



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**
Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu

ŚRODOWISKOWE ASPEKTY POTENCJALNEJ PRODUKCJI GAZU ZIEMNEGO Z NIEKONWENCJONALNYCH ŹRÓD

Dr inż. Jan Macuda



Cel pracy

Identyfikacja zagrożeń środowiska naturalnego w trakcie prowadzenia prac związanych z poszukiwaniem gazu ziemnego z niekonwencjonalnych złóż przy uwzględnieniu stosowanych obecnie technik i technologii





Charakterystyka prowadzenia prac wiertniczych

- 1. Roboty przygotowawcze i montażowe podzespołów urządzenia wiertniczego,**
- 2. Wiercenie otworu,**
- 3. Wykonywanie zabiegów kwasowania i szczelinowania górotworu,**
- 4. Prowadzenie testów hydrodynamicznych w otworze,**
- 5. Demontaż podzespołów urządzenia wiertniczego i obiektów towarzyszących,**
- 6. Rekultywacja terenu (likwidacja ewentualnych szkód i przywracanie gruntom pierwotnej użyteczności),**



Zagrożenia środowiska podczas prowadzenia prac wiertniczych

- 1. Degradacja gleb i pozbawienie terenu zajętego pod wiertnię i prowadzące do niej drogi dojazdowe możliwości pełnienia jego normalnych funkcji,**
- 2. Lokalne zanieczyszczenie powierzchni ziemi i gruntów: paliwami, smarami, rozpuszczalnikami, środkami myjącymi i materiałami służącymi do sporządzania płuczek wiertniczych i regulacji ich parametrów technologicznych,**
- 3. Uszkodzenie w obrębie zajętego terenu urządzeń i budowli wodnych oraz melioracyjnych**

Zagrożenia środowiska podczas prowadzenia prac wiertniczych c.d.

- 4. Zanieczyszczenie wód powierzchniowych, gruntów i wód podziemnych w wyniku awaryjnego odprowadzania do nich ścieków, przenikania zanieczyszczeń ze zbiorników odpadów lub migracji zanieczyszczeń rozlanych (rozsypanych) na terenie wiertni,**
- 5. Zaburzenia równowagi hydrogeologicznej w związku z niedoskonałą izolacją przewiercanych horyzontów wodonośnych,**
- 6. Zanieczyszczenie wód podziemnych płuczką (filtratem) w wyniku jej ucieczki do górotworu ,**



Zagrożenia środowiska podczas prowadzenia prac wiertniczych c.d.

- 7. Nadmierne pobory wody z ujęć lokalnych,**
- 8. Emisja hałasu z urządzeń wiertniczych,**
- 9. Emisja do atmosfery zanieczyszczeń powstałych w wyniku spalania paliw,**
- 10. Awaryjne zrzuty do środowiska płuczek lub płynów złożowych (gorącej solanki, gazu ziemnego, ropy, siarkowodoru),**
- 11. Migracje gazu do strefy przyodwiertowej i emisję do atmosfery (ekshalacje).**

Średnie wartości zanieczyszczeń w ściekach wiertniczych

Wskaźnik	Jednostka	Średnie wartości w ściekach surowych	Średni procentowy stopień redukcji w ściekach po oczyszczeniu
Zawiesiny	mg/dm ³	600 - 1 000	70 - 90 %
Żelazo ogólne	mg/dm ³	18	60 - 80 %
Fenole lotne	mg/dm ³	0,1	30 - 50 %
Ekstrakt eterowy	mg/dm ³	50	50 - 60 %
BZT ₅	mg O ₂ /dm ³	60 - 400	40 - 60 %
ChZT _(Cr)	mg O ₂ /dm ³	1 000 - 4 500	40 - 60 %

Źródło: PGNiG S.A.



Rodzaje stosowanych płuczek wiertniczych

- 1. Glikocelowo-solna**
- 2. Solno-skrobiowa**
- 3. Chlorkowo-potasowa**
- 4. Bentonitowa**
- 5. Kationowa 1**
- 6. Polimerowa**
- 7. Kationowa 2**
- 8. „X-pol”**



Główne źródła zanieczyszczeń w odpadach wiertniczych

- 1. Środki chemiczne używane do sporządzania płuczek wiertniczych,**
- 2. Biocydy,**
- 3. Substancje ropopochodne,**
- 4. Inhibitory korozji,**
- 5. Środki chemiczne stosowane do dowiercania złóż i stymulacji dopływu węglowodorów,**
- 6. Płyny złożowe (solanki, gaz, ropa naftowa).**

Wyniki analiz wskaźnikowych składowanych odpadów wiertniczych

Nr próbki	Oznaczane wskaźniki w odpadach wiertniczych								
	Fe	Zn	Cr	Pb	CO ₂	Fenole	H ₂ S	Węglowodory C ₁₂ - C ₃₅	Wilgotność
	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	%	mg/dm ³	%	mg/kg s.m.	%
1	2,52	421	53	63	1,87	0,09	0,087	1457	51,07
2	3,12	387	58	57	2,16	0,12	0,074	841	48,34
3	2,84	351	52	51	1,93	0,17	0,096	1093	44,84
4	3,41	461	51	63	1,82	0,13	0,089	1541	49,87
5	2,69	417	64	67	2,41	0,11	0,075	1492	39,91
6	3,18	493	72	81	2,26	0,23	0,062	1836	38,14

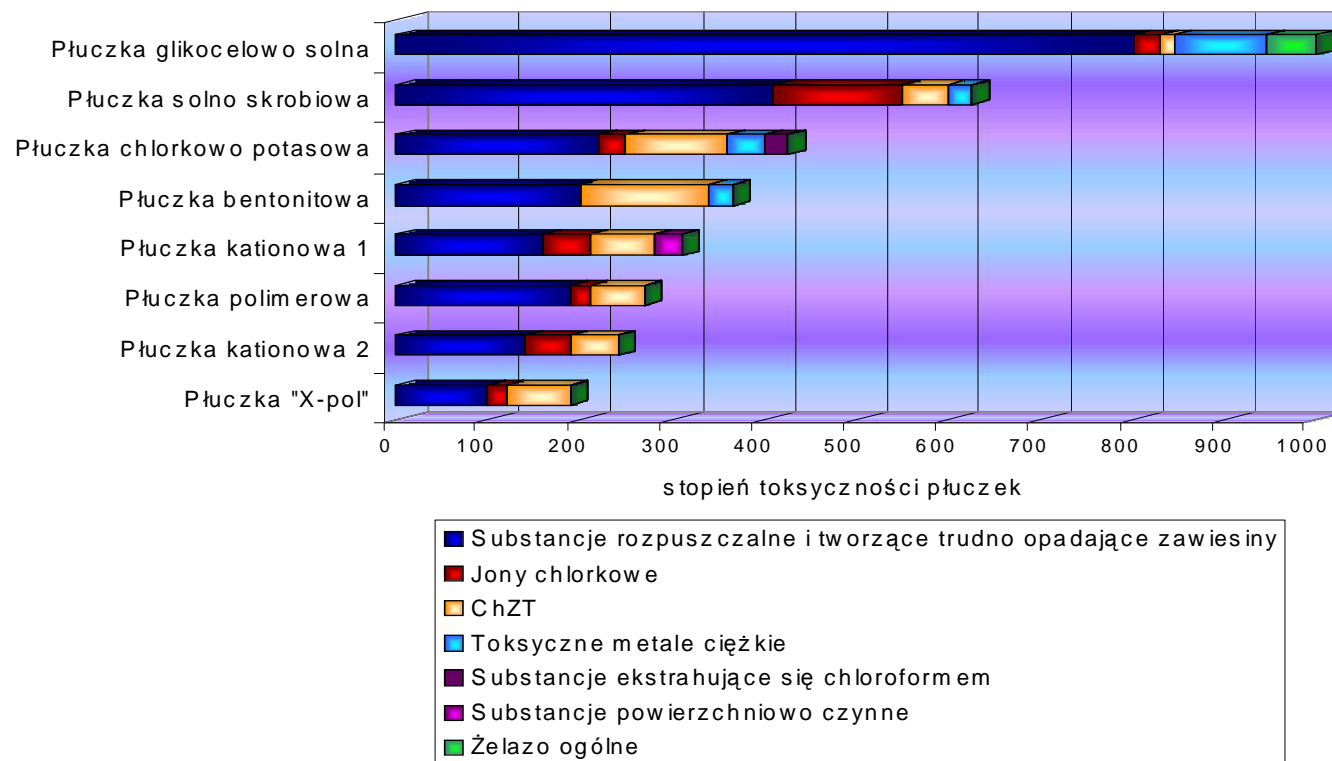


Wyniki analiz wskaźnikowych uśrednionej próbki składowanych odpadów wiertniczych

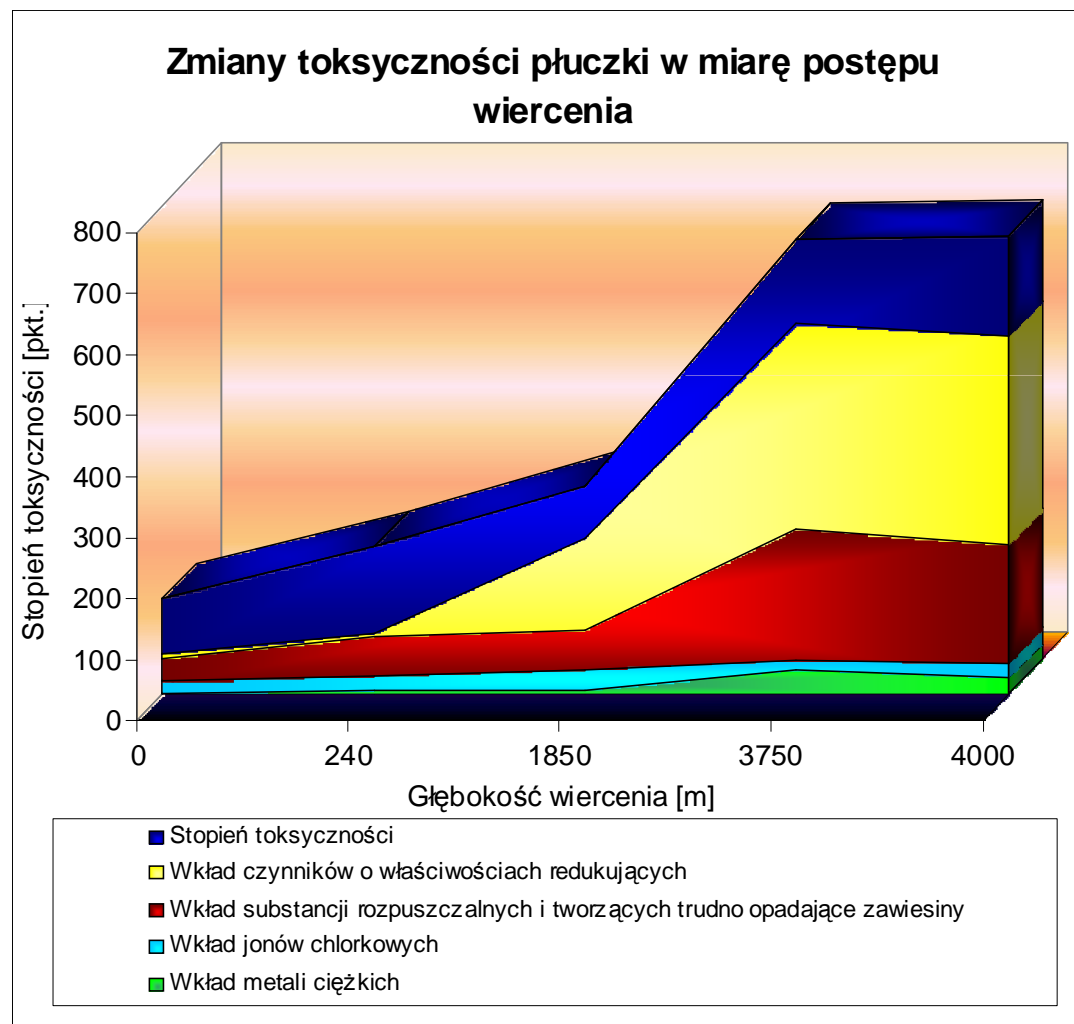
Wskaźnik	Jednostka	Koncentracja	Wartość dopuszczalna w glebie i gruncie			
			Teren przemysłowy		Teren rolniczy	
			0 – 2,0 m	2 – 15 m	0 – 0,3 m	0,3 – 15 m
Fe	mg/kg s.m.	3,11	-	-	-	-
Zn	mg/kg s.m.	427	1000	300	300	350
Cr	mg/kg s.m.	59	500	150	150	150
Pb	mg/kg s.m.	65	600	200	100	100
Cd	mg/kg s.m.	9	15	6	4	5
Węglowod. C ₁₂ – C ₃₅	mg/kg s.m.	1638	3000	100	50	200

Toksyczność płuczek wiertniczych

Porównanie szkodliwego wpływu płuczek wiertniczych na środowisko



Źródło PGNiG





Rodzaje odpadów powstających podczas wiercenia otworów poszukiwawczych

- **01 05 05*** - płuczki i odpady wiertnicze zawierające ropę naftową,
- **01 05 06*** - płuczki i odpady wiertnicze zawierające substancje niebezpieczne,
- **01 05 07** - płuczki wiertnicze zawierające baryt i odpady inne niż wymienione w **01 05 05** i **01 05 06**,
- **01 05 08** - płuczki wiertnicze zawierające chlorki i odpady inne niż wymienione w **01 05 05** i **01 05 06**,

(* - odpady niebezpieczne)



Rodzaje odpadów powstających podczas wiercenia otworów poszukiwawczych c.d.

- **06 04 04*** – odpady zawierające rtęć,
- **07 02 13** – odpady z tworzyw sztucznych,
- **08 01 11*** – odpady farb i lakierów zawierających rozpuszczalniki organiczne lub inne substancje niebezpieczne,
- **13 01 05*** – emulsje olejowe niezawierające związków chlorowcoorganicznych,
- **13 01 10*** – mineralne oleje hydrauliczne niezawierające związków chlorowcoorganicznych,
- **13 02 05*** – mineralne oleje silnikowe, przekładniowe i smarowe niezawierające związków chlorowcoorganicznych,
- **13 02 06*** – syntetyczne oleje silnikowe, przekładniowe i smarowe,
- **13 02 08*** – inne oleje silnikowe, przekładniowe i smarowe,
- **15 02 02*** – sorbenty, materiały filtracyjne (w tym filtry olejowe nie ujęte w innych grupach), tkaniny do wycierania, ubrania ochronne zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi
- **16 01 07*** – filtry olejowe, **i wiele innych**



Średnia ilość odpadów wytworzonych podczas wiercenia otworu do głębokości 3000 m

Lp	Rodzaj odpadu	Jednostka	Ilość wytworzonego odpadu
1	Zużyta płuczka, zwierciny	kg x 1000	2849
2	Odpady z tworzyw sztucznych	kg	370
3	Zużyte i przepalone oleje	dm ³	500
4	Zaolejone czyściwo	kg	100
5	Lampy fluorescencyjne i inne odpady zawierające rtęć	kg	30
6	Odpady spawalnicze i zużyte elektrody	kg	20
7	Złom żelaza i stali	kg	1000

Zakres pomiarów hałasu wokół urządzeń wiertniczych

1. Pomiary wykonano przenośnym analizatorem dźwięku SVAN 912 AE,
2. Mierzono:
 - L_{Aeq} - równoważny poziom dźwięku A w punkcie obserwacji [dB]
 - L_{Amax} - maksymalna wartość poziomu dźwięku w [dB], skorygowana wg charakterystyki częstotliwościowej (A).
 - L_{Amin} - minimalna wartość poziomu dźwięku w [dB] skorygowana wg charakterystyki częstotliwościowej (A).
 - L_{Ase} - ekspozycyjny poziom dźwięku (SEL) ,

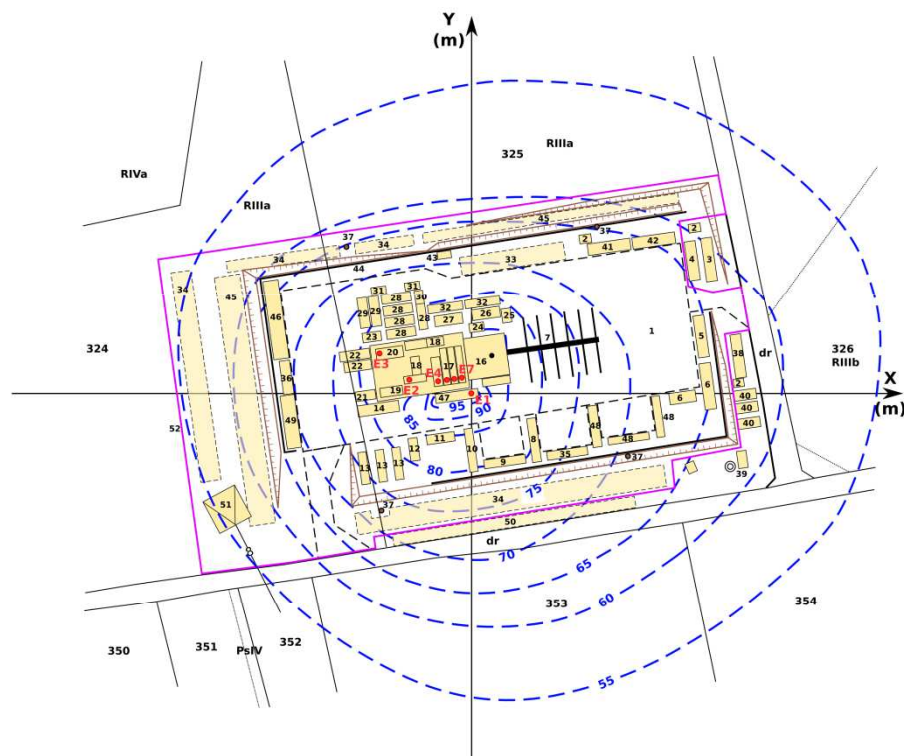
Emisja hałasu do środowiska Huwniki- 1 głęb. 5000 m

PLAN SYTUACYJNY /urząd. F-400/
zagospodarowania otworu wiertniczego HUWNIKI - 1 /proj. gł. 5000 m/ położonego
na działce nr 325 /grupa A/, w miejscowości Fredropol, gm. Fredropol, pow. przemyski
woj. podkarpackie

Skala 1 : 1000
Wys.n.p.m. 293.8 m
Współrzędne w ukł. "1942"
Szerokość: 49° 41' 15,9"
Długość: 22° 44' 09,1"

OBJAŚNIENIA:

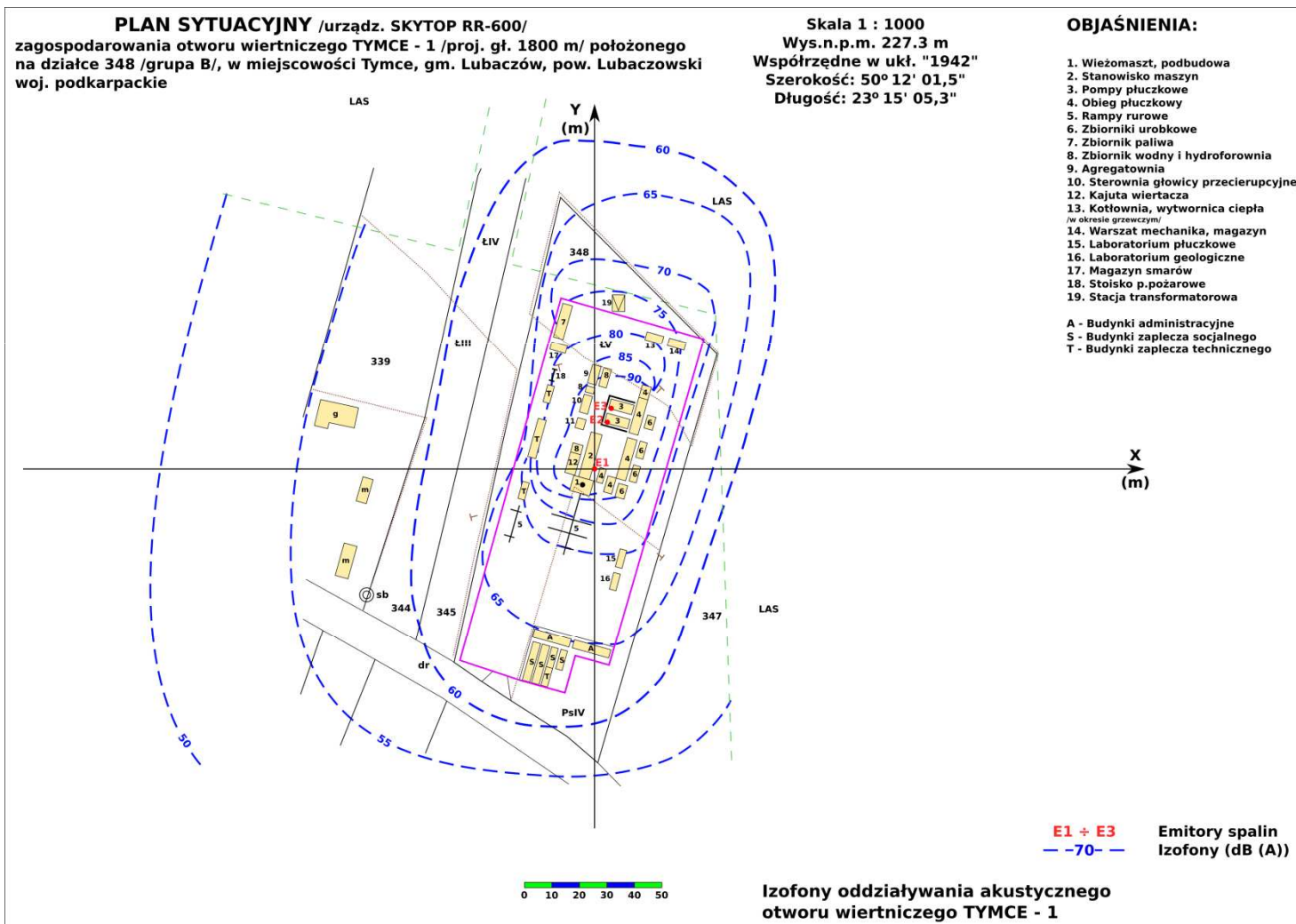
1. Plan manewrowy
2. Szambo
3. Magazyn stołówkowy /poza terenem wiertni/
4. Stołówka /poza terenem wiertni/
5. Kancelaria
6. Budynek inwestora i geologia
7. Rampa rurowa
8. Magazyn narzędziowy
9. Warsztat mechanika, elektryka
10. Magazyn techniczny
11. Zestaw sprzętu p.poż. i pojemniki na odpady
12. Magazyn olejów smarnych
13. Zbiornik roboczy paliwa
14. Agregaty prądotwórcze
15. Kajuta wiertacza
16. Otwór Huwniki - 1 i podbudowa stołu
17. Silniki napędowe
18. Pompa płuczkowa
19. Kompresory
20. Zestaw pompowy płuczkowy
21. Sterownia prewenterów
22. Zbiornik wodny
23. Leje płuczkowe
24. Degazator
25. Manifold
26. Osadnik z sitami
27. Zbiornik płuczkowy z systemem oczyszczania
28. Zbiornik płuczkowy
29. Zbiornik płuczkowy zapasowy
30. Wirówka
31. Zbiornik na ścieki
32. Zbiornik urobkowy
33. Plac na geoserwis i serwis płuczkowy
34. Składowisko humusu
35. Rampa narzędziowa
36. Kociołnia olejowa
37. Miejsce kotwienia
38. Budynek mieszkalny dozoru /poza terenem wiertni/
39. Hydrofornia i studnia głębinowa /poza terenem wiertni/
40. Budynek mieszkalne Walcz /poza terenem wiertni/
41. Szatnia
42. Szatnia z umywalnią i WC
43. Zbiornik ziemny foliowany
44. Rów opaskowy
45. Składowisko ziemi z niwelacji
46. Plac na kontenery transportowe
47. Napęd Top-Drive
48. Kontener z przewodem
49. Plac na przewód zapasowy
50. Parking
51. Stacja trafo
52. Granica terenu wiertni



E1 + E7
- -75- - Emitory spalin
Izofony (dB (A))

Izofony oddziaływania akustycznego
otworu wiertniczego TYMCE - 1

Emisja hałasu do środowiska Tymce - 1 głęb. 1800 m





Zakres badań koncentracji gazów emitowanych z terenu wiertni

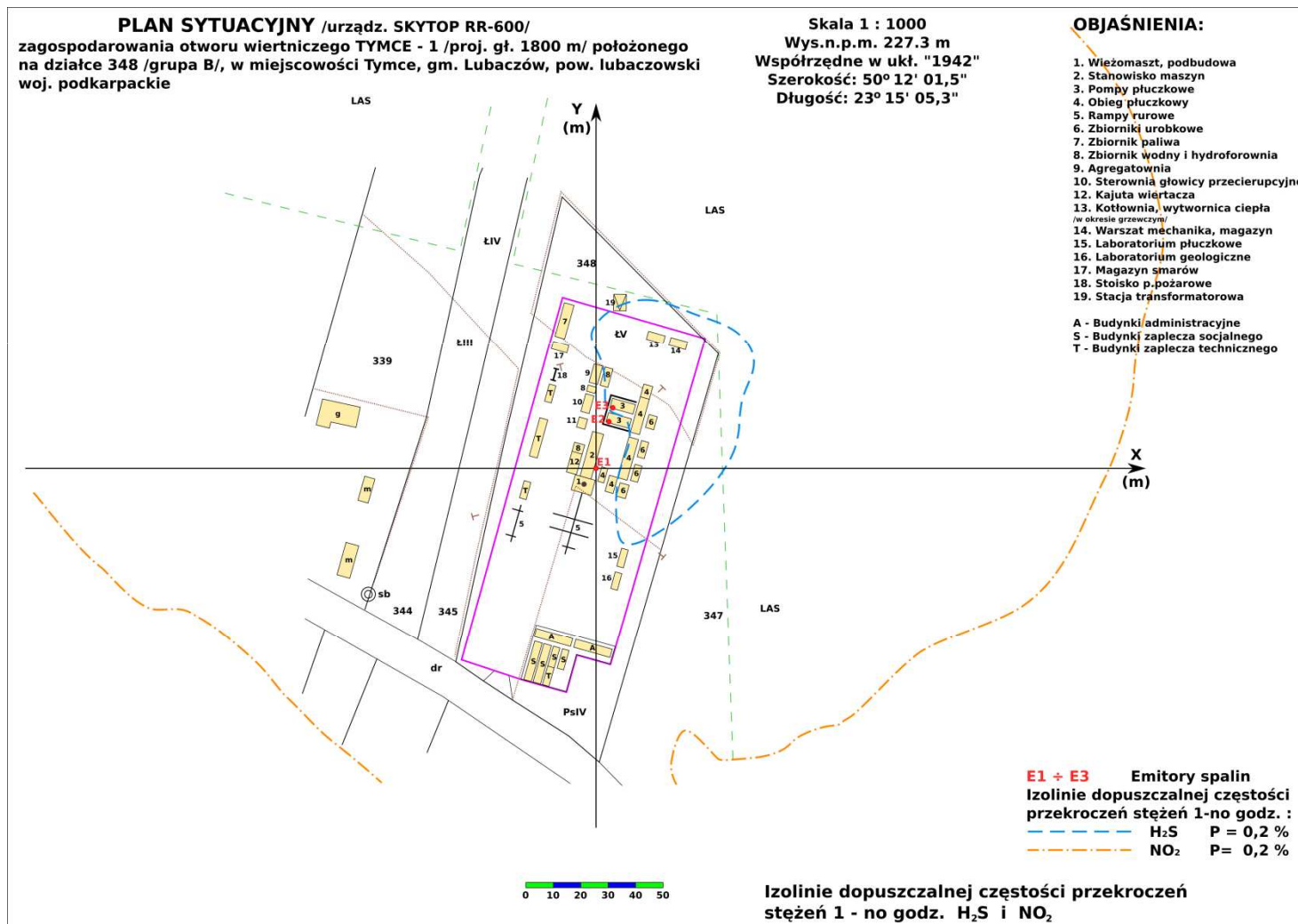
Pomiar:

SO₂, H₂S, CO₂, NO₂, pyły, węglowodory alif.

Rodzaj wykorzystanych analizatorów do badań powietrza:

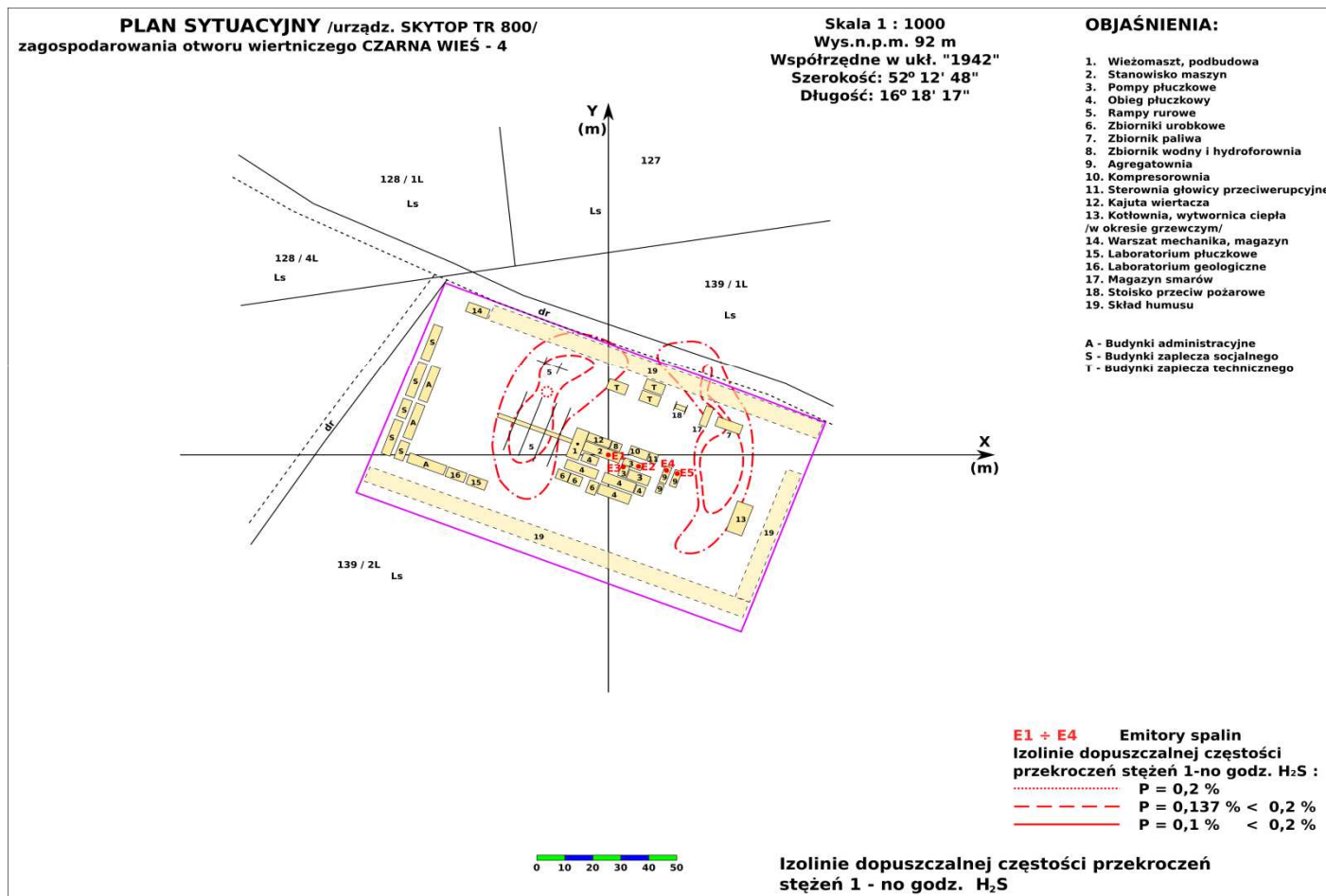
- **LANCOM Series II firmy LAND Combustion,**
- **Multiwarn II firmy Dräger,**
- **QRAE PLUS firmy RAE SYSTEMS,**

Emisja do powietrza NO₂ i H₂S Otwór Tymce - 1 głęb. 1800 m



Emisja do powietrza H₂S

Otwór Czarna Wieś-4, głęb. 2500 m





Badania próbek gleby w rejonie wytypowanych wiertni

Ilość próbek gleby pobranych do badań przed rozpoczęciem wiercenia i po zakończeniu wiercenia:

- **po 8 prób**

1. **Próbki gleb do badań chemicznych pobrano z głębokości **0,3 m p.p.t.****
2. **Koncentracje metali ciężkich oznaczono techniką ASA Atomowej Spektrometrii Absorpcyjnej)**
3. **Zawartość węglowodorów alifatycznych oznaczono metodą chromatografii gazowej GC-FID na chromatografie gazowym Varian CP-3800.**



Wyniki analiz próbek gleby po zakończeniu wiercenia otworu

L.p.	Zanieczyszczenie	Wartości stężeń w glebie metali ciężkich i substancji ropopochodnych, mg/kg s.m.						Dopuszczalne wartości stężeń w glebie mg/kg s.m.
		Nr próbki pobranej gleby						
		1	2	3	4	5	6	
Metale ciężkie								
1	Chrom	53	39	37	28	51	49	150
2	Cynk	64	46	52	31	36	54	300
3	Miedź	8	14	12	17	14	19	150
4	Kadm	1,0	1,2	0,9	1,2	1,4	1,1	4
5	Ołów	15	11	23	14	18	24	100
Substancje ropopochodne								
6	Benzyna (C₆ - C₁₂)	-	-	-	-	-	-	1
7	Olej mineralny (C₁₂ - C₃₅)	2,44	2,89	2,51	3,37	2,81	2,55	50



Zabiegi intensyfikowania dopływu węglowodorów do otworu

- **Kwasowanie, oraz kwasowanie z użyciem Coiled Tubing,**
- **Hydrauliczne szczelinowanie,**
- **Testy miniszczelinowania,**
- **Szczelinowanie z użyciem kwasu**
- **Wytłaczanie z odwiertów cieczy poreakcyjnej z zastosowaniem Coiled Tubing i Jednostki Azotowej,**



Ciecze do kwasowania i szczelinowania

1. Ciecz nr 1. Standardowa ciecz stosowana do wykonania wanny kwasowej bądź niewielkiej penetracji cieczy kwasującej wokół otworu wiertniczego

- kwas solny 12 - 25 %
- inhibitor korozji ACI 130
- środek zapobiegający pęcznieniu iłó
- środek powierzchniowo czynny

2. Ciecz nr 2. Ciecz żelowana, stosowana do szczelinowania kwasem

- kwas solny HCl (15%)
- środek żelujący
- inhibitor korozji
- środek wiążący jony żelaza



Ciecze do kwasowania i szczelinowania

3. **Ciecz nr 3.** Ciecz stosowana do hydraulicznego szczelinowania

- polimer
- środek zapobiegający pęcznieniu łąw
- środek przeciwemulsyjny
- środek bakteriobójczy
- propant – środek do podsadzki



Ilości cieczy zabiegowych

- Dla każdego odwiertu wykonuje się indywidualny projekt zabiegu. **Warunki geologiczno – złożowe determinują możliwe do zastosowania rodzaje i ilości cieczy,**
- Przy stosowaniu cieczy **kwasującej nr 1** przyjmuje się średnio na 1 mb perforowanego interwału **0,5 – 1 m³** cieczy kwasującej,
- Przy stosowaniu **cieczy nr 2 i 3** – ilości zawierają się w przedziale **80 - 560 m³**, a max. ilość **propantu – 45 ton**



Utylizacja cieczy pozabiegowych

1. Ciecze pozabiegowe na bazie kwasu neutralizuje się do odczynu obojętnego **kwaśnym węglanem sodu i wywozi na składowisko odpadów** (zgodnie z przepisami ustawy o odpadach),
2. Ciecze po zabiegach hydraulicznego szczelinowania bardzo **często nie wymagają neutralizacji** i powstały odpad przekazywany jest do utylizacji firmom specjalistycznym.

Skład zestawu do szczelinowania

- **Agregaty tłoczące,**
- **Manifold,**
- **Piaskomieszalka (blender),**
- **Transporter piasku,**
- **Zestaw do monitoringu i rejestracji parametrów zabiegu**





Emisja hałasu z wybranych urządzeń

Agregat pompowy

- L_{Amax} - 92,9 dB
- L_{Aeq} - 89,4 dB

Piaskomieszalka

- L_{Amax} - 91,6 dB
- L_{Aeq} - 86,7 dB

Urządzenie pomiarowe Mercedes-Van

- L_{Amax} - 77,1 dB
- L_{Aeq} - 73,2 dB



Wnioski

Wpływ prac poszukiwawczych na środowisko należy określić jako umiarkowany i będzie on zależał od:

- 1. Stanu zagospodarowania obszaru prowadzenia prac poszukiwawczych,**
- 2. Wrażliwości poszczególnych elementów środowiska,**
- 3. Minimalizowania wielkości terenu zajmowanego pod wiertnie i drogi dojazdowe,**
- 4. Ograniczenia emisji hałasu do środowiska,**
- 5. Prowadzenia właściwej gospodarki odpadami**



Dziękuję za uwagę