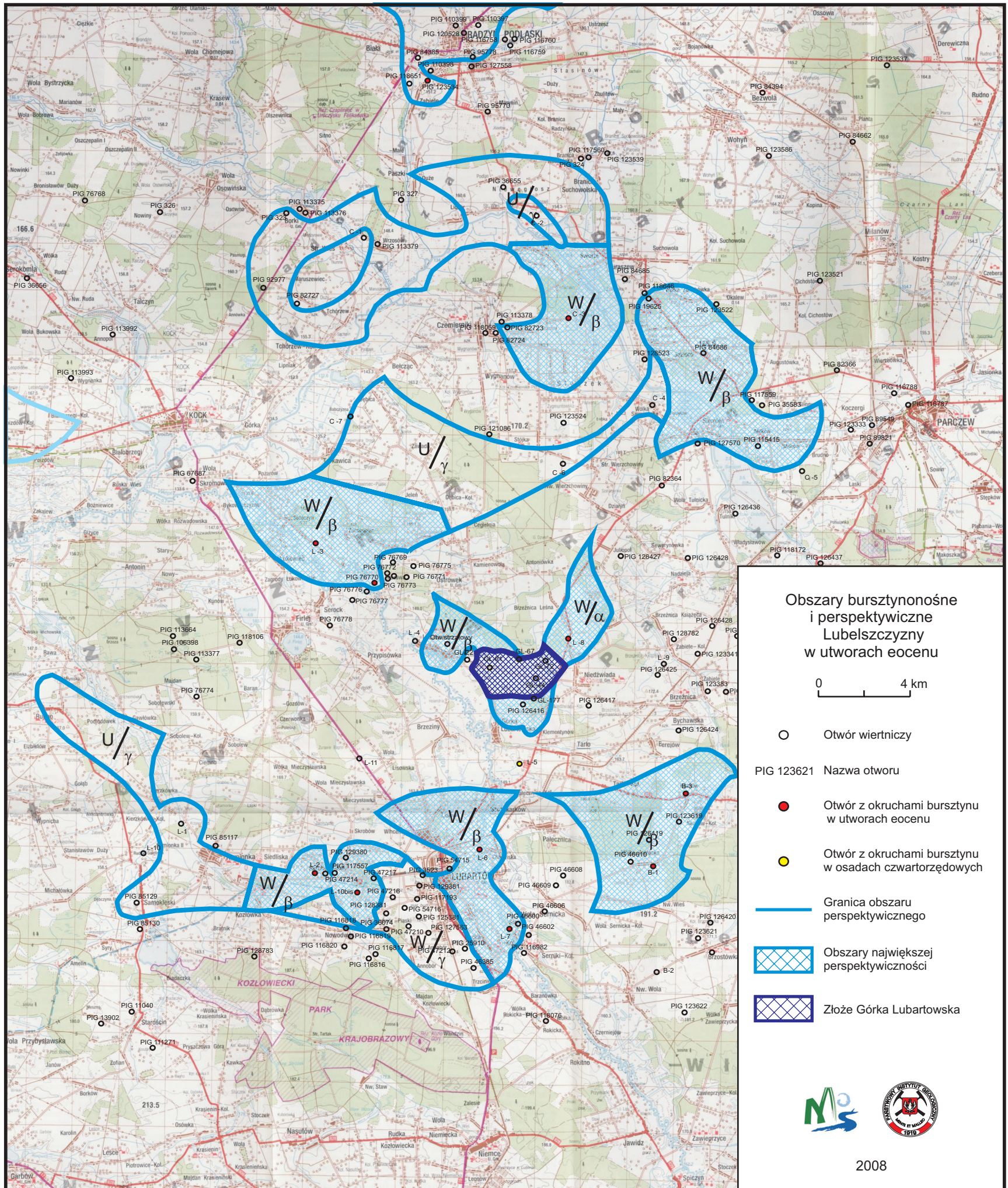
Załączniki

- Zał. 1. Obszary bursztynonośne i perspektywiczne zachodniej części Zatoki Gdańskiej
- Zał. 2. Obszary bursztynonośne i perspektywiczne Lubelszczyzny
- Zał. 3. Obszary bursztynonośne i perspektywiczne delty Wisły

Załącznik 1.

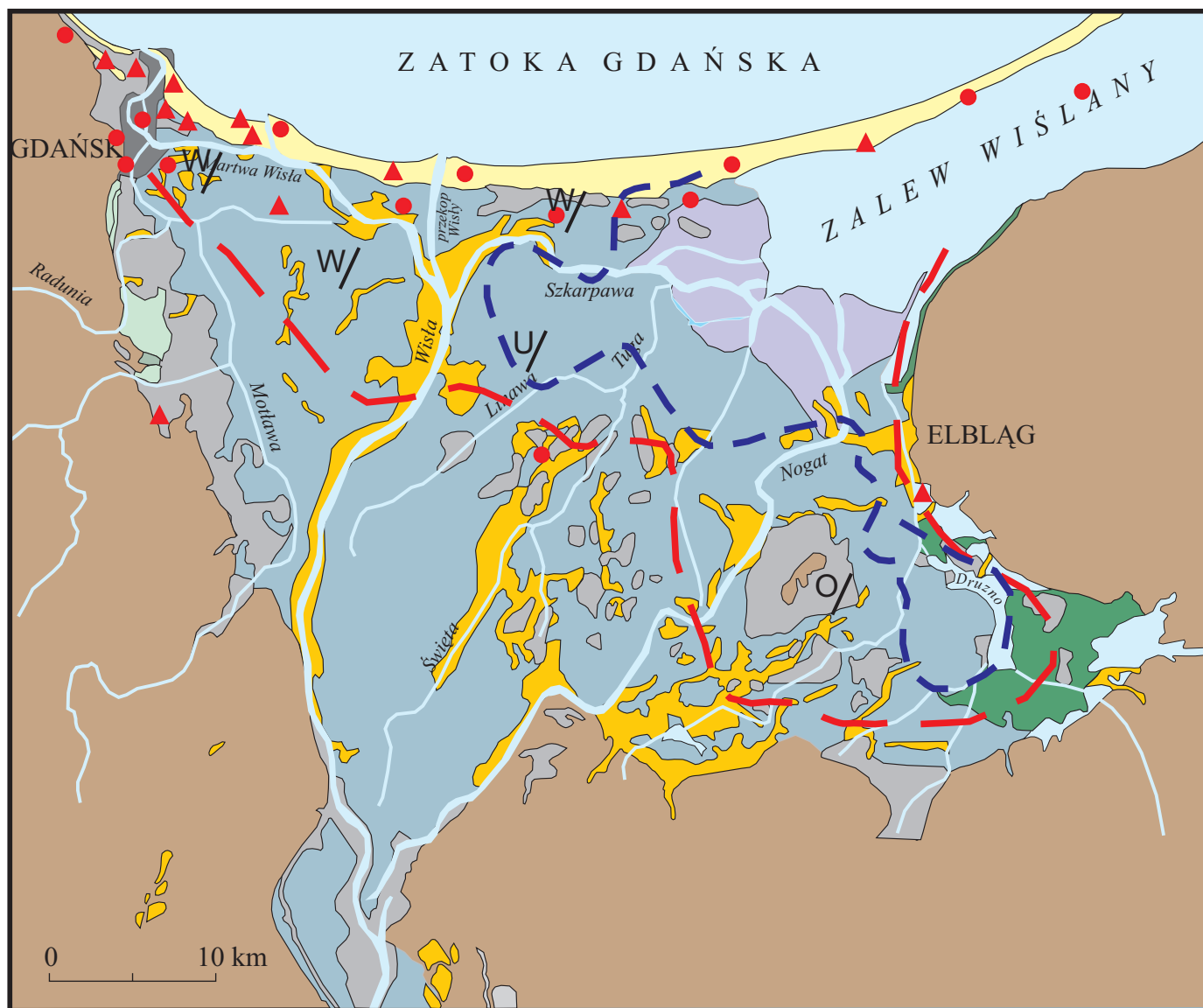


Załącznik 2.

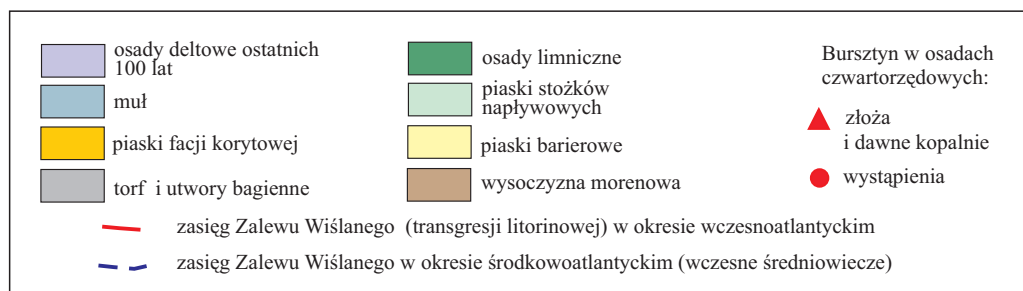


Źródło: Kramarska R., Kasiński J. R. 2008; na podstawie Kasiński J. R. i inni 1997 (oprac. P. Urbański)

Załącznik 3.



Obszary bursztynonośne i perspektywiczne delty Wisły



Źródło: Kramarska R., Zachowicz J., 2005 - zmodyfikowane (osady powierzchniowe delty Wisły wg J.E. Mojskiego, 1995; lokalizacja kopalń i wystąpień bursztynu wg B. Kosmowskiej-Ceranowicz, 2002)