GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA

• **Dane teleadresowe:** Plac Gwarków 1, 40-166 Katowice
telefon: 032 258 16 31÷9, fax: 032 259 65 33, e-mail: gig@gig.eu, www.gig.eu
• **Rachunek bankowy:** Bank Pekao S.A. O/Katowice
nr 65 1240 4227 1111 0000 4841 8133
• **Regon:** 000023461 **NIP:** 6340126016 **KRS:** 0000090660
Główny Instytut Górnictwa jest płatnikiem VAT

Jednostka organizacyjna GIG: **Zakład Geologii i Geofizyki, Laboratorium Geofizyki Inżynierskiej**

Egz. nr …..

Dokumentacja geologiczna z wykonania otworów geologicznych i uzdatniających oraz kontrolnych badań geofizycznych na terenie Osiedla Leśnego w Pile powiat Tuchola woj. Kujawsko – Pomorskie

Inwestor: Gmina Gostycyn
ul. Bydgoska 8, 89-520 Gostycyn

Geolog dokumentujący:

Dr inż. Adam Frolik
uprawnienia MOŚ Kat. VI-0346

_____
pieczątka i podpis kierownika
jednostki organizacyjnej GIG

Katowice, październik 2009

Zespół realizujący badania:
stopień - imię i nazwisko

Dr inż. Andrzej Kotyrba	……..
Dr inż. Adam Frolik	……..
Dr inż. Łukasz Kortas	……..
Mgr Sławomir Siwek	……...

Abstrakt (minimum 500 znaków-maksimum 1000 znaków**):**

Przedmiotem dokumentacji są wyniki prac geologicznych i badań geofizycznych wykonanych na terenie osiedla Leśnego w Gostycynie (woj. Kujawsko-Pomorskie). Teren osiedla przewidziany jest w planie zagospodarowania na budownictwo rodzinne. Celem prac było rozpoznanie i ograniczenie zagrożeń geologiczno-górniczych związanych z występowaniem pustek w górotworze po podziemnej eksploatacji węgla brunatnego na terenie osiedla mieszkaniowego w miejscowości Piła k/Gostycyna. W podłożu terenu osiedla od połowy XIX wieku do roku 1945 eksploatowano węgiel brunatny w interwale głębokości 20-50 m metodą głębinową. Złoże udostępnione było szybami, upadowymi i sztolniami.

Stopień ochrony dokumentacji:[*)]

~~Ogólnodostępna~~	~~Do wykorzystania za zgodą kierownika jednostki org. GIG wiodącej w pracy~~	~~Do wykorzystania za zgodą Naczelnego Dyrektora GIG lub Sekretarza Naukowego~~	Do wykorzystania za zgodą zleceniodawcy

Dokumentacja składa się z (wymienić elementy: publikacje, zeszyty, płyty CD itp. w sposób trwały zawarte we wspólnym opakowaniu) **:**
1. Tekst + załączniki graficzne
2. Płyta CD –z wersją elektroniczną
.

Dokumentację otrzymali:

Archiwum jednostki organizacyjnej GIG,	egz. nr 1 - kategoria archiwalna ”A”
Zleceniodawca,	egz. nr 2,3,4,5

.

Egzemplarz dokumentacji jest przechowywany w archiwum jednostki organizacyjnej GIG:
(wypełnia archiwum jednostki organizacyjnej GIG)
Nr inwentarzowy:

Sygnatura:

*) niepotrzebne skreślić

KARTA INFORMACYJNA PRAC GEOLOGICZNYCH NIEKOŃCZĄCYCH SIĘ UDOKUMENTOWANIEM ZASOBÓW

Tytuł dokumentacji : „**DOKUMENTACJA GEOLOGICZNA Z WYKONANIA OTWORÓW GEOLOGICZNYCH I UZDATNIAJĄCYCH ORAZ KONTROLNYCH BADAŃ GEOFIZYCZNYCH NA TERENIE OSIEDLA LEŚNEGO W PILE, POWIAT TUCHOLA, WOJ. KUJAWSKO – POMORSKIE”**

Podstawa wykonania prac (nr decyzji): „**PROJEKT PRAC GEOLOGICZNYCH NA WYKONANIE OTWORÓW GEOLOGICZNYCH I UZDATNIAJĄCYCH ORAZ KONTROLNYCH BADAŃ GEOFIZYCZNYCH NA TERENIE OSIEDLA LEŚNEGO W PILE POWIAT TUCHOLA WOJ. KUJAWSKO – POMORSKIE” zatwierdzony decyzją Starosty Tucholskiego z dnia 24.06.2009 (znak pisma :OŚ 7510-11/09)**

Wykonawca Prac: **Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Usługowo- Handlowe EKO-LABOR Sp. z o.o. EKO LABOR, Siemianowice Śląskie, ul. Wyzwolenia 22, 41-103 Siemianowice Śląskie**

Lokalizacja prac: miejscowość **Piła**
powiat **Tuchola**
województwo **Kujawsko – Pomorskie**

Arkusz mapy 1 : 50 000**: Tuchola (203)**

Okres realizacji prac :

26.08 – 3.09.2009r. **- prace wiertnicze i badania geofizyczne**

7.09 – 18.09.2009r. **- badania laboratoryjne**

21.09 – 15.10.2009r. **- prace dokumentacyjne**

Liczba wykonanych wierceń: **12,** głębokość wierceń: **8,40 – 20,40 m,** łączny metraż: **132,8 m**

Współrzędne otworów:

Nr otworu:	Długość wschodnia λ	Szerokość północna ϕ	Wys. w npm. z
BP-1	**17°52'53.92"**	**53°30'38.54"**	**99,65**
BP-2	**17°52'47.13"**	**53°30'38.46"**	**99,65**
BP-3	**17°52'43.45"**	**53°30'37.09"**	**101,00**
BP-4	**17°52'54.38"**	**53°30'35.90"**	**100,55**
BP-5	**17°52'51.52"**	**53°30'35.28"**	**99,20**
BP-6	**17°52'45.83"**	**53°30'35.33"**	**100,95**
BP-7	**17°52'41.17"**	**53°30'33.79"**	**101,40**
BP-8	**17°52'34.34"**	**53°30'32.33"**	**101,65**
BP-9	**17°52'48.12"**	**53°30'32.98"**	**100,60**
BP-10	**17°52'31.97"**	**53°30'31.97"**	**98,60**
BP-10A	**17°52'32.38"**	**53°30'32.38"**	**99,00**
BP-11	**17°52'30.83"**	**53°30'30.83"**	**99,05**

Badania laboratoryjne:

Rodzaj badań: **rodzaj gruntu, barwa, zawartość $CaCO_3$, zawartość frakcji < 0,063 mm, straty wagowe przy wyżarzeniu/utlenianiu, wilgotność, gęstość objętościowa, wskaźnik plastyczności, granica plastyczności, granica płynności, stopień plastyczności.** Ilość prób: **19.**

wykonawca: **Laboratorium geotechniczne Teresa Tkacz, 43-100 Tychy, ul. Fabryczna 11.**

Stratygrafia i głębokość przewiercanych utworów:

- czwartorzęd do 11,4 – 17,5 m ppt.

- neogen (miocen) od 11,4 – 17,5 do 20,4 m ppt.

Geolog dokumentujący: **dr inż. Adam Frolik**

Numer uprawnień geologicznych: MOŚ Kat. IV- 0324 i VI-0346

Spis treści……str.

1. Wstęp 6
2. Opis zadania geologicznego 6
2.1. Cel prac 6
2.2. Termin rozpoczęcia i zakończenia prac 7
3. Wykaz wykorzystanych materiałów archiwalnych 7
4. Opis stanu zagospodarowania powierzchni terenu 8
5. Charakterystyka dokumentowanego terenu 9
5.1. Położenie geograficzne i hydrografia terenu 9
5.2. Budowa geologiczna 9
5.3. Warunki hydrogeologiczne 11
5.4. Charakterystyka warunków górniczych 13
6. Szczegółowe omówienie wykonanych prac geologicznych i ich wyniki 18
6.1 Prace wiertnicze i pomiary terenowe 18
6.2. Badania gazometryczne w otworach wiertniczych 18
6.3. Badania geofizyczne 21
6.3.1. Badania georadarowe - metodyka pomiaru 21
6.3.2. Wyniki i interpretacja badań georadarowych 23
6.4. Badania laboratoryjne 25
6.5. Kompleksowa interpretacja wyników badań geologicznych i geofizycznych 26
7. Podsumowanie 31
8. Kopia decyzji zatwierdzającej projekt prac geologicznych 32

Spis załączników:

1. Mapa lokalizacyjna terenu badań (mapa satelitarna).
2. Mapa topograficzna, skala 1:10 000
3. Mapa dokumentacyjna z lokalizacją wykonanych otworów badawczych, skala 1:1 000.
4.1 Karta otworu badawczego BP-1, skala 1 : 100,
4.2 Karta otworu badawczego BP-2, skala 1 : 100,
4.3 Karta otworu badawczego BP-3, skala 1 : 100,
4.4 Karta otworu badawczego BP-4, skala 1 : 100,
4.5 Karta otworu badawczego BP-5, skala 1 : 100,
4.6 Karta otworu badawczego BP-6, skala 1 : 100,
4.7 Karta otworu badawczego BP-7, skala 1 : 100,
4.8 Karta otworu badawczego BP-8, skala 1 : 100,
4.9 Karta otworu badawczego BP-9, skala 1 : 100,
4.10 Karta otworu badawczego BP-10, skala 1 : 100,
4.11 Karta otworu badawczego BP-10A, skala 1 : 100,
4.12 Karta otworu badawczego BP-11, skala 1 : 100,
5.1 Przekrój geologiczny I – I`, skala pozioma 1:1000/ skala pionowa 1:100,
5.2. Przekrój geologiczny II – II` skala pozioma 1:1000/ skala pionowa 1:100,
5.3. Przekrój geologiczny III – III` skala pozioma 1:1000/ skala pionowa 1:100,
5.4. Objaśnienia do przekrojów geologicznych.
6. Wyniki badań laboratoryjnych gruntów
7. Mapa lokalizacyjna rozpoznania złoża węgla brunatnego, skala 1:1500 (odrys z mapy Streichen...- wg. dr Scharfa 1944 r.).
8. Przekrój geologiczny W-E przez złoże węgla brunatnego w Pile-Młyn (odrys przekroju Flöz Barbara...- wg. dr Scharfa 1944 r).
9.1. Głębokościowa sekcja radarowa profilu R1 wraz z interpretacją.
9.2 Głębokościowe sekcje radarowe profili R2, R3 i R4 wraz z interpretacją.

1. Wstęp

Przedmiotem opracowania jest dokumentacja prac geologicznych oraz kontrolnych badań geofizycznych na terenie Osiedla Leśnego w Pile, wykonanych zgodnie z ”Projektem prac geologicznych i uzdatniających oraz kontrolnych badań geofizycznych na terenie Osiedla Leśnego w Pile/k Gostycyna, powiat Tuchola, województwo Kujawsko – Pomorskie”, zatwierdzonym decyzją Starosty Tucholskiego z dnia 24.06.2009 (znak pisma :Oś 7510-11/09).

Obszar, na którym zlokalizowano nowe osiedle mieszkaniowe (tzw. Osiedle Leśne w Pile) jest terenem pogórniczym. Pod koniec XIX i w I połowie XX wieku w dolinie rzeki Brdy intensywną podziemną eksploatację złoża węgla brunatnego prowadziło kilka kopalń. Eksploatacja prowadzona była przez przedsiębiorców niemieckich i polskich. W archiwach polskich nie można odszukać dokumentacji mierniczo-geologicznych charakteryzujących budowę geologiczną złoża oraz zakres dokonanej eksploatacji.

Wykonanymi otworami wiertniczymi do głębokości 20,4 m nie stwierdzono w podłożu osiedla obecności pustek pogórniczych. Tym samym otwory te nie potwierdziły interpretacyjnej tezy pochodzenia ujemnych anomalii w lokalnym obrazie rozkładu pola siły ciężkości stwierdzonych badaniami geofizycznymi. W świetle dokonanego rozpoznania anomalie w obszarze osiedla mogą być związane zarówno z obecnością pustek powstałych w płytkich warstwach geologicznych, które uległy już samopodsadzeniu, bądź też z dużym naturalnym zróżnicowaniem gęstości gruntów podłoża.

Analiza wyników wierceń, w tym zwłaszcza obecność na granicy czwartorzędu i miocenu słabych nawodnionych gruntów piaszczysto-pylastych o charakterze kurzawkowym, wyklucza w zasadzie utrzymywanie się w tego typu gruntach niepodsadzonych wyrobisk górniczych, nie całkowicie obudowanych.

2. Opis zadania geologicznego

2.1. Cel prac

Celem prac było rozpoznanie i ograniczenie zagrożeń geologiczno-górniczych związanych z występowaniem pustek w górotworze po podziemnej eksploatacji węgla brunatnego na terenie osiedla mieszkaniowego w miejscowości Piła k/Gostycyna o powierzchni około 6,6 ha.

2.2. Termin rozpoczęcia i zakończenia prac

Prace geologiczne wykonano zgodnie z „Projektem prac geologicznych na wykonanie otworów geologicznych i uzdatniających oraz kontrolnych badań geofizycznych na terenie osiedla leśnego w Pile" zatwierdzonym decyzją Starosty Tucholskiego z dnia 24.06.2009 (znak pisma :OŚ 7510-11/09). Prace wiertnicze i badania terenowe prowadzono w okresie od 26 sierpnia do 3 września 2009 r. W okresie od 7 do 18 września wykonywano badania laboratoryjne, natomiast prace dokumentacyjne wykonano w okresie od 21 września do 15 października 2009 r.

3. Wykaz wykorzystanych materiałów archiwalnych

Materiały źródłowe wykorzystane do opracowania niniejszej dokumentacji geologicznej stanowiły następujące materiały archiwalne:

[1] Kotyrba A., Frolik A., Kortas Ł., Siwek S. Ocena zagrożenia pogórniczego terenu Osiedla Leśnego w Gostycynie na podstawie badań geofizycznych i analizy warunków geologiczno-górniczych. Dokumentacja GIG. Katowice, 2008r.

[2] Kotyrba A., Frolik A., Kortas Ł., Siwek S. Pogórnicze zagrożenia terenów podziemnych kopalń węgla brunatnego w Pile-Młyn (województwo Kujawsko-Pomorskie). Mat. Konf. N-T p.t. XIII Warsztaty Górnicze n.t. „Zagrożenia Naturalne w Górnictwie". 17-19 Czerwca Bogatynia - Świeradów Zdrój, 2009 r.

[3] Woźniak H. (red). Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich na terenach likwidowanych kopalń. MŚ. Warszawa. 2009

[4] Zieniuk-Hoza A.; Projekt prac geologicznych dla potrzeb określenia warunków geologiczno - inżynierskich na terenie Osiedla Leśnego w Gostycynie. Powiat: Tuchola. Województwo Kujawsko - Pomorskie. Bydgoszcz, Lipiec 2006 r. /praca niepublikowana/.

[5] Materiały archiwalne zebrane przez Stowarzyszenie „BUKO"

[6] Mapa geologiczna Polski 1 : 200 000. Arkusz Chojnice A. mapa utworów powierzchniowych. Mapa podstawowa, arkusz Tuchola, 1 : 50 000. Opracowanie Kombinatu Geologicznego „Północ" w Warszawie. Wydawnictwa geologiczne, Warszawa 1978 r.

4. Opis stanu zagospodarowania powierzchni terenu

Obszar, na którym zlokalizowano nowe osiedle mieszkaniowe jest terenem pogórniczym. Pod koniec XIX i w I połowie XX wieku w dolinie rzeki Brdy intensywną podziemną eksploatację złoża węgla brunatnego prowadziło kilka kopalń. Eksploatacja prowadzona była przez przedsiębiorców niemieckich i polskich. W archiwach polskich nie można odszukać dokumentacji mierniczo-geologicznych charakteryzujących budowę geologiczną złoża oraz zakres dokonanej eksploatacji. Nie ma ich w archiwum Wyższego Urzędu Górniczego w Katowicach ani w Państwowym Archiwum Górnictwa w Katowicach. Nieliczne i fragmentaryczne dokumenty geologiczno-górnicze odszukali w archiwach niemieckich działacze utworzonego przez mieszkańców osiedla Stowarzyszenia „BUKO".

Osiedle stanowi zespół już zbudowanych domów jednorodzinnych oraz niezabudowanych jeszcze parcel. Jest położone wśród lasów w odległości kilku kilometrów od głównych zabudowań Gostycyna, przy drodze prowadzącej do miejscowości Piła. Teren usytuowany jest na południowym obrzeżu parku krajobrazowego Bory Tucholskie. W niedalekiej odległości od terenu osiedla płynie rzeka Brda, która miejscami wcina się na głębokość kilkudziesięciu metrów w utwory podłoża (zał. 1).

Teren osiedla jest tzw. terenem pogórniczym. W przeszłości (XIX i XX w.) w jego podłożu prowadzono eksploatację pokładów węgla brunatnego. Głębokość eksploatacji nie przekraczała 50 metrów. Złoże węgla brunatnego zalega tutaj w osadach mioceńskich (trzeciorzęd). Ma budowę wielopokładową. Strop złoża przykryty jest osadami czwartorzędowymi o zmiennej grubości zmieniającej się od kilku do kilkudziesięciu metrów. Ze względu na małą głębokość eksploatacji, sposób jej prowadzenia (eksploatacja na zawał) oraz niską wytrzymałość skał płonnych w nadkładzie złoża, w trakcie prowadzenia eksploatacji jej wpływy ujawniały się na powierzchni natychmiastowo (tworzyły się liczne zapadliska nad polami ubierkowymi). Miały one formę lejów i rowów zapadliskowych. Formy te są obecnie widoczne w rzeźbie terenu.

W rejonie położonym na zachód od granicy dokumentowanego terenu (rejon dawnej kopalni Montania – zał. 7) stopień przeobrażenia pierwotnej powierzchni jest bardzo duży. Szacunkowo można ocenić, że powierzchnia terenu przekształconego procesami zapadliskowymi w stosunku do powierzchni terenu nieprzekształconego przekracza 50%. Głębokość form zapadliskowych wynosi zwykle 2-3 m.

Teren samego osiedla Leśnego jest znacznie mniej przekształcony. W jego centralnej części (niezabudowanej) widoczny jest rozległy lej o przekroju w kształcie elipsy (zał. 3). Dłuższa jej oś rozciągająca się na kierunku NW-SE ma długość około 60 m, krótsza natomiast

około 40 m. W centralnej części głębokość leja wynosi około 4 m. Z przekazów ustnych wynika, że lej ten nie ma pochodzenia wyłącznie górniczego, lecz jest wynikiem prowadzonej tu eksploatacji glin do potrzeb ceramiki. Od tego leja w kierunku północno-zachodnim rozciąga się nieregularne obniżenie powierzchni w formie rowu o nieregularnych granicach i przeciętnej szerokości 20 m. Maksymalna amplituda obniżeń sięga 1 m. Na południowy-zachód od drogi asfaltowej Gostycyn - Piła na powierzchni terenu zaznacza się próg o zmiennej wysokości w przedziale 0,2 - 0,5 m.

Podobny do wyżej opisanego próg widoczny jest we wschodniej części osiedla. W rejonie północno-wschodniej granicy terenu osiedla widoczne jest eliptyczne obniżenie powierzchni o szerokości ok. 60 m. Ciągnie się ono dalej w kierunku wschodnim, poza granice osiedla. W granicach badanego terenu względna amplituda obniżenia wynosi ok. 2 m. Podobne formy widoczne są w terenie przyległym od wschodu do osiedla.

5. Charakterystyka dokumentowanego terenu

5.1. Położenie geograficzne i hydrografia terenu

Pod względem geomorfologicznym rejon Osiedla Leśnego położony jest w dolinie rzeki Brdy stanowiącej mezoregion Pojezierza Pomorskiego. Powierzchnia terenu jest stosunkowo płaska i układa się na rzędnej zbliżonej do 100 m npm. W odległości około 100 m na wschód i około 150 m na południe od dokumentowanego rejonu przepływa rzeka Brda. Natomiast około 450 m na północny zachód znajduje się jezioro Szpitalne. W pobliżu rzeki i jeziora teren stromo opada do rzędnych około 88,0 m npm - przy jeziorze Szpitalnym oraz do 80,0 m npm - w dolinie Brdy.

Według mapy geologicznej Polski w skali 1 : 200 000 [6] na omawianym terenie przypowierzchniową warstwę budują piaski i żwiry rzeczne pochodzenia plejstoceńskiego.

5.2. Budowa geologiczna

W budowie geologicznej omawianego rejonu biorą udział osady czwartorzędu (plejstocenu) i neogenu (miocen) – dawniej górny okres trzeciorzędu. Utwory plejstocenu zalegają na nierównej powierzchni utworów mioceńskich (neogen). Budowę geologiczną omawianego terenu ilustrują załączone karty dokumentacyjne otworów badawczych - zał. 4.1 – 4.12 oraz przekroje geologiczne - zał. 5.1 – 5.3. Rozmieszczenie otworów i przekrojów geologicznych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej – zał. 3.

Plejstocen – wykształcony jest w postaci:

- piasków różnoziarnistych z domieszką żwirów i okruchami skał północnych (pospółki). Są to osady akumulacji wodno-lodowcowej, które zalegają bezpośrednio pod glebą i tworzą warstwę o miąższości zmieniającej się od 2,20 m – w części wschodniej osiedla (otwór BP-4) do 5,8 m lokalnie w części centralnej osiedla (otwór BP-6);
- glin morenowych pochodzenia lodowcowego, które podścielają osady piaszczyste. Na większości obszaru gliny morenowe tworzą ciągłą warstwę, a jej spąg występuje na głębokościach od 5,5 m (otwór BP-8) do 14,5 m ppt (otwór BP-3), w otworze BP-3 gliny morenowe zalegają bezpośrednio na piaskach mioceńskich;
- dolnych piasków akumulacji wodno-lodowcowej, które zalegają pod glinami morenowymi, o zmiennej miąższości przeważanie od 1,6 m (otwór BP-2) do 9 m (otwór BP-9). Miąższość dolnych piasków wodnolodowcowych w pradolinie Brdy wzrasta nawet do 40 m. Piaski najczęściej są średnie lub drobne, zawierają również domieszki żwirów, ale często też występują gniazda piasków pylastych, pyłów lub nawet glin pylastych niekiedy z domieszką humusu. Lokalnie (otwór BP-10) dolne i górne piaski czwartorzędowe nie zostały rozdzielone glinami morenowymi, co może być związane zarówno z czynnikami naturalnymi (obecność lokalnej rynny erozyjnej), czy przerwaniem ciągłości glin zwałowych poprzez samopodsadzenie wyrobisk górniczych w okresie ich likwidacji.

Miocen (Neogen) – reprezentowany jest przez serię utworów piaszczysto – ilastych, zawierających przewarstwienia węgla brunatnego. Węgiel brunatny występuje w postaci lignitu lub węgla ziemistego. Piaski mioceńskie są z reguły drobnoziarniste lub pylaste, ciemnoszare lub brunatne w zależności od zawartości pyłu burowęglowego.

Osady miocenu w rejonie Piły są silnie zaburzone glacitektonicznie. Ich nachylenie zmienia się w granicach od 15 do 35^{o}. Większymi kątami zapadania charakteryzują się na ogół pokłady w części wschodniej (Aleksandra, Buko, Olga). Mniejsze nachylenie mają pokłady Wilhelm i Montania w części zachodniej. Miąższość pokładów węgla jest zmienna i waha się od 0,5 m do 3,5 m.

Strop utworów miocenu w rejonie osiedla występuje na zmiennej głębokości od 11,4 do 17,5 m ppt. Stropowa część utworów– miocenu, rozpoznana otworami do głębokości 20,4 m ppt często nie odbiega litologicznie od występujących wyżej osadów czwartorzędowych. Osady te z uwagi na zawartość substancji buroweglowej są najczęściej barwy brunatnej,

ciemno-szarej lub nawet czarnej w przeciwieństwie do żółtych, szarożółtych i brązowych osadów czwartorzędowych (piasków i glin). Z uwagi na monoklinalne zaleganie utworów miocenu, w jego stropie nawiercano różnorodne osady (piaszczysto-żwirowe, gliniasto-ilaste czy organiczne, w tym węgiel brunatny). Osady piaszczysto-żwirowe, pod względem litologicznym reprezentowane głównie przez piaski drobne i pylaste (z gniazdami żwirów, pyłów, glin, glin pylastych oraz humusu czy węgli brunatnych) występują w rejonie otworów: BP-1, BP,2, BP-3, BP-5, BP-6 i BP-9. W rejonie otworów: BP-4, BP-7, BP-8, BP-10, BP-11 stropową część miocenu budują grunty o różnym stopniu spoistości: iły pylaste, gliny pylaste zwięzłe, gliny pylaste oraz piaski gliniaste i pyły. W gruntach tych występują często gniazda substancji organicznej w postaci; humusu, namułów organicznych czy węgla brunatnego.

Wyraźną obecność węgla brunatnego stwierdzono w otworach:

- BP-8 - na głębokości 19,8 – 20,4 m ppt zalega twardoplastyczny ił przewarstwiany węglem brunatnym w proporcji 1 :1,
- BP5 - na głębokości 19,9 – 20,4 m ppt namuł organiczny przewarstwiany węglem brunatnym,
- BP-4 - na głębokości 17,5 – 20,4 m ppt zalega w zasadzie jeden pokład węgla brunatnego z przerostami piasków drobnych lub iłu.

Budowę geologiczną złoża węgla brunatnego w utworach mioceńskich charakteryzuje przekrój geologiczny dr Scharfa z 1944 roku (zał. 8). Przekrój biegnie około 150-200 m na północ od drogi Gostycyn – Piła (zał. 7), stanowiącej granicę osiedla Leśnego, jednakże usytuowanie przekroju - prostopadle do rozciągłości pokładów węgla pozwala na charakterystykę zalegania warstw geologicznych (zwłaszcza głębszego podłoża – miocenu) również w rejonie badań. Różnice mogą wystąpić odnośnie zalegania utworów plejstocenu, które na ogół pod względem rozprzestrzenienia i wykształcenia litologicznego wykazują większe zróżnicowanie tak w poziomie jak w pionie.

5.3. Warunki hydrogeologiczne

Z analizy archiwalnych materiałów geologicznych [4] wynika, ze na omawianym terenie woda gruntowa utrzymuje się lokalnie w warstwie gruntów piaszczysto-żwirowych zalegających na glinach morenowych. W rejonie osiedla w roku 1964 r. nawiercono w otworze 3/1964 (zał. 3) swobodne zwierciadło wody na głębokości 3,0 m ppt - w piaskach drobno i średnioziarnistych zalegających w strefie głębokości 0,3 ÷ 4,7 m ppt. Natomiast w 3 otworach wykonanych w 1972 roku (zał. 4) do głębokości 6,0 m, piaski i żwiry zalegające do głębokości 3,3 m ppt na glinach zwałowych były suche. O lokalnym

zawodnieniu piasków świadczą również obserwacje w otworze BP-3 odwierconym w odległości zaledwie 10 m od studni gospodarskiej na parceli nr 906. W dniu 28.08.2009r. w studni utrzymywał się słup wody w strefie głębokości 2,85 -3,40 m ppt, podczas gdy piaski występujące w otworze BP-3 do głębokości 3,2 m ppt były suche. W pozostałych otworach objawów wodnych w piaskach górnych nie stwierdzono. Lokalnie tylko w otworach: BP-4, BP-5 i BP-6 stwierdzono słabe sączenia wody z przewarstwień piaszczystych występujących w podścielających glinach zwałowych na głębokościach od 6,20 do 9,0 m ppt. Pozwala to uznać, że zwierciadło wody I poziomu ma charakter zwierciadła wody zawieszonej, i może występować lokalnie w rejonach nieckowatego ułożenia stropu glin morenowych. Nie można wykluczyć, że takie kształtowanie powierzchni stropowej glin zwałowych może mieć związek z jej odkształceniem w wyniku odbudowy górniczej.

Drugi czwartorzędowy poziom wodonośny związany jest z piaskami wodno-lodowcowymi zalegającymi bezpośrednio na utworach mioceńskich. Zwierciadło wód tego poziomu w omawianym rejonie jest związane bezpośrednio z poziomem wód w rzece Brdzie i jeziorze Szpitalnym. W rejonie jeziora Szpitalnego (około 400 m na północ od terenu badań) zwierciadło wód występuje na poziomie zbliżonym do poziomu wody w jeziorze (około 88 m npm), natomiast w pobliżu rzeki Brdy, na poziomie zbliżonym do poziomu wody w rzece (około 81 m npm). Spływ wód tego poziomu następuje zatem od jeziora Szpitalnego w kierunku południowo-wschodnim do rzeki Brdy, a średni spadek zwierciadła wód podziemnych wynosi blisko 7 $^{o}/_{oo}$.

W rejonie osiedla, II poziom wodonośny jest bardzo słabo zawodniony, ma to w dużej mierze związek z wykształceniem litologicznym dolnych piasków czwartorzędowych i piasków stropowej części miocenu, występują tu najczęściej piaski bardzo drobne i pylaste, często z przewarstwieniami gruntów gliniasto pylastych. Dopływy wody do otworów były bardzo słabe, o charakterze sączenia. Występowały one na zmiennej głębokości od 13,8 m do 18,7 m ppt – rzędne: od 85,40 m npm (otwór BP-5) do 82,10 m ppt (otwór BP-9). Oznacza to, że wyrobiska górnicze w złożu węgla brunatnego poniżej zwierciadła wody musiały zostać wypełnione wodą. Obecność nawodnionych gruntów piaszczysto-pylastych o charakterze kurzawkowym, wyklucza w zasadzie istnienie niepodsadzonych wyrobisk górniczych, nie całkowicie obudowanych. Poniżej głębokości 13,8-18,7 m ppt w górotworze mogłyby się utrzymać tylko wyrobiska w obudowie murowej lub betonowej, lub też na większych głębokościach wyrobiska w obudowie drewnianej prowadzone w otoczeniu iłów, całkowicie izolujących je od piasków kurzawkowych.

Najprawdopodobniej pod omawianym terenem, połączony poziom czwartorzędowo-mioceński jest drenowany nadal przez pozostałości po sztolniach górniczych, wyprowadzanych od strony Brdy. Sztolnie oprócz udostępnienia złoża służyły też do odwadniania. Sztolnie wykonywano z niewielkim wzniosem rzędu kilku promili, zapewniającym swobodny przepływ wód. Mając na uwadze, że wyloty sztolni znajdowały się powyżej poziomu zalewowego rzeki Brdy, nawet po zawaleniu nadal mogą odgrywać pewną rolę w drenażu czwartorzędowo-mioceńskiego poziomu wodonośnego.

Wyrobiska podpoziomowe w stosunku do poziomu sztolni w okresie prowadzonej eksploatacji musiały być dodatkowo odwadniane (na niektórych starych zdjęciach widoczne są strugi wody wypływające ze sztolni). Po zaprzestaniu eksploatacji węgla wszystkie wyrobiska położone poniżej sztolni musiały ulec zatopieniu. W świetle opisanych warunków hydrogeologicznych oraz górniczych (obecność pionowych wyrobisk łączących wyrobiska górnicze z zawodnionymi utworami plejstocenu jak również wyrobisk poziomych łączących poszczególne kopalnie, tym samym przecinających mioceńskie horyzonty wodne), istnienie niezatopionych wyrobisk poniżej poziomu sztolni, ponad 60 lat po zaprzestaniu eksploatacji jest w zasadzie niemożliwe.

Mioceński poziom wodonośny rozpoznano również w studniach ujęcia wód podziemnych dla wodociągu miejskiego w miejscowości Piła-Młyn [4]. Warstwa wodonośna została nawiercona w piaskach drobnoziarnistych zalegających w strefie głębokości od 46 do 65 m ppt . Napięte zwierciadło wody stabilizowało się na głębokościach 17,4 - 18,0 m ppt (rzędne 83,4 - 84,3 m npm) a więc na poziomie zbliżonym do stwierdzonych w otworach w rejonie osiedla w Pile. Generalnie wysokość zwierciadła wody czwartorzędowo-miocenskiego poziomu wodonośnego związana jest hydraulicznie z poziomem wody w rzece Brda.

5.4. Charakterystyka warunków górniczych

Osiedle Leśne w Pile zlokalizowano na terenach dawnych kopalń węgla brunatnego w miejscowości Piła-Młyn. W drugiej połowie XIX stulecia i w I połowie XX wieku prowadzono tu eksploatacje węgla głównie metodą podziemną.

Do końca I wojny światowej eksploatacje prowadzili Niemcy (kopalnie: Buko, Olga, Aleksandra i Montania). Węgiel brunatny wydobywano z głębokości od 20 do 50 metrów sztolniami, upadowymi oraz chodnikami wydobywczymi, wyloty sztolni usytuowane były na skarpach od strony rzeki Brdy. Z najniższego poziomu kopalni (tzw. poziomu odwadniającego) wypompowywano całą wodę gromadzącą się w kopalni wprost do rzeki

Brdy. Jest to istotna informacja, wskazująca na konieczność odwadniania złoża i potwierdzająca fakt, że po zaprzestaniu pompowania, woda gruntowa musiała wypełnić wyrobiska górnicze przynajmniej do poziomu sztolni, które miały wyloty powyżej zwierciadła wody w rzece Brdzie (a więc powyżej rzędnej 80 m npm). Jak podają źródła niemieckie w okresie od 1900 do 1910 roku w kopalni Olga wydobyto około 100 000 ton węgla brunatnego. W tym czasie pokłady węgla, na których bazowała wcześniej kopalnia Buko rozpoczęła eksploatować kopalnia Aleksandra, wydobycie roczne z tej kopalni wynosiło około 4 000 ton węgla rocznie.

Po I Wojnie Światowej kopalnie poniemieckie Aleksandra, Olga i Montania przejęli bracia Tadeusz i Stanisław Radomscy, którzy powołali Pomorskie Zakłady Górniczo-Przemysłowe. Po roku 1920, głównie ze względu na brak płynności finansowej właścicieli, wydobycie węgla brunatnego nie było płynne i wahało się w przedziale od 5 500 ton do 40 000 ton węgla rocznie. Jedynym dokumentem dotyczącym tej eksploatacji jest mapa w skali 1:5000 z 1933 roku [fig. 1].

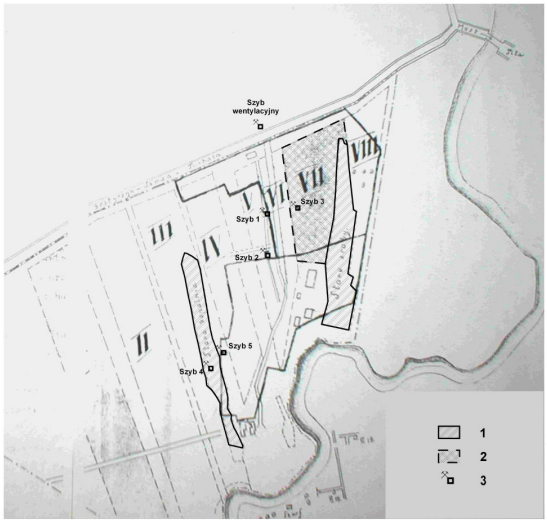


Fig.1 Mapa eksploatacji Pomorskich Zakładów Górniczo-Przemysłowych z 1933 roku (1 – stare zroby, 2 – parcela eksploatacyjna, 3-szyby)

Nazwy parcel wydobywczych:

I - Marszałek	II - Prezydent
III- Montania	IV - Średni
V – Barbara	VI - Jarosław
VII – Dziadek	VIII - Graniczny

Na mapie tej wniesiona jest granica obszaru górniczego pokrywająca się od strony północnej z drogą Gostycyn – Tuchola, od południowej przylega do koryta rzeki Brdy. Od strony zachodniej granica obszaru biegnie w odległości ok. 700 m od granicy istniejącego osiedla. Od strony wschodniej granica obszaru górniczego w części pokrywa się z granicą Osiedla Leśnego.

Przed II wojną światową pojawił się tu inny przedsiębiorca górniczy Antoni Ostrowski, który w obszarze pola górniczego Barbara uruchomił kolejną kopalnię Teresę. Kopalnia

bazowała na dwóch dobrych pokładach węgla, a mianowicie Montania i Wilhelm. Przed II Wojną Światową na terenie tym funkcjonowały więc dwie konkurencyjne firmy, a mianowicie Pomorski Przemysł Górniczy braci Radomskich (kopalnie Olga, Aleksandra i Montania) oraz kopalnia Ostrowskiego (Teresa). Ostrowski nie posiadał dojścia do swoich pokładów od strony rzeki, więc zmuszony był udostępnić złoże przez wykonanie kilku pionowych szybów wraz z drewnianymi wieżami wydobywczymi oraz kilku upadowych do 2 pokładów węgla. Węgiel wydobywano na 4 poziomach wydobywczych.

Po II wojnie, jeszcze przez kilka lat węgiel z kopalni Teresa wydobywał Ostrowski. Jednak wydobycie to było niewielkie, ze względu na duże koszty transportu i niską cenę węgla. Węgiel brunatny wyparty został bowiem całkowicie z rynku przez bardziej kaloryczny węgiel kamienny.

W latach 1964 i 1972 wykonano jeszcze w Pile otwory poszukiwawcze, ale wydobycia węgla nie wznowiono.

Na mapie eksploatacji (fig. 1) wniesionych jest 6 wyrobisk mających połączenie z powierzchnią (upadowe, szyby?). Można domniemywać, że wyrobiska te udostępniały złoże węgla brunatnego kopalni „Olga". W terenie położonym na północ od granicy osiedla (odległość ok. 35 m) istnieje infrastruktura dawnego szybu wentylacyjnego. Wyrobiska udostępniające zlokalizowane są w rejonie zachodniej granicy osiedla. Jeden z szybów zlokalizowany jest w centralnej części osiedla.

Teren osiedla Leśnego położony jest w północnej części parcel IV, V, VI, VI, VIII. Z analizy mapy kopalni Olga wynika również, że eksploatację węgla prowadzono w obrębie parcel III, VI i niewydzielonej nazwą części złoża, zlokalizowanej w sąsiedztwie koryta rzeki Brdy. Rejony te zaznaczono na mapie przerywaną linią i opisano nazwami „Stara kopalnia" (parcela nr III) oraz „Stare Zroby" (parcela nr VII). Analiza mapy eksploatacji pozwala sądzić, że uwidocznione na niej położenie wyrobisk górniczych kopalni Olga jest niepełne. W szczególności dotyczy to podłoża terenu osiedla. Zaznaczony tu obszar o nazwie „stare zroby" nie posiada połączenia z wyrobiskami udostępniającymi złoże (ze sztolnią główną oraz z szybami). Można domniemywać, że zasięg eksploatacji obejmował parcelę VII a zlokalizowany w jej obrębie szyb 3 był szybem wydobywczym. Na mapie brak jest jednak wyrobisk pionowych lub poziomych zapewniających dla tej eksploatacji wentylację. Najprawdopodobniej wyróżnione pola w pobliżu rzeki Brdy, są zarysem dawnej eksploatacji pokładów węgla udostępnionych sztolniami od strony rzeki Brdy, którą prowadzili jeszcze Niemcy a po I Wojnie Światowej również polscy przedsiębiorcy.

Obecnie teren, objęty w przeszłości działalnością górniczą, w przeważającej części jest porośnięty lasem, w części zaś zajęty przez budownictwo indywidualne. Podziemna część kopalń pozostaje niedostępna – zarówno szyby, jak i sztolnie zostały zasypane. Na powierzchni zachowane są liczne świadectwa działalności górniczej: betonowe i murowane obudowy szybów (wentylacyjny), ziemne i betonowe ślady wylotów sztolni, prostolinijne zapadliska (odpowiadające wyeksploatowanym pokładom węgla), a przede wszystkim budynki mieszkalne dawnych przedsiębiorców górniczych.

Z istniejących opisów wynika, że udostępnianie pokładów węgla odbywało się za pomocą upadowych lub sztolni. Sztolnia była wyrobiskiem poziomym, prowadzonym z niewielkim wzniosem (rzędu kilku promili), dla zapewnienia swobodnego wypływu wody. Wyloty sztolni usytuowane były w skarpie od strony rzeki Brdy. W miejscu odsłonięcia utworów miocenu w skarpie sztolnie mogły być wprowadzane bezpośrednio do eksploatowanych pokładów węgla.

Drugim sposobem udostępnienia były upadowe. Było to pochyłe wyrobiska prowadzone do węgla a następnie w pokładzie węgla zgodnie z jego upadem (pochylnia). Upadową obudowywano murując obudowę z cegły do miejsca, w którym osiągnięto wychodnię pokładu węgla.

W wyrobiskach pochyłych prowadzonych w pokładzie węgla (upadowe, pochylnie) oraz chodnikach stosowano obudowę drewnianą. Z pochylni wyprowadzano poziome chodniki - po trzy chodniki z każdej strony. Po wykonaniu około 10-20 metrów każdego z najwyżej położonych chodników budowano pionowo w górę szyb o przekroju wewnętrznym 1m, powyżej pokładu węgla. Szyb był wykonany w obudowie murowej.

Po uzyskaniu połączenia wentylacyjnego szybikiem z powierzchnią przystępowano do przedłużania chodnika górnego nr 1 i położonego bezpośrednio pod nim nr 2. Po wydrążeniu chodników następowało wydobycie węgla z filaru - to jest odcinka pomiędzy chodnikiem dolnym i górnym. Wybierano węgiel znajdujący się od spągu chodnika w górę. Powstałą pustkę podpierano drewnianymi słupami z poprzeczną belką, za którą wkładano okorki, powstawał w ten sposób bezpieczny strop w kształcie kwadratu około 130 cm na 130 cm, pod jednym słupem. Łączna wielkość powstałej komory z kilkoma słupami to ok. 16 m kwadratowych. Podpory stawiano prostokątnie do pokładu węgla. Rozbierano obudowę chodnika wybierano węgiel i stawiano następne podpory. Natomiast podpory w miejscu, z którego węgiel wybrano najwcześniej wyjmowano, co powodowało zawał pustki po wybranym węglu i proces ten powtarzano do ostatniej przecinki przed upadową. Odcinki od tego miejsca do upadowej i samą upadową rozbierano zwykle jako ostatnie od dołu do

obudowy murowanej podczas likwidacji kopalni. W chwili, gdy prowadzono wydobycie w części kopalni po prawej stronie upadowej to po jej lewej stronie przygotowywano już chodniki do wydobycia i tak na zmianę aż do kilkunastu poziomów do dołu, jeśli był węgiel i pozwalał dopływ wody.

Chodniki budowano z niewielkim (około 2^{o} upadem) w kierunku upadowej, pozwalało to na naturalne odwodnienie kopalni i ułatwiało transport pełnych wagoników z przodka kopalni.

Pomiędzy chodnikami poszczególnych poziomów wykopywano wyrobisko łączące zwane schodową. W dalszym ciągu eksploatacji i rozbudowy kopalni schodziły one coraz głębiej na kolejne poziomy kopalni.

Nie zachowały się żadne dane o sposobie likwidacji wyrobisk górniczych. Wyrobiska udostępniające typu upadowe najprawdopodobniej zlikwidowano przez zabudowanie w nich tamy z cegły lub drewna w pewnej odległości od wylotu na powierzchnię terenu. Odcinek pomiędzy tamą a wylotem na powierzchnię terenu zasypywano gruntem odpadowym lub rodzimym (piaskiem). Wyrobiska udostępniające pionowe likwidowano przez całkowite zasypanie gruntem względnie zaślepiano w górnej części płytą wspartą na zastrzałach w ścianach szybu, a pozostały odcinek pomiędzy płytą a powierzchnią zasypywano.

Wyrobiska korytarzowe wykonywano w obudowie drewnianej. W warunkach dostępu powietrza drewno butwieje i zmniejsza się wytrzymałość obudowy. Sprawia to, że wyrobiska po pewnym czasie ulegają zawaleniu. Znacznie wolniej traci swoje właściwości drewno pod wodą i z dużym prawdopodobieństwem można założyć, że w części wyrobisk położonych pod wodą (poniżej zwierciadła wód gruntowych), z których nie wyrabowano obudowy, mogą one utrzymać się w stanie nienaruszonym po dzień dzisiejszy.

Ze względu na małą głębokość eksploatacji, sposób jej prowadzenia (eksploatacja na zawał) oraz niską wytrzymałość skał płonnych w nadkładzie złoża w trakcie prowadzenia eksploatacji jej wpływy ujawniały się na powierzchni natychmiastowo (tworzyły się liczne zapadliska nad polami ubierkowymi). Miały one formę lejów i rowów zapadliskowych. Formy te są obecnie widoczne w rzeźbie terenu.

6. Szczegółowe omówienie wykonanych prac geologicznych i ich wyniki

6.1 Prace wiertnicze i pomiary terenowe

Prace geologiczne wykonano zgodnie z „Projektem prac geologicznych na wykonanie otworów geologicznych i uzdatniających oraz kontrolnych badań geofizycznych na terenie osiedla leśnego w Pile" zatwierdzonym decyzją Starosty Tucholskiego z dnia 24.06.2009 (znak pisma: OŚ 7510-11/09). Prace wiertnicze i badania terenowe prowadzono w okresie od 26 sierpnia do 3 września 2009 r. Wykonawcą wierceń było Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Usługowo- Handlowe EKO-LABOR Sp. z o.o. EKO LABOR, Siemianowice Śląskie, ul. Wyzwolenia 22, 41-103 Siemianowice Śląskie. Wiercenia wykonywano świdrem spiralnym o średnicy 100 mm, z użyciem wiertnicy Deltabase firmy Longyear. Z uwagi na bardzo słabe zawodnienie, nie było konieczności rurowania otworów. Ogółem wykonano 12 otworów badawczych o głębokości od 8,40 do 20,40 m i łącznym metrażu 132,8 mb. Otwory o numerach: BP-1 – BP-11 wykonano zgodnie z projektem do planowanej głębokości 20,4 m ppt. Otwór 10A o głębokości 8,4 m wykonano dodatkowo dla sprawdzenia lokalnej anomalii wynikającej z badań georadarowych.

W trakcie wierceń dozór geologiczny pełnił uprawniony geolog dr inż. Adam Frolik posiadający uprawnienia geologiczne kategorii: IV- 0324 i VI-0346. Do zadań dozoru geologicznego, należało makroskopowe określenie rodzaju gruntu, wilgotności i stanu przewiercanych gruntów oraz pomiary zwierciadła wody gruntowej.

Wierceniami do głębokości 20,4 m ppt stwierdzono występowanie utworów:

- plejstocenu (czwartorzęd) - występujących na głębokościach od 0 do 11,4 – 17,5 m ppt.
- neogenu (miocen) - występujących na głębokościach od 11,4 – 17,5 do 20,4 m ppt.

Rzędne otworów wyznaczono na podstawie szczegółowej mapy wysokościowej sporządzonej w oparciu o pomiary geodezyjne dla określenia współrzędnych punktów badań grawimetrycznych [1].

6.2. Badania gazometryczne w otworach wiertniczych

W wytypowanych otworach wiertniczych wykonano pomiary zawartości typowych gazów występujących w opuszczonych kopalniach węgla i emitowanych do atmosfery przez przeobrażone deformacjami pogórniczymi utwory geologiczne (CO_2, CH_4). W niekorzystnych warunkach gazy te mogą gromadzić się w pomieszczeniach przyziemia budynków mieszkalnych i oddziaływać toksycznie na ludzi.

Dwutlenek węgla (CO_2,) może tworzyć się w procesach utleniania i fermentacji substancji organicznych, jak również powstawać w procesie spalania węgli. W małych stężeniach nie jest trujący. W większych stężeniach dwutlenek węgla jest szkodliwy dla zdrowia a nawet zabójczy, a jego działanie powoduje powstawanie hiperkapni, a co za tym idzie kwasicy oddechowej i w następstwie obrzęku mózgu. Zawartość CO_2 w atmosferze i glebie ulega zmianom rocznym i wieloletnim. Normalnie zmienia się ona w przedziale 300-400 ppm. W glebie zawartość CO_2 ulega zmianom w czasie, w zależności od różnych czynników. Normalny przedział zmienności wyznaczają wartości 200 i 500 ppm. W temperaturze pokojowej dwutlenek węgla (CO_2) jest bezbarwnym, bezwonnym i niepalnym gazem dobrze rozpuszczalnym w wodzie. Jest cięższy od powietrza (ok. 1,5 razy).

Metan (CH_4) powstaje w przyrodzie w wyniku beztlenowego rozkładu szczątek roślinnych. Stanowi też główny składnik gazu ziemnego. Średnia jego zawartość w atmosferze wynosi 1,7 ppm. Tworzenie się mieszaniny metanu z tlenem w kopalniach węgla w proporcji 4,5 - 15 % powoduje powstawanie związków wybuchowych. W proporcji powyżej 15% metan pali się płomieniowo.

Do przeprowadzenia badań gazometrycznych wykorzystano precyzyjny miernik ECOPROBE 5 produkcji czeskiej firmy RSDynamics będący połączeniem w jednym urządzeniu dwóch analizatorów strumienia gazów: PID i IR. Analizator oparty na detekcji efektu fotojonizacji pozwala na określenie sumy zawartości związków organicznych zawierających w sobie atom węgla (wskaźnik PID).Wśród związków, na które jest czuły analizator, występują m.in. węglowodory aromatyczne, ketony, aldehydy, aminy, węglowodory chlorowane i inne oprócz metanu, propanu, etanu. Drugim analizatorem jest analizator podczerwieni IR, pozwalający na selektywne określenie stężeń w powietrzu dwutlenku węgla, metanu i sumy węglowodorów (TP), które najczęściej są stosowane jako paliwa.

Pomiary przeprowadzone zostały w 7 otworach badawczych (BP-1, BP-2, BP-3, BP-4, BP-5, BP-7 i BP-8 w dniach 2 i 3 września 2009 r. Otwory te były częściowo orurowane (rurą PCV o długości 2 m) i zamknięte (zaślepkami plastikowymi z uszczelką). Zamknięcie otworów nastąpiło minimum 24 godziny przed wykonaniem pomiaru w celu uniknięcia ucieczki oraz mieszania się gazów z otworu z powietrzem atmosferycznym.

Każdorazowo, po zdjęciu osłony na otworze przeprowadzano następujące czynności pomiarowe:

- kalibracja analizatora gazów ECOPROBE 5,

- pomiar gazów na głębokości 1 m,
- pomiar gazów na głębokości 2 m,
- pomiar aktualnej głębokości otworu i zwierciadła wody w otworze za pomocą świstawki.

W celu wykonania otworów na zadanych głębokościach do analizatora gazów podpięta została plastikowa rurka o średnicy 8 mm o długości ok. 2,5 m z filtrem przeciwpyłowym.

Po wykonaniu pomiarów gazometrycznych otwory zostały zlikwidowane przez pracowników firmy EKO LABOR Sp z o.o. Nie było możliwości przeprowadzenia pomiarów w pozostałych otworach tj. BP-6, BP-9, BP-10 i BP-11, ponieważ zostały one zlikwidowane bezpośrednio po ich wykonaniu. Wyniki wykonanych pomiarów zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1 Wyniki pomiarów zawartości gazów w otworach wiertniczych

Nr otworu	głebokość otworu	gł.lustra wody	Głębokość pomiaru	Metan CH_4	CO_2 [ppm]	PID	TP	Data pomiaru
BP1	10,00	9,70	1,00	0,00	6500,00	0,00	0,00	02.09.2009
BP1	10,00	9,70	2,00	0,00	7560,00	15,10	0,00	02.09.2009
BP5	4,00	3,90	1,00	0,00	**22690,00**	13,40	0,00	02.09.2009
BP5	4,00	3,90	2,00	0,00	**25376,00**	0,00	1377,30	02.09.2009
BP2	16,00	Suchy	1,00	0,00	479,70	8,60	90,00	02.09.2009
BP2	16,00	Suchy	2,00	0,00	540,20	1,50	84,10	02.09.2009
BP3	10,50	10,20	1,00	0,00	4188,00	2,00	0,00	02.09.2009
BP3	10,50	10,20	2,00	0,00	4096,00	0,00	0,00	02.09.2009
BP8	8,00	Suchy	1,00	0,00	2401,90	0,00	0,00	02.09.2009
BP8	8,00	Suchy	2,00	0,00	5094,50	0,00	0,00	02.09.2009
BP7	14,10	sącz. w dnie	1,00	0,00	451,00	17,30	0,00	02.09.2009
BP7	14,10	sącz. w dnie	2,00	0,00	559,00	5,70	0,00	02.09.2009
BP4	5,00	4,70	1,00	0,00	2328,70	18,10	0,00	03.09.2009
BP4	5,00	4,70	2,00	0,00	2593,50	1,50	0,00	03.09.2009
powietrze atm.					467,80	0,00		
powietrze atm.					462,80	0,50		

W żadnym z otworów nie stwierdzono występowania metanu o koncentracji przekraczającej dokładność przyrządu Ecoprobe5. W otworach BP5 i BP2 zarejestrowano jednak duże wartości wskaźnika TP. Wskazuje on sumę wyższych węglowodorów ropopochodnych (w tym i śladowych ilości metanu).

Obecność dwutlenku węgla stwierdzono we wszystkich otworach, w których wykonano pomiary. Zmienność koncentracji tego gazu w utworach podłoża osiedla jest bardzo duża (451 - 25376 ppm). Za normalną można uznać koncentrację tego gazu w otworach BP2 i BP7. W pozostałych otworach zawartość tego gazu jest anomalnie podwyższona. Maksymalną

zawartość gazu stwierdzono w otworze BP-5 usytuowanym przy zapadlisku centralnym. W miejsce to mieszkańcy osiedla od lat wyrzucają szczątki roślinne. Okresowo w zapadlisku gromadzi się woda. Sprzyja to procesom intensywnej fermentacji substancji roślinnej i jest najprawdopodobniej powodem dużej zawartości dwutlenku węgla w powietrzu glebowym. Podwyższona zawartość dwutlenku węgla w pozostałych otworach jest najprawdopodobniej wywołana utlenianiem części organicznych w osadach czwartorzędowych bądź węgla brunatnego w osadach neogenu. Pośrednio wskaźnikiem takiej genezy są podwyższone wartości wskaźnika PID.

W interpretacji wyników pomiarów gazometrycznych należy stwierdzić że nawet maksymalna zawartość dwutlenku węgla w powietrzu glebowym otworu BP5 (ok. 2,5%) nie stanowi bezpośredniego zagrożenia dla ludzi. Wskazuje jednak, że gaz ten może w niesprzyjających warunkach przenikać i gromadzić się w pomieszczeniach piwnicznych, co może negatywnie oddziaływać na przebywających w nich ludzi .

6.3. Badania geofizyczne

6.3.1. Badania georadarowe - metodyka pomiaru

Zaplanowane w projekcie prac geologicznych i wykonane na terenie osiedla Leśnego otwory wiertnicze nie stwierdziły obecności pustek w utworach geologicznych do głębokości 20 m. Z tego względu nie wykonano przewidzianych projektem kontrolnych badań geofizycznych mających na celu ocenę efektywności podsadzenia pustek. W zamian tych prac wykonano pomiary geofizyczne metodą georadarową na wytypowanych liniach profilowych zlokalizowanych w centralnej i południowej części terenu osiedla (zał. 3).

Celem prac geofizycznych było uzupełnienie rozpoznania struktury warstw podłoża w wytypowanych 2-ch rejonach osiedla Leśnego. Jeden z wytypowanych rejonów zlokalizowany jest na południe od linii aktualnej zabudowy (działki o nr: 1152, 1154, 1155, 1156, 1157, 1158 i 1159). W obszarze tym pomiarami grawimetrycznymi zarejestrowano anomalię siły ciężkości o największej amplitudzie (działki 1155 i 1156). W obszarze tym wystąpiła również w przeszłości deformacja zapadliskowa (działka nr 1159). W rejonie tym pomiary wykonano wzdłuż linii profilowych oznaczonych symbolami R1, R2 i R3. Drugi z wytypowanych rejonów to droga wewnętrzna biegnąca przez centralną część osiedla na linii zachód-wschód. W miejscu tym wykonano pomiary wzdłuż linii oznaczonej symbolem R4.

Metoda georadarowa wykorzystuje zjawisko propagacji impulsów elektromagnetycznych o dużej częstotliwości (50 MHz – 2 GHz) dla odwzorowania

zmienności własności elektrycznych ośrodków materialnych w tym geologicznych i budowlanych. Badania tą metodą są często wykorzystywane do diagnostyki i inwentaryzacji struktury konstrukcji budowlanych oraz ich podłoża. Metoda radarowa w wariancie refleksyjnym wykorzystuje zjawisko odbicia fal na granicach fizycznych (strukturalnych) w obrębie ośrodka geologicznego, różniących się wartościami stałej dielektrycznej i przewodności elektrycznej.

Zasadą wykorzystywaną w metodzie jest zjawisko odbicia fal elektromagnetycznych od granic zmienności elektrycznych własności w ośrodkach geologicznych. Impulsy elektromagnetyczne emitowane z anteny nadawczej przenikają do badanego ośrodka i po odbiciu od granic fizycznych (zróżnicowania własności elektrycznych) powracają do anteny odbiorczej w czasie *t* zależnym od sumarycznej drogi przebiegu i prędkości rozchodzenia się fal w ośrodku. W bliskiej odległości od anteny, czoło emitowanego pola elektromagnetycznego ma kształt sferyczny. W dużej odległości od anteny zmniejszona krzywizna czoła pola pozwala na aproksymowanie go płaszczyzną.

Prędkość propagacji fal radarowych w gruntach i skałach zależna jest od wielu ich cech fizykomechanicznych. Generalnie wykazuje ona silną zależność od wilgotności i porowatości. Wynika to z faktu, że woda i powietrze stanowią dla fal elektromagnetycznych dwie graniczne fazy wyznaczające przedział zmienności prędkości propagacji fali w ośrodkach materialnych (V_r = 0.33 – 3*10^5 km/s). Rzeczywiste wartości prędkości propagacji fal w gruntach oraz skałach zmieniają się w obrębie tego przedziału. W jednorodnym ośrodku prędkość propagacji fal można określić ze związku:

$$V_r = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon}}$$

gdzie: V_r - prędkość propagacji impulsów radarowych w ośrodku,

c - prędkość propagacji fal radiowych w próżni ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s),

ε - względna stała dielektryczna ośrodka.

W ośrodkach warstwowanych prędkość propagacji fal jest średnią ważoną (wagą jest współczynnik obliczany na podstawie długość drogi fal w poszczególnych warstwach) z całej drogi przebiegu poszczególnych fal od anteny poprzez poszczególne warstwy gruntowe do najgłębiej położonego w obrębie zastosowanego okna czasowego horyzontu refleksyjnego i z powrotem do anteny. Pomiary wykonano aparaturą SIR2 produkcji amerykańskiej

z zastosowaniem anteny o częstotliwości nośnej 120 MHz. Okna czasowe rejestracji wynosiły 300 ns i 400 ns.

6.3.2. Wyniki i interpretacja badań georadarowych

Wszystkie rejestracje radarowe zostały przeanalizowane i przetworzone procedurami licencjonowanego programu WINRAD firmy GSSI Inc. (producenta systemu radarowego SIR2). W pierwszej kolejności wykonano analizę rejestracji w celu określenia prędkości rozchodzenia się impulsów radarowych w gruntach podłoża. Analiza ta została przeprowadzona metodą migracji wielokrotnej na wybranych fragmentach sekcji radarowych, w których zarejestrowano refleksy o kształcie hiperbolicznym, generowane na niejednorodnościach w obrębie podłoża. Wartości prędkości zmieniają się w przedziale od 0,8 do $1{,}2 \cdot 10^5$ km/s. Wyższe prędkości obserwuje się przypowierzchniowej warstwie gruntowej, niższe w głębiej zalegających utworach. Wartość średnia prędkości wynosi $1{,}0 \cdot 10^5$ km/s. Odpowiada to średniej wartości stałej dielektrycznej $\varepsilon = 9$. Tę wartość przyjęto do transformacji czasowych sekcji radarowych w głębokościowe. Przy zastosowanych oknach rejestracji 300 i 400 ns wyznaczają one maksymalne głębokości odwzorowań falowych odpowiednio 15 i 20 m.

Obrazy falowe utworzone z danych bezpośrednich nie nadają się do interpretacji. Jest to spowodowane zmiennością warunków powierzchniowych w liniach wykonywanych pomiarów. Dominują na nich silne horyzonty refleksyjne o orientacji równoległej do płaszczyzny, po której wykonywano pomiary, grupy refleksów wielokrotnych oraz sygnały o charakterze zaburzeń ze strony zewnętrznych pól elektrycznych. Z tego względu poddano je zaawansowanych procedurom przetwarzania takich jak filtracja pozioma (w celu usunięcia refleksów równoległych do płaszczyzny pomiarowej, migracja (w celu usunięcia refleksów wielokrotnych) oraz dekonwolucja predyktywna (w celu uwypuklenia dominujących horyzontów refleksyjnych). W tej postaci sekcje radarowe uwidoczniono na załącznikach od nr 9.1 i 9.2. Na rysunkach linią ciągłą zaznaczono położenie horyzontów refleksyjnych, które mogą odpowiadać granicom litologicznym i stratygraficznym.

Ponadto na falogramach zaznaczono następujące elementy:

- położenie i uproszczone profile litologiczne badawczych otworów wiertniczych,
- refleksy o kształcie hiperbolicznym generowane na sieciach uzbrojenia podziemnego,

- strefy w których pomimo zarejestrowanych procedur przetwarzania pozostały grupy refleksów wielokrotnych,
- refleksy o kształcie hiperbolicznym generowane najprawdopodobniej na otoczakach granitowych w obrębie warstw podłoża,
- rejony anomalii falowych, które mogą wskazywać na obecność w podłożu infrastruktury budowlanej pochodzenia antropogenicznego (górniczego?)
- zidentyfikowane zakłócenia ze strony zewnętrznych pól elektrycznych.

Struktura podłoża w obrazie falowym sekcji radarowych jest na wszystkich profilach bardzo podobna. W obrazie sekcji dominują dwa płytko zalegające horyzonty refleksyjne o przebiegu zbliżonym do poziomego. Głębokość pierwszego z nich zmienia się w granicach od 1,0 do 1,2 m. Drugi przebiega w interwale głębokości od 2,0 do 2,5 m. Oba horyzonty charakteryzują się dużą energią (amplitudą) refleksów radarowych. Warstwy te nie wyróżniają się wyraźnie w profilach litologicznych badawczych otworów wiertniczych. Najprawdopodobniej horyzonty refleksyjne należy wiązać z granicami zmienności wilgotności gruntów przypowierzchniowych (ze względu na ich charakterystykę prędkościową). W głębszych partiach ośrodka nie rejestruje się już ciągłych horyzontów refleksyjnych.

Oprócz horyzontów o przebiegu horyzontalnym na sekcjach radarowych lokalnie widoczne są horyzonty o przebiegu ukośnym względnie krzywoliniowym. Generalnie ich genezy należy upatrywać w lokalnej zmienności litologii i położenia glin w płytkich partiach nadkładu czwartorzędowego. Tego typu anomalię falową zarejestrowano jednak również w obszarze działki nr 1146 (na profilu R3) w rejonie powstałego w 2002 roku zapadliska. Pozwala to sądzić, iż jest ona wywołana odkształceniem przypowierzchniowych warstw gruntowych w procesie kształtowania się leja zapadliskowego. W bliskiej odległości od tego miejsca na profilu R2 zarejestrowano anomalię falową, która pochodzi od pogrzebanej w ziemi konstrukcji antropogenicznej. Anomalię tę tworzy kilka grup wielokrotnych refleksów tworzących w przekroju regularną formę o kształcie prostokąta. Jej szerokość wynosi ok. 2,5 m. Strop tej formy zalega na głębokości ok. 2,5 m ppt. Kształt anomalii oraz obserwowany lokalny wzrost prędkości fal radarowych wewnątrz formy pozwala przypuszczać, iż anomalia ta może być wywołana obecnością w tym miejscu zasypanego, pionowego szybu górniczego z zachowaną obudową. Z analizy danych archiwalnych wynika, że może to być dawny szyb kopalni „Olga”.

Od głębokości ok. 10 m na sekcjach radarowych widoczne są jedynie szumy (aparaturowe, termiczne, od zewnętrznych pól elektromagnetycznych). Pozwala to stwierdzić, że na dokonanych rejestracjach radarowych odzwierciedlają się jedynie cechy fizyczne osadów czwartorzędowych. Z wierceń wynika, że osady te wykształcone są w postaci glin, pyłów i piasków. Generalnie, granica pomiędzy glinami i piaskami jest zazwyczaj dobrze widoczna na sekcjach radarowych ze względu na duże różnice wartości stałej dielektrycznej. Porównanie obrazów radarowych i profili otworów wiertniczych wskazuje jednak, że w badanym obszarze granica ta jest słabo widoczna. Powodem jest najprawdopodobniej duże podobieństwo własności elektrycznych glin i piasków. Podobieństwo to jest wynikiem procesów które je ukształtowały (procesy wodnolodowcowe, glaciktetonika), przeobrażeniem struktury poszczególnych warstw gruntowych, będących następstwem deformacji genezy górniczej oraz ich odwodnienia. Dowodem powyższej tezy interpretacyjnej, jest radarowy obraz struktury podłoża w strefie największej amplitudowo anomalii grawimetrycznej w rejonie działki nr 1155 [1]. Profile litologiczne otworów B10, B11 wskazują na lokalny brak w tym miejscu glin w obrębie czwartorzędowego nadkładu. Nie zaznacza się to jednak wyraźnie w obrazie sekcji radarowej profilu R2. Z kolei na położonym w bliskiej odległości profilu R3 miejscu granicy anomalii grawimetrycznej oraz otworu B10a zarejestrowano refleksy o kształcie hiperbolicznym, które mogłyby wskazywać na obecność zasypanych wyrobisk górniczych. W odwierconym w tym miejscu otworze 10a (do głębokości 10 m) nie nawiercono ani resztek obudowy ani pustek. Pojawiła się jednak glina oraz fragmenty skalne. Te ostatnie mogą pochodzić od zalegających w tym miejscu na głębokościach odpowiednio 3 i 4 m ppt dużych otoczaków granitowych. Obserwacje te pozwalają na określenie innej aniżeli górnicza genezy ujemnej anomalii grawimetrycznej na terenie działki 1155.

6.4. Badania laboratoryjne

Badania laboratoryjne wykonano w dniach 7.09 – 18.09.2009 r. w Laboratorium geotechnicznym Teresa Tkacz, 43-100 Tychy, ul. Fabryczna 11. Przedmiotem badań było 19 próbek gruntu, o naruszonej strukturze i naturalnej wilgotności, pobranych z 11 otworów.

Zakres badań obejmował wykonanie następujących oznaczeń:

- makroskopowo rodzaj i barwa gruntu oraz zawartość $CaCO_3$ - 19 oznaczeń,
- zawartość frakcji < 0,063 mm - 5 oznaczeń,
- straty wagowe przy wyżarzeniu/utlenianiu - 16 oznaczeń,

- wilgotność - 14 oznaczeń,
- gęstość objętościowa - 15 oznaczeń,
- wskaźnik plastyczności, granica plastyczności, granica płynności, stopień plastyczności - 11 oznaczeń.

Badania wykonano zgodnie z polskimi normami:

- PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów,
- PN-75/B-04481 Grunty budowlane. Badania laboratoryjne .

Wyniki badań zestawiono w załączniku 7.

Badania wykazały duże zróżnicowanie gęstości objętościowej gruntów, zależnej głównie od zawartości części organicznych. Według badań laboratoryjnych, grunty o zawartości części organicznych powyżej 30 %, zgodnie z normą PN-86/B-02480 występujące pod nazwą torfów. Mając na uwadze domieszkę naturalnych gruntów mineralnych wspomniane wyżej torfy o stwierdzonej zawartości substancji organicznej od 51 – 67,5 % (tyko o nieco mniejszym uwęgleniu niż typowe węgle brunatne 62 -75 %) reprezentują pilskie węgle brunatne. Duże zróżnicowanie gęstości objętościowych gruntów (od 1,25 t/m^3 dla węgli brunatnych do >2,0 t/m^3 dla mineralnych gruntów mioceńskich takich jak: piasek pylasty przewarstwiany gliną pylastą, iły, gliny pylaste zwięzłe i gliny pylaste, piaski pylaste przewarstwiane gliną pylastą oraz piasków drobnych z pyłami) ma kluczowe znaczenie dla interpretacji geofizycznych pomiarów grawimetrycznych.

6.5. Kompleksowa interpretacja wyników badań geologicznych i geofizycznych

Wykonanymi otworami wiertniczymi nie stwierdzono w podłożu osiedla obecności pustek pogórniczych do głębokości 20 m. Tym samym otwory te nie potwierdziły interpretacyjnej tezy pochodzenia ujemnych anomalii w lokalnym obrazie rozkładu pola siły ciężkości określonym w wyniku pomiarów grawimetrycznych. Interpretację tę oparto na założeniu, że budowa geologiczna podłoża w całym obszarze badań jest regularna i powiela model znany z przekroju niemieckiego geologa Scharfa a geneza lokalnych ujemnych anomalii siły ciężkości zarejestrowanych w obszarze osiedla może być spowodowana obecnością stref silnie rozluźnionych gruntów powstałych w płytkich warstwach geologicznych w wyniku procesów zapadliskowych względnie pustek w niezupełnie zlikwidowanych wyrobiskach udostępniających (szyby, upadowe, sztolnie)..

Interpretując w roku 2008 wyniki badań grawimetrycznych zauważono, że na rozkład pola siły ciężkości duży wpływ ma położenie i zaleganie pokładów węgla brunatnego w utworach mioceńskich. Związek ten uwidaczniał się już w obrazie rozkładu anomalii Bouguera na badanym obszarze. W miejscach wychodni pokładów węgla na stropie utworów miocenu wartości anomalii Bouguera są wyraźnie obniżone. Czynnik ten uwzględniono w modelowaniu odpowiedzi pola siły ciężkości na zadany model budowy geologicznej.

W przeprowadzonym modelowaniu numerycznym rozkładu pola siły ciężkości dla zadanych warunków geologiczno-górniczych przyjmowano wartość gęstości objętościowej węgla brunatnego równą 1,5 t/m^3. Wyniki badań laboratoryjnych na próbkach pobranych z otworów potwierdziły, że węgle brunatne charakteryzują się istotnie niższą gęstością objętościową aniżeli otaczające je skały płonne. Charakteryzująca je gęstość objętościowa okazała się jeszcze niższa (1,21 -1,32 t/m^3 – zał. 6) aniżeli przyjmowana w modelowaniu numerycznym. Wiercenia wykazały ponadto, że w obrębie skał płonnych miocenu oraz utworów nadkładu również występują lokalne nagromadzenia gruntów organicznych oraz otoczaki skał granitowych. Wystąpienia gruntów organicznych powodują lokalne obniżenie siły ciężkości. Wystąpienia granitów a zwłaszcza otoczaków o większych rozmiarach powodują z kolei podwyższenie wartości siły ciężkości (gęstość objętościowa granitu około 2,5 t/m^3). W interpretacji pola lokalnych anomalii grawimetrycznych czynników powyższych nie uwzględniono. Tym samym założono najgorszy z możliwych scenariusz interpretacji anomalii przypisując im genezę górniczą.

Model budowy geologicznej podłoża terenu osiedla składa się z dwóch następujących podstawowych warstw stratygraficznych o zaleganiu horyzontalnym:

- warstwa osadów czwartorzędowych wykształconych w postaci osadów piaszczysto-żwirowych przedzielonych warstwą gruntów spoistych (glin)
- warstwa osadów mioceńskich zbudowana z glacitektonicznie ukształtowanych łusek iłów, pyłów i piasków w obrębie których występują pokłady węgla brunatnego, które były tu przedmiotem eksploatacji.

Wyniki wierceń a w szczególności profile litologiczne występujących w nich gruntów wskazują, że generalnie ten model właściwie oddaje następstwo stratygraficzne warstw budujących podłoże osiedla. Obserwuje się jednak zmienność pionową i poziomą litologii utworów budujących poszczególne warstwy. W szczególności dotyczy to rejonu działki 1155, gdzie zarejestrowano ujemną anomalię grawimetryczną o największej amplitudzie. W rejonie tym w obrębie warstwy czwartorzędowej nie stwierdzono występowania glin, rozdzielających

utwory piaszczyste na górne i dolne. Może być to spowodowane zarówno działalnością antropogeniczną (przerwanie warstwy izolujących glin w wyniku samopodsadzenia wyrobisk górniczych w przeszłości) albo naturalnym wynikiem procesów glacjalnych (forma powstała w wyniku erozji wodami wypływającymi spod lądolodu). Na ostatnią z wymienionych przyczyn może wskazywać duża ilość otoczaków granitowych stwierdzana na terenie osiedla. Otoczaki tego typu najprawdopodobniej zalegają również w obrębie czwartorzędowych osadów. Tezę tę potwierdza obraz radarowy profilu R3 (przechodzącego przez działkę 1155), na którym zarejestrowano wyraźne odbicia o kształcie hiperbolicznym od dwóch obiektów zalegających w podłożu na głębokościach ok. 3 i 4 m. Odbicia te można by wiązać z obecnością w podłożu struktur antropogenicznych (np. obudowa wyrobiska górniczego). Odwiercony w miejscu rejestracji tych anomalii otwór 10a nie potwierdził jednak tej interpretacji. Pozwala to przypisać stwierdzonym obiektom pochodzenie geologiczne (większe gabarytowo otoczaki granitowe). Gęstość objętościowa granitu jest znacznie większa aniżeli gęstość gruntów budujących osady czwartorzędu i neogenu. Z tego względu nagromadzenie tego typu obiektów w utworach geologicznych może mieć wpływ na lokalne pole grawitacji. W miejscach, w których otoczaki nie występują zmniejszeniu może ulec również pole siły ciężkości, powodując lokalne anomalie o charakterze zarejestrowanym badaniami grawimetrycznymi a w szczególności anomalię na terenie działki 1155.

Wyniki wykonanych badań geofizycznych oraz wierceń badawczych nie wyjaśniają ostatecznie kwestii obecnego stanu zachowania się dawnych wyrobisk górniczych eksploatacyjnych i udostępniających (szyby, upadowe). Głównym zadaniem prac badawczych było określenie bezpieczeństwa użytkowania powierzchni terenu osiedla Leśnego dla celów budowlanych. Przyjęta procedura badawcza zakładała wykonanie pomiarów geofizycznych i wykonanie wierceń kontrolnych w miejscach zarejestrowanych anomalii, co mogło wskazywać na możliwość utrzymywania się pustek w płytkich warstwach geologicznych. Tylko takie pustki w danych warunkach geologicznych stwarzają zagrożenie powierzchni deformacjami nieciągłymi.

Negatywne wyniki wierceń pozwalają ocenić, iż stopień zagrożenia powierzchni terenu osiedla deformacjami jest znikomy. W miejscach anomalii grawimetrycznych nie stwierdzono obecności pustek do głębokości 20 m. Należy jednak zaznaczyć, iż stopień szczegółowości wykonanego zdjęcia grawimetrycznego (siatka punktów 10x10m) mógł być za mały, aby właściwie określić położenie wyrobisk udostępniających. W szczególności dotyczy to największej amplitudowo anomalii na terenie działki 1155, która wskazywała na obecność w podłożu pustek w zasypanych ukośnych lub pionowych wyrobiskach górniczych (upadowe,

szyby). Istnieje, więc również pewne prawdopodobieństwo, iż wykonane wiercenia nie trafiły w światło takich wyrobisk. Inne stwierdzone na terenie osiedla ujemne anomalie grawimetryczne mają niewielką amplitudę. Jak wykazało modelowanie numeryczne anomalie te mogą wywołane lokalnym rozluźnieniem struktury warstw przypowierzchniowych (obniżenie gęstości objętościowej) zarówno genezy górniczej jak i geologicznej (przeobrażenie struktury warstw w następstwie zawału wyrobisk eksploatacyjnych, zróżnicowanie gęstości warstw gruntowych w następstwie procesów glacitektonicznych). Wyniki wierceń pozwalają ocenić, że oba te czynniki nie mają wpływu na warunki geologiczno-inżynierskie terenu a w szczególności na warunki budowlane w miejscach wykrytych anomalii.

Prowadzona eksploatacja podziemna węgla brunatnego powodowała ciągłe i nieciagłe odkształcenia powierzchni terenu w okresie jej prowadzenia. Deformacje nieciągłe (leje zapadliskowe) były najprawdopodobniej likwidowane zaraz po ich ujawnieniu się na powierzchni. Deformacje ciągłe ze względu na brak zabudowy w okresie prowadzenia eksploatacji nie powodowały większych zagrożeń w użytkowaniu powierzchni. Pozwala to ocenić z dużym prawdopodobieństwem, że deformacje te są widoczne w obecnej morfologii powierzchni terenu w postaci klasycznej górniczej niecki obniżeniowej. W morfologii powierzchni terenu osiedla wyraźnie widoczna jest forma morfologicznego obniżenia o kształcie nieregularnym. Forma ta rozciąga się na kierunku NE-SW i biegnie przez centralną część osiedla. Za górniczą genezą tej formy przemawiają również wartości obniżeń powierzchni względem otaczającego terenu. Maksymalna wartość obniżeń jest rzędu 1 m. Odpowiada to obniżeniu powierzchni terenu, pod którym prowadzono na zawał eksploatację pokładu o grubości 2 m (współczynnik eksploatacyjny 0,5). Przyjęcie takiej tezy, pozwala ocenić, że w obrębie granic górniczej niecki obniżeniowej pustki uległy całkowitej likwidacji. Przypuszczalne granice niecki obniżeniowej, określone na podstawie archiwalnej mapy sytuacyjno-wysokościowej (państwowy zasób geodezyjny) uwidoczniono na zał. 3. Wobec braku map dokumentujących eksploatację górniczą w podłożu osiedla proponuje się przyjąć tę granicę jako najbardziej prawdopodobny jej zasięg. W części południowo-wschodniej na formę tę nakłada się granica powierzchniowego wyrobiska, w którym eksploatowano kruszywa. Z cytowanej mapy archiwalnej wynika, że głębokość tego wyrobiska zmieniała się od 1,5 do 1,7 m. Granice tego wyrobiska też uwidoczniono na mapie dokumentacyjnej (zał. 3).

W świetle powyższych ustaleń w ocenie warunków geologiczno-inżynierskich dokumentowanego terenu a w szczególności zagrożenia zapadliskowego istotnym pozostają

wyrobiska udostępniające złoże węgla brunatnego. Chociaż wyrobiska te są zasypane i niewidoczne na obecnej powierzchni terenu ze względu na nieznany sposób likwidacji stwarzają potencjalne zagrożenie terenu zapadliskami. Kompleksowa analiza danych pozwala ocenić, że wyrobiska takie mogą się znajdować na terenie obejmującym niezabudowane działki od strony południowej granicy osiedla. W szczególności dotyczy to działek nr 1155, 1156,1157,1158 i 1159. Jedno z takich wyrobisk zostało stwierdzone w miejscu powstałego w roku 2002 zapadliska, pomiarami georadarowymi wykonanymi w ramach niniejszego opracowania.

Wymienione powyżej działki przed zabudową należy przebadać metodami geofizycznymi i wiertniczymi. Proponuje się wykonanie w ich obrębie zdjęcia metodą georadarową w siatce wzajemnie prostopadłych profili o odległości wzajemnej nie większej jak 2 m. W przypadku stwierdzenie pomiarami anomalii wskazujących na obecność wyrobisk pionowych lub ukośnych w miejscach ich rejestracji należy wykonać otwory badawcze do spągu najpłycej występującego w danym miejscu pokładu węgla brunatnego (rząd 20 do 30 m). W przypadku stwierdzenia w przelocie wiercenia obecności pustek lub rozluźnionych gruntów należy je podsadzić mieszaninami chemoutwardzalnymi (1-przypadek) lub scalić technikami iniekcyjnymi (2-gi przypadek). Podobną procedurę należy zastosować przy zabudowie pozostałych terenów eksploatacji górniczej, przylegających od wszystkich stron do terenu osiedla Leśnego.

7. Podsumowanie

Prace geologiczne wykonano zgodnie z ”Projektem prac geologicznych i uzdatniających oraz kontrolnych badań geofizycznych na terenie Osiedla Leśnego w Pile/k Gostycyna, powiat Tuchola, województwo Kujawsko – Pomorskie”, zatwierdzonym decyzją Starosty Tucholskiego z dnia 24.06.2009 (znak pisma :Oś 7510-11/09).

Wykonanymi otworami wiertniczymi do głębokości 20,4 m stwierdzono występowanie utworów plejstocenu (czwartorzęd) do głębokości 11,4 – 17,5 m ppt i zalegających poniżej osadów mioceńskich (neogen).

Analiza wyników wierceń, w tym zwłaszcza obecność na granicy czwartorzędu i miocenu słabych nawodnionych gruntów piaszczysto-pylastych o charakterze kurzawkowym, wyklucza w zasadzie istnienie w tego typu gruntach niepodsadzonych wyrobisk górniczych, nie całkowicie obudowanych. Jedynymi pustkami, które w takich warunkach mogą się utrzymywać to ewentualne pustki w obrębie wyrobisk całkowicie obudowanych (fragmenty szybów, upadowych, sztolni).

W podłożu gruntowym do głębokości 20 m nie stwierdzono obecności pustek pogórniczych. Tym samym otwory te nie potwierdziły interpretacyjnej tezy pochodzenia ujemnych anomalii w lokalnym obrazie rozkładu pola siły ciężkości stwierdzonych badaniami geofizycznymi. W świetle dokonanego rozpoznania anomalie grawimetryczne w obszarze osiedla mogą być związane z lokalnymi rozluźnieniami struktury warstw gruntowych w miejscach, w których w przeszłości rozwijały się procesy zapadliskowe (pustek wtórnych przemieszczających się ku powierzchni z poziomu dawnej eksploatacji, które uległy już samopodsadzeniu), jak również z dużym naturalnym zróżnicowaniem gęstości gruntów podłoża.

Negatywne wyniki wierceń oraz analiza warunków geologiczno-górniczych odtworzonych z istniejących danych o eksploatacji węgla brunatnego w rejonie osiedla Leśnego pozwalają sądzić, iż stopień zagrożenia powierzchni terenu osiedla deformacjami jest znikomy i ogranicza się do miejsc występowania obudowanych wyrobisk udostępniających złoże węgla brunatnego w przypowierzchniowej warstwie gruntów plejstoceńskich (czwartorzędowych).

Niniejszą dokumentacje w 3 egzemplarzach przedstawi do przyjęcia Staroście Tucholskiemu podmiot finansujący prace geologiczne - Urząd Gminy w Gostycynie.

8. Kopia decyzji zatwierdzającej projekt prac geologicznych