



POLITECHNIKA ŚLĄSKA
Katedra Dróg i Mostów



Mgr inż. Maria WOJTAS

PRACA DOKTORSKA

**Przydatność danych geodezyjnych
na terenach górniczych
dla celów projektowych**

Promotor

Dr hab. inż. Antoni MOTYCZKA Prof. nzw. w Politechnice Śląskiej

Gliwice 2009

Spis treści

Spis treści.....	II
Spis załączników.....	IV
Spis tablic.....	IV
Spis rysunków.....	IV
Podstawowe pojęcia użyte w pracy.....	VII
1. Wstęp.....	1
2. Teza, cel i zakres pracy.....	4
3. Źródła danych o terenie do celów projektowych.....	6
3.1. Podstawowe uregulowania prawne dotyczące procesu inwestycyjnego .	7
3.2. Rodzaje i zakres opracowań geodezyjno-kartograficznych oraz czynności geodezyjne obowiązujące w budownictwie	7
3.3. Wpływ eksploatacji górniczej na punkty osnów geodezyjnych wykorzystywanych dla celów projektowych.....	12
3.4. Problemy prowadzenia i aktualizacji mapy do celów projektowych na terenach górniczych	16
3.4.1. Mapa zasadnicza na terenie GOP	16
3.4.2. Ustalenia dotyczące prowadzenia i aktualizacji mapy zasadniczej w Wytycznych technicznych K-1.8	18
3.5. Pozyskiwanie danych geodezyjnych do celów projektowych	19
3.5.1. Państwowy zasób geodezyjny i kartograficzny.	19
3.5.2. Materiały geodezyjne zamawiane do celów projektowych	19
3.5.3. Procedura opracowania materiałów geodezyjno- kartograficznych do celów projektowych.....	24
4. Przegląd dotychczasowych koncepcji aktualizacji danych geodezyjnych na obszarze objętym wpływami eksploatacji górniczej	26
4.1. Regionalna dynamiczna osnowa geodezyjna	27
4.2. System informacji o terenie górniczym	30
4.3. Pomiary GPS w badaniach deformacji powierzchni terenu GOP.....	33
4.4. Badanie obniżeń terenu za pomocą satelitarnej interferometrii radarowej.....	35
4.5. Monitoring osiadań terenu pod wpływem eksploatacji podziemnej węgla kamiennego metodą InSAR	38
4.6. Aktywna Sieć Geodezyjna ASG-PL	40
4.7. Wielofunkcyjny system precyzyjnego pozycjonowania satelitarne ASG/EUPOS na obszarze Polski	45
5. Opis wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię w szczególności kształtowania się przemieszczeń i obniżeń powierzchni.....	47
5.1. Powstawanie deformacji i ich rodzaje	47

5.2. Definicje przemieszczeń punktów powierzchni.....	50
5.3. Określanie przemieszczeń i deformacji na podstawie obserwacji geodezyjnych	53
5.4. Metody prognozowania deformacji powierzchni	55
5.5. Klasyfikacja terenów górniczych	57
6. Prognozowanie przemieszczeń punktów na powierzchni	58
6.1. Deformacje spowodowane eksploatacją o dowolnym kształcie.....	58
6.2. Parametry teorii Budryka-Knothego i ich wartości.....	60
6.3. Komputerowe prognozowanie wskaźników deformacji.....	65
7. Badanie stałości położenia punktów geodezyjnych.....	66
7.1. Charakterystyka rejonu badawczego. Pole Markłowice	66
7.2. Opis badań	76
7.3. Dane do obliczeń.....	77
7.3.1. Punkty geodezyjnej osnowy poziomej.....	77
7.3.2. Punkty geodezyjnej osnowy wysokościowej.....	79
7.3.3. Dane o eksploatacji dokonanej	82
7.4. Informacje o wykorzystanym oprogramowaniu	87
7.4.1. Baza danych o eksploatacji	91
7.4.2. Baza danych o punktach pomiarowych.....	93
7.4.3. Zadania obliczeniowe	94
7.5. Założenia przyjęte do badań	101
7.6. Badanie punktów geodezyjnej osnowy poziomej.....	103
7.7. Badanie punktów geodezyjnej osnowy wysokościowej.....	122
7.8. Dodatkowe przemieszczenia punktów geodezyjnych	134
7.8.1. Przyczyny dodatkowych przemieszczeń punktów osnowy sytuacyjnej.....	134
7.8.2. Przyczyny dodatkowych osiadań punktów osnowy wysokościowej	136
7.9. Weryfikacja prognoz symulacyjnych za pomocą bezpośrednich pomiarów terenowych techniką GPS	142
7.9.1. Osnowa pozioma.....	143
7.9.2. Osnowa wysokościowa.....	146
7.10. Podsumowanie badań	149
7.10.1. Punkty geodezyjnej osnowy poziomej.....	149
7.10.2. Punkty geodezyjnej osnowy wysokościowej.....	149
8. Podsumowanie i wnioski	150
Literatura	A
Akty prawne.....	E
Wykorzystane materiały	G

Spis załączników

1. Karty informacyjne punktów geodezyjnej osnowy poziomej
2. Karty informacyjne punktów geodezyjnej osnowy wysokościowej
3. Dane o eksploatacji dokonanej kopalń „Jankowice”, Marcel” i „1 Maja”
4. Wersja instalacyjna programu Explon ver. 5.1
5. Instrukcja obsługi programu Explon ver. 5.1

Spis tablic

- 3.1. Skale map wykorzystywane dla potrzeb planowania przestrzennego
- 3.2. Kryterium dokładnościowe osnowy wysokościowej
- 5.1. Znowelizowane kategorie terenu górniczego
- 6.1. Zestawienie wartości współczynnika eksploatacyjnego
- 7.1. Wykaz wskaźników deformacji określanych za pomocą programów *Explon* i *Kwant*
- 7.2. Wartość współczynnika zmienności wskaźników deformacji
- 7.3. Wyniki pomiaru punktów sytuacyjnych techniką GPS
- 7.4. Wyniki pomiaru punktów wysokościowych techniką GPS

Spis rysunków

- 4.1. Schemat Systemu Informacji o Terenie Górniczym
- 4.2. Niecka obniżeniowa nr 12
- 4.3. Liczba i rozmieszczenie dynamicznych niecek obniżeniowych
- 4.4. Regionalna interferometryczna charakterystyka procesu osiadania terenu GZW
- 4.5. Szkic rozmieszczenia istniejących stacji referencyjnych GPS w Polsce
- 4.6. Strona internetowa sieci ASG-EUPOS
- 4.7. Planowane rozmieszczenie stacji referencyjnych systemu ASG/EUPOS
- 5.1. Następstwo przyczynowo-skutkowe przekształceń spowodowanych podziemną eksploatacją górniczą

- 5.2. Schemat rozkładu wektorów przemieszczeń wzdłuż profilu niecki obniżeniowej nad eksploatacją o kształcie półpłaszczyzny
- 5.3. Składowe kartezjańskie i biegunowe oraz rzut dowolnego wektora dwuwymiarowego na wybrany kierunek o azymucie na przykładzie wektora przemieszczenia poziomego
- 5.4. Wektor przemieszczenia poziomego w punkcie P oraz jego rzut na kierunek o azymucie φ w przypadku eksploatacji o kształcie półpłaszczyzny
- 5.5. Wykresy podstawowych wskaźników deformacji powierzchni terenu
- 6.1. Układy współrzędnych przyjęte do opisu deformacji terenu
- 6.2. Ugięcie stropu w rejonie krawędzi eksploatacji
- 6.3. Schemat oznaczeń parametrów teorii Budryka-Knothe'go: $tg\beta$ i obrzeża eksploatacyjnego p w profilu niecki obniżeniowej położonej nad eksploatacją w kształcie półpłaszczyzny
- 7.1. Rejon badawczy Pole Marklowice
- 7.2. Zalewisko Z-6
- 7.3. Deformacja nieciągła obok budynku przy ulicy Wiśniowej
- 7.4. Sekcja 754
- 7.5. Lokalizacja punktów geodezyjnej osnowy poziomej
- 7.6. Opis topograficzny (karta informacyjna) punktu geodezyjnej osnowy poziomej
- 7.7. Lokalizacja punktów geodezyjnej osnowy wysokościowej
- 7.8. Opis topograficzny (karta informacyjna) punktu geodezyjnej osnowy wysokościowej
- 7.9. Szkic eksploatacji dokonanej
- 7.10. Rodzina programów realizujących obliczenia na podstawie kwantowego modelu deformacji
- 7.11. Ekran powitalny programu Explon ver. 5.1
- 7.12. Menu wyboru obszaru eksploatacji
- 7.13. Przykład danych dla obszaru eksploatacji
- 7.14. Przykład danych o punktach osnowy wysokościowej
- 7.15. Przykład zadania obliczeniowego

- 7.16. Przykład wykresu zmian osiadań w czasie
- 7.17. Przykład zadania obliczeniowego dla osnowy poziomej
- 7.18. Przykład wykresu przemieszczeń punktu osnowy poziomej
- 7.19. Zadanie obliczeniowe *Osnowa pozioma*
- 7.20. Karta informacyjna punktu 7541136
- 7.21. Zadanie obliczeniowe 7541136
- 7.22. Wykres przemieszczeń poziomych punktu 7541136
- 7.23. Wykres przemieszczeń poziomych punktu 7541136 z prognozą
- 7.24. Obszar błędów 60%
- 7.25. Karta informacyjna punktu 7541136 z prognozą
- 7.26. Karta informacyjna punktu 7541130
- 7.27. Zadanie obliczeniowe 7541130
- 7.28. Wykres przemieszczeń punktu 7541130 wraz z prognozą
- 7.29. Wykres przemieszczeń punktu 7541130 po osi Y
- 7.30. Karta informacyjna punktu 7541130 wraz z prognozą
- 7.31. Karta informacyjna punktu 7541525
- 7.32. Zadanie obliczeniowe 7541525
- 7.33. Wykres przemieszczeń punktu 7541525 wraz z prognozą
- 7.34. Karta informacyjna punktu 7541525 wraz z prognozą
- 7.35. Karta informacyjna punktu 7541035
- 7.36. Wykres zmian przemieszczeń w czasie punktu 7541035
- 7.37. Zadanie obliczeniowe *Osnowa wysokościowa*
- 7.38. Karta informacyjna punktu 7540031
- 7.39. Zadanie obliczeniowe 7540031
- 7.40. Wykres osiadań w czasie punktu 7540031
- 7.41. Karta informacyjna punktu 7540031 wraz z prognozą
- 7.42. Karta informacyjna punktu 7541033
- 7.43. Zadanie obliczeniowe 7541033
- 7.44. Wykres osiadań w czasie punktu 7541033
- 7.45. Karta informacyjna punktu 7541033 wraz z prognozą
- 7.46. Karta informacyjna punktu 7541011
- 7.47. Wykres osiadań w czasie punktu 7541011

- 7.48. Lokalizacja regionalnych zaburzeń tektonicznych
- 7.49. Szkic eksploatacji ściany C-1 w pokładzie 502/2 na tle mapy sytuacyjno-wysokościowej
- 7.50. Sieć punktów obserwacyjnych wokół i na budynku przy ulicy Wiśniowej w Markłowicach
- 7.51. Różnice osiadań budynku w stosunku do gruntu obok
- 7.52. Odształcenia poziome pod budynkiem
- 7.53. Wykres przemieszczeń w czasie punktu 7541130
- 7.54. Wykres przemieszczeń w czasie punktu 7541525
- 7.55. Wykres osiadań w czasie punktu 7540031
- 7.56. Wykres osiadań w czasie punktu 7541033
- 7.57. Wykres osiadań w czasie punktu 7541011

Podstawowe pojęcia użyte w pracy

Znaki geodezyjne/Punkty osnowy geodezyjnej – przedmiot z trwałego materiału, którego położenie zostało wyznaczone metodami geodezyjnymi. Pełnią rolę nawiazania dla wszystkich robót geodezyjnych, których wynikiem są współrzędne określone w państwowym układzie współrzędnych.

Osnowę geodezyjną, zgodnie z instrukcją techniczną G-1 i G-2¹, tworzy usystematyzowany zbiór punktów geodezyjnych w terenie (na jej powierzchni lub płytce pod nią), odpowiednio utrwalonych (najczęściej znakami geodezyjnymi), dla których określono matematycznie ich wzajemne położenie i dokładność usytuowania w obowiązującym systemie odniesień przestrzennych.

Dynamiczną osnową geodezyjną² nazywamy zbiór punktów, dla którego posiadamy informację o położeniu przestrzennym w określonym przedziale czasu – w czasie przeszłym położenie wyznacza interpolacja między

¹ Instrukcja techniczna G-1 i G-2

² Nowak E., Preuss R.: *Zastosowanie fotogrametrii do inwentaryzacji terenów objętych eksploatacją górniczą*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Budownictwo z.82, Gliwice 1996

pozycjami inwentaryzowanymi technikami geodezyjnymi, a w czasie przyszłym prognozowanie na podstawie rejestracji przyczyny ruchu.

Kartometryczność mapy - cecha mapy oznaczająca, że obraz mapy może być wykorzystywany do przeprowadzania pomiarów, w celu określenia cech ilościowych prezentowanych zjawisk i obiektów (liczebność, rozmiar, odległość, powierzchnia); kartometryczność mapy uzyskuje się poprzez zastosowanie ścisłych formuł matematycznych odzwierciedlających nieregularną bryłę Ziemi na płaszczyźnie mapy; odróżnia to mapę od planów, które w ogólności nie posiadają tej właściwości.³

Mapa zasadnicza jest to wielkoskalowe opracowanie kartograficzne, prowadzone w skali 1:500, 1:1000, 1:2000 i 1:5000, zawierające informacje o przestrzennym rozmieszczeniu obiektów ogólnogeograficznych (budynki, budowle, drogi, cieki i zbiorniki wodne itp.), elementów ewidencji gruntów i budynków (granice obrębów i działek ewidencyjnych, użytki) oraz sieci uzbrojenia terenu: naziemnych, nadziemnych i podziemnych.

Kopia mapy zasadniczej – można ją otrzymać w powiatowym ośrodku dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej, popularnie nazywanym składnicą. Może służyć jedynie do celów informacyjnych, jest to bowiem mapa archiwalna i może nie zawierać wszystkich obiektów znajdujących się w terenie.

Mapa do celów projektowych – powstaje po uaktualnieniu przez geodetę mapy zasadniczej. Czasami zdarza się, że nie ma mapy zasadniczej i geodeta musi mierzyć cały teren od początku i tworzyć nową mapę zasadniczą.

Mapa do celów projektowych potrzebna jest do uzyskania pozwolenia na budowę i musi być dołączona do projektu architektoniczno-budowlanego. Ważność mapy do projektu jest ograniczona czasowo.

³ *Słownik geomatyczny* – na podstawie wydania pt.: *System Informacji Przestrzennej w Lasach Państwowych* - podręcznik użytkownika leśnej mapy numerycznej, Warszawa 2000

1. Wstęp

Eksploracja węgla kamiennego na terenie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego trwa ciągle od ponad 200 lat powodując zmiany środowiska naturalnego całego regionu, w tym również rozległe deformacje powierzchni terenu powodowane jego osiadaniem.

Wartość tego osiadania oraz rozkład w czasie są zróżnicowane i zależą od budowy geologicznej danego obszaru oraz od głębokości zalegania i grubości eksploatowanych pokładów węgla, ich powierzchni, a także od stosowanego systemu eksploatacji i wielkości wydobycia.

Osiadania terenu przekraczają nieraz jeden metr rocznie; na ogół są to jednak znacznie mniejsze wartości – rzędu kilkunastu centymetrów rocznie, w zależności od położenia obiektów względem eksploatacji.

W czasie wieloletniej, trwającej dziesiątki lat eksploatacji, na terenach górniczych kopalń powstają rozległe, kilkumetrowe, a nawet kilkunastometrowe obniżenia dochodzące lokalnie nawet do około 30 m. Powoduje to zmiany stosunków wodnych na powierzchni, podtopienia i zabagnienia terenu oraz powstawanie zalewisk.

Powstające na powierzchni terenu deformacje mogą mieć charakter ciągły (niecki osiadań) lub nieciągły (różnego rodzaju zapadliska, szczeliny, progi itp.).

Deformacjami ciągłymi objęta jest praktycznie cała powierzchnia terenów górniczych. Roczne tempo powstawania tego rodzaju deformacji jest bardzo różne i oprócz czynników geologicznych w dużej mierze zależy od stosowanego systemu eksploatacji.

Inny charakter mają deformacje nieciągłe. Na powierzchni terenu pojawiają się one w sposób gwałtowny, są wyjątkowo szkodliwe i niebezpieczne, zwłaszcza, że są trudne do prognozowania.

Deformacje te charakteryzują się nieregularnym przebiegiem, powodują uszkodzenia budynków, obiektów przemysłowych, szlaków komunikacyjnych itp. Szczególnie zagrożone nimi są rejony, gdzie prowadzono eksploatację z zawałem stropu oraz obszary płytkiej eksploatacji.

Powstające na skutek podziemnej eksploatacji węgla kamiennego deformacje terenu są złem koniecznym i całkowicie wyeliminować ich nie

można. Możliwe jest natomiast ograniczenie ich wielkości oraz skutków dla infrastruktury powierzchniowej. Skala tego problemu jest tym większa, że dotyczy silnie zurbanizowanego i uprzemysłowionego obszaru. Podstawowe znaczenie ma tu sposób eksploatacji oraz monitorowanie procesu osiadania terenu. Istotne są techniki prowadzenia monitoringu.

W badaniach wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu i znajdujące się na niej obiekty, bardzo ważne znaczenie spełniają okresowe pomiary geodezyjne. Istotną i niezmiernie cenną zaletą tego rodzaju pomiarów jest to, że można nimi objąć większe obszary. Geodezyjne pomiary odkształceń powierzchni terenu sprowadzają się w zasadzie do wyznaczenia przesunięć określonej grupy punktów reprezentujących w badaniach daną powierzchnię. Punkty te – odpowiednio rozmieszczone i utrwalone na gruncie znakami pomiarowymi – powiązane są z reguły wspólną, mniej lub bardziej skomplikowaną siecią geodezyjną.

Trwałość układu współrzędnych w ciągu całego okresu badań mogą zapewnić punkty stałe, usytuowane w strefie niepodlegającej ruchom. Oparcie sieci na punktach stałych pozwala na wyznaczenie bezwzględnych przesunięć tych punktów sieci, które znajdują się w zasięgu deformacji.

Deformacje przestrzenne punktów rozpatruje się najczęściej, jako przemieszczenia poziome i pionowe. Rozróżnienie takie jest uzasadnione odmiennością stosowanych metod pomiarowych: niwelacja – przy wyznaczaniu składowej pionowej i metody pomiarów sytuacyjnych przy wyznaczaniu poziomych składowych przesunięć.

Poważny problem stanowi ruch punktów geodezyjnych położonych w zasięgu eksploatacji. Przesunięcia punktów w podstawowych i szczegółowych sieciach geodezyjnych narastają tu w szybkim tempie – do rozmiarów „wyczuwalnych rachunkowo”, powodując niedopuszczalne niezgodności przy nawiązywaniu nowych pomiarów. Ze względu na wysokie wymagania dokładnościowe stawiane pomiarom geodezyjnym zachodzi potrzeba częstej aktualizacji danych geodezyjnych. Przy aktualizacji punktów osnowy geodezyjnej, bardzo istotne jest uzyskanie odpowiedniej dokładności ostatecznych rezultatów prac pomiarowych. Wielkości liczbowe błędów średnich, reprezentujące dokładność wyznaczanych przesunięć, decydują w dużym stopniu o sformułowaniu takich czy innych wniosków na temat

wpływów eksploatacji względnie na temat jakości zaktualizowanych danych geodezyjnych.

W zakresie potrzeb technicznych i naukowych rejonu górniczego, sieci geodezyjne pokrywające dany obszar mają do spełnienia podwójne zadanie: mogą służyć jako osnowa szczegółowych pomiarów geodezyjnych wykonywanych dla potrzeb gospodarczych rejonu oraz jako podstawa badań ruchów powierzchni terenu na tym obszarze.

Realizacja pierwszego zadania wymaga właściwego zagęszczenia i rozmieszczenia punktów geodezyjnych na całym obszarze. Ze względu na ciągłe wykorzystywanie punktów osnów geodezyjnych w bieżących pracach pomiarowych pożądana jest możliwie jak największa stałość tych punktów.

Koncepcja opierania sieci geodezyjnych na punktach położonych na zewnątrz obszaru górniczego pociąga za sobą konieczność odpowiedniego poszerzania sieci na „strefę spokojną”. Sam fakt usytuowania punktów odniesienia poza granicą wpływów eksploatacji górniczej nie decyduje jeszcze o stałości położenia tych punktów w ciągu dłuższego okresu czasu. W strefie wolnej od skutków eksploatacji mogą bowiem działać inne czynniki wywołujące deformację górnych warstw gruntów, powodujące tym samym naruszenie stałości punktów geodezyjnych. Czynniki te, noszą wspólną nazwę przyczyn niegórnicznych.

Stażność ta może bowiem zostać naruszona na skutek nietrwałości podłoża geologicznego lub też niestabilności gruntów wynikającej z przyczyn niegórnicznych. Może się również zdarzyć, że stałość niektórych punktów zostanie niespodziewanie naruszona w wyniku nieprzewidzianego ruchu lokalnej górnej warstwy gruntu (np. wskutek osuwisk, zsuwu itp.)

Na stałość położenia punktów usytuowanych poza strefą wpływów eksploatacji górniczej pewien wpływ będą wywierały tzw. makrowpływy górnicze, ruchy tektoniczne, których intensywność na obszarach górniczych i w bezpośrednim sąsiedztwie tych obszarów może być zwiększona zakłóceniem równowagi górotworu oraz zmiana stosunków wodnych na skutek odbudowy górniczej.

Celem opracowania jest przedstawienie metody prognozowania wpływów eksploatacji górniczej na zmiany współrzędnych punktów osnów

geodezyjnych w przypadku, gdy znajdują się na terenach objętych szkodami górnictwami na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego.

Podjęte badania polegały na analizie materiałów faktograficznych dotyczących przypadków oddziaływania podziemnej eksploatacji na współrzędne punktów osnów geodezyjnych poziomych I, II, III klasy i osnowy wysokościowej.

Prognoza wykonywana jest przy pomocy programu EXPLON. Po wykonaniu obliczeń tym programem powstaje raport na temat przydatności danego punktu do pomiaru wraz z określeniem dokładności jego położenia oraz klasyfikacja punktów ze względu na wartość prognozy oraz wartość błędu prognozy.

Metoda ta pozwala określić zmiany współrzędnych od momentu pomiaru do dowolnie wybranego czasu, czyli np. na dzień rozpoczęcia realizacji inwestycji.

Opracowanie takiej prognozy i raportu wraz z klasyfikacją punktów jest pomocne dla geodety wykonującego aktualizację mapy do celów projektowych na terenach górniczych.

Motywacją do podjęcia niniejszej rozprawy były sygnały ze środowiska geodezyjnego o problemach technicznych związanych z przydatnością danych pozyskiwanych z Ośrodka Dokumentacji Geodezyjno-Kartograficznej do tworzenia opracowań dla celów projektowych oraz obsługi geodezyjnej prac realizacyjnych.

2. Teza, cel i zakres pracy

Tezą pracy jest wykazanie, że:

- przydatność danych geodezyjnych, a w szczególności osnów geodezyjnych na terenach górniczych, wykorzystywanych do celów projektowych jest zróżnicowana z uwagi na poeksploatacyjne deformacje powierzchni
- można ją ocenić analizując warunki geologiczne i górnicze dokonanej i projektowanej eksploatacji najlepiej w powiązaniu z pomiarami geodezyjnymi zmian położenia punktów osnowy geodezyjnej. Zakres tych

pomiarów można zróżnicować stosownie do specyfiki projektu inwestycyjnego.

- program Explon do prognozowania zmian danych geodezyjnych wykorzystywanych do celów projektowych na podstawie informacji z okresowych pomiarów geodezyjnych punktów osnów geodezyjnych i danych górniczych o dokonanej i projektowanej eksploatacji stanowi narzędzie do oceny przydatności tych danych.

Problem ten rozwiązano wykorzystując:

- dane o okresowych pomiarach punktów osnów geodezyjnych poziomych i wysokościowych,
- informacje o przebiegu eksploatacji górniczej i warunkach geologiczno-górniczych dla danego rejonu,
- obliczenia programem Explon, mające na celu porównanie wielkości pomierzonych dla poszczególnych punktów w terenie z uzyskanymi z prognozy.

Celem pracy jest:

- analiza przydatności danych uzyskanych z prognozy przemieszczeń punktów na powierzchni terenu objętego wpływami górniczymi wykorzystywanych w drugim etapie budowlanego procesu inwestycyjnego,
- klasyfikacja punktów osnów geodezyjnych na podstawie ich przemieszczeń poziomych i pionowych,
- ocena dokładności prognozowanego położenia punktów.

Pomiar i prognoza przemieszczeń punktów osnowy geodezyjnej w przestrzeni (x, y, z) stanowiąc będą kryterium ich przydatności.

Rozpatrzono jedynie skutki wpływów bezpośrednich eksploatacji górniczej w formie deformacji ciągłych, nie uwzględniono nachylenia i krzywizny terenu, dla których opracowano liczne teorie i algorytmy prognostyczne.

W pracy nie analizowano szkód spowodowanych wpływami pośrednimi, do których zalicza się wstrząsy, zawodnienia i osuszenia oraz obniżenia spowodowane odwodnieniem górotworu, bądź wpływami bezpośrednimi w formie deformacji nieciągłych.

3. Źródła danych o terenie do celów projektowych

Każda działalność inwestycyjna wymaga zebrania kompleksowej informacji o terenie, na którym będzie realizowana. Jakość tych danych i opracowań ma w dużej mierze wpływ na prawidłowy przebieg całego procesu inwestycyjnego. Pozyskiwane informacje mają charakter informacji przestrzennej gromadzonej w SIP (System Informacji Przestrzennej). Są to współrzędne w przyjętym układzie odniesienia, własności geometryczne oraz informacje o relacjach przestrzennych obiektów, które są identyfikowane w odniesieniu do powierzchni Ziemi.

Trwałe obiekty naturalne jak i sztuczne mogą być identyfikowane w przestrzeni dwuwymiarowej lub trójwymiarowej w zależności od zaistniałej potrzeby.

Dane przestrzenne, wzbogacane informacjami opisowymi, tworzą zestaw niezwykle użyteczny podczas planowania nowych inwestycji.

Źródłami informacji są:

- materiały z zakresu planowania i zagospodarowania przestrzennego (koncepcja przestrzennego zagospodarowania kraju, plan zagospodarowania przestrzennego województwa, studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy, miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego, decyzja o lokalizacji inwestycji celu publicznego, decyzja o warunkach zabudowy),
- materiały geodezyjne i kartograficzne (mapy i inne materiały geodezyjne, mapa zasadnicza, operaty, rejestry, wykazy, katalogi, bazy danych, banki danych, SIT(System Informacji o Terenie), materiały istotne dla specjalistów zajmujących się gospodarką nieruchomościami),
- KW (księgi wieczyste),
- materiały dotyczące nieruchomości drogowych,
- EGiB(Ewidencja Gruntów i Budynków)/Kataster nieruchomości,
- GESUT (Geodezyjna Ewidencja Sieci Uzbrojenia Terenu),
- prognozy wpływów eksploatacji górniczej,
- ekspertyzy górniczo-budowlane.

3.1. Podstawowe uregulowania prawne dotyczące procesu inwestycyjnego

Współdziałanie uczestników procesu budowlanego: inwestora, projektanta, kierownika budowy lub kierownika robót z „geodezją i kartografią” regulują przepisy prawne i technologiczne z zakresu budownictwa, związane z dziedziną geodezji i kartografii, planowaniem przestrzennym czy gospodarką nieruchomościami [54]-[63].

Traktując proces budowlany szeroko, włącza się również w jego zakres czynności związane z przygotowaniem inwestycji. Są to różnego rodzaju analizy poprzedzające inwestycję oraz cały zestaw czynności związanych z nabyciem praw do terenu pod inwestycję. Przyjmując takie podejście należałoby tu jeszcze dołączyć cały pakiet przepisów dotyczących regulacji stanu prawnego nieruchomości pod realizowane przedsięwzięcie.

Podstawowe uregulowania prawne dotyczące opisu wymaganych cech dokumentów geodezyjno-kartograficznych oraz czynności geodezyjnych związanych z planowaniem przestrzennym, a także projektowaniem, budową i utrzymaniem obiektów to:

- obowiązujące przepisy prawne i techniczne,
- instrukcje techniczne GUGiK: O-1, O-2, O-3, G-1, G-2, G-4, G-7, K-1,
- wytyczne techniczne GUGiK: G-4.4, G-5.4, K-1.3, G-1.9, G-5, K-1.8.

3.2. Rodzaje i zakres opracowań geodezyjno-kartograficznych oraz czynności geodezyjne obowiązujące w budownictwie

Przygotowanie i realizacja inwestycji budowlanej to wieloetapowy proces, w którym na kolejnych etapach występują czynności techniczne i prawne, w których wykorzystywane są materiały i opracowania geodezyjne. W procesie tym istotna jest jednoznaczna lokalizacja zamierzeń projektowych, formalno-prawna akceptacja tych zamierzeń oraz ich realizacja zgodna z uzyskanym pozwoleniem na budowę. Realizacja inwestycji budowlanej wprowadza zmiany w zabudowie i zagospodarowaniu przestrzeni. Wprowadzenie zmian w przestrzeni może odbywać się za zgodą nadzoru budowlanego. Musi być ono zgodne z ustaleniami miejscowych planów zagospodarowania lub w przypadku jego braku z ustaleniami

w decyzji o lokalizacji inwestycji celu publicznego bądź decyzji o warunkach zabudowy.

Znając ustalenia dotyczące zabudowy i zagospodarowania, inwestor może zlecić prace projektowe i kosztorysowe. Do podjęcia tych prac niezbędne są mapy do celów projektowych i opiniodawczych.

W planowaniu przestrzennym stosuje się odpowiednio mapy topograficzne lub mapę zasadniczą, w postaci analogowej lub numerycznej, a także ortofotomapy i istniejące bazy krajowego systemu informacji o terenie.

Do celów planowania przestrzennego dobiera się mapę w jednej (lub kilku) spośród skal – Tablica 3.1.⁴

Skale map wykorzystywane dla potrzeb planowania przestrzennego

Tablica 3.1.

Obszar	Rodzaj opracowania	Skale
województwo	strategia rozwoju województwa i plan zagospodarowania przestrzennego województwa	1 : 200 000 do 1 : 10 000
Powiat	analiza i studium zagospodarowania przestrzennego	1 : 50 000 do 1: 10 000
gmina	studium uwarunkowań i kierunków rozwoju	≥ 1 : 25 000
	miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego	1 : 5 000 do 1:500
	ustalenie warunków zabudowy i zagospodarowania terenu	1 : 2 000 do 1:500

Mapa do celów ustalenia warunków zabudowy i zagospodarowania terenu jest kopią mapy zasadniczej lub mapą katastralną gromadzona w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym. O potrzebie jej

⁴ Ustawa z dnia 27 marca 2003 roku O planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym. Dz. U. z dnia 10 maja 2003 roku

aktualizacji decyduje inwestor lub organ właściwy do wydania decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu.

Na etapie opracowania projektu wykorzystuje się mapę do celów projektowych.

Podstawą opracowywania map do celów projektowych są przepisy rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 21 lutego 1995 roku w sprawie rodzaju i zakresu opracowań geodezyjno-kartograficznych oraz czynności geodezyjnych obowiązujących w budownictwie.⁵

Zgodnie z rozporządzeniem mapę do celów projektowych sporządza się na kopii mapy zasadniczej, dopuszczając dwukrotne pomniejszenie lub powiększenie, a w razie braku mapy zasadniczej w odpowiedniej skali, sporządza się mapę jednostkową, podlegającą przyjęciu do zasobu geodezyjnego i kartograficznego.

Dla pojedynczych obiektów o prostej konstrukcji, usytuowanych w granicach jednej nieruchomości, dopuszcza się wykonanie mapy jednostkowej w układzie lokalnym dla danej inwestycji. W takim przypadku punkty, na których będzie oparty pomiar utrwała się znakami z trwałego materiału oraz sporządza dla nich opisy topograficzne w nawiązaniu do istniejących trwałych szczegółów sytuacyjnych.

Jeśli dla terenu objętego projektem istnieje system informacji o terenie, numeryczna mapa zasadnicza⁶ należy wykorzystać te dane do projektowania.

Gdy dla terenu objętego projektem nie istnieje mapa zasadnicza, jako podstawę sporządzenia mapy do celów projektowych można wykorzystać ortofotomapę.

Mapa do celów projektowych, w postaci numerycznej powinna być uwierzytelniona podpisem elektronicznym oraz elektroniczną klauzulą właściwego urzędu lub posiadać wykreśloną kopię z podpisem i klauzulą.

⁵ Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z 21 lutego 1995 roku

⁶ Instrukcja techniczna K-1 *Mapa zasadnicza*

Skala map do celów projektowych zależy od rodzaju i wielkości zamierzenia budowlanego, przy czym jako standardowe dla różnych obszarów przyjmuje się skale wskazane poniżej:

- działka budowlana $\geq 1 : 500$,
- teren budownictwa przemysłowego, zespół obiektów budowlanych $\geq 1 : 1000$,
- rozległy teren z rozproszonymi obiektami budowlanymi, obiekt liniowy $\geq 1 : 2000$.⁷

Mapy do celów projektowych obejmują teren inwestycji wraz ze strefą ochronną, gdy taką ustalono, oraz pas otaczający o szerokości co najmniej 30 m.

Wielkość obszaru oraz skalę map do celów projektowych dla danej inwestycji określa w razie potrzeby organ właściwy do wydania pozwolenia na budowę. Zgodnie z wymienionym wyżej rozporządzeniem mapa do celów projektowych zawiera treść mapy zasadniczej oraz treść dodatkową, w szczególności:

- geodezyjnie opracowane linie rozgraniczające tereny o różnym przeznaczeniu, linie zabudowy, linie osi ulic, dróg itp., jeżeli zostały ustalone w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego lub w decyzji o ustaleniu warunków zabudowy i zagospodarowania terenu,
- położenie zieleni wysokiej ze wskazaniem pomników przyrody,
- usytuowanie projektowanych sieci uzbrojenia terenu, które zaopiniował zespół do spraw koordynacji sieci uzbrojenia terenu,
- usytuowanie innych obiektów i szczegółów (np. położenie otworów wiertniczych, wskaźników osi toru), mających znaczenie dla projektu wskazanych przez projektanta lub przez organ właściwy do wydania decyzji o pozwoleniu na budowę.

Mapy do celów projektowych powinny być wykonane z należytą starannością, zgodnie z zasadami współczesnej wiedzy technicznej i obowiązującymi przepisami prawa. Wykazane na mapie do celów

⁷ Instrukcja Techniczna O-2

projektowych granice nie mogą naruszać prawa własności wynikającego z tytułów prawnych, ujawnionych w księgach wieczystych.

W pracach projektowych wykorzystuje się również inne opracowania:

- przekroje terenu wzdłuż istniejących i/lub projektowanych tras,
- przekroje cieków i zbiorników,
- niwelację siatkową do obliczeń ruchu mas ziemnych,
- szczegółową inwentaryzację remontowanych obiektów budowlanych.

Pomiary związane z pozyskaniem informacji przestrzennej, należy wykonać z wymaganą dla charakteru planowanych prac dokładnością, w uzgodnieniu z projektantem.

Szczegółowy zakres prac geodezyjno-kartograficznych, zwłaszcza nieokreślonych w obowiązujących przepisach, ustala się w warunkach technicznych, stanowiących załącznik do umowy.

Warunki techniczne w szczególności określają:

- a) przedmiot i zakres prac, wymagane dokładności wynikające z projektu architektoniczno-budowlanego,
- b) zalecane lub wymagane metody pomiarów,
- c) sposób dostosowania pomiarów do określonych stanów przedmiotu pomiaru i jego otoczenia, np. do etapu prac budowlano-montażowych, do wielkości obciążeń statycznych i dynamicznych konstrukcji,
- d) sposoby opracowywania, przedstawiania i interpretacji wyników pomiarów wykonywanych do celów badawczych,
- e) skład i sposób podziału materiałów geodezyjno-kartograficznych,
- f) zakres obowiązków zamawiającego umożliwiających wykonanie prac zgodnie z ustaleniami technicznymi oraz przepisami o bezpieczeństwie i higienie pracy.

Warunki techniczne uzgadnia się stosownie do potrzeb z projektantem, inspektorem nadzoru inwestorskiego i kierownikiem budowy.

3.3. Wpływ eksploatacji górniczej na punkty osnów geodezyjnych wykorzystywanych dla celów projektowych

Osnowa geodezyjna jest fundamentem sztuki geodezyjnej, decyduje przede wszystkim o jakości wszelkich prac pomiarowo-obliczeniowych i kartograficznych. Podstawę do wykonywania prac geodezyjnych i kartograficznych stanowią osnowy geodezyjne opracowane w państwowym systemie odniesień przestrzennych, określającym układy współrzędnych i systemy wysokości.

Deformacja powierzchni powodowana podziemną eksploatacją to nie tylko zmiany rzeźby terenu, ale także przesunięcia poziome. Wraz z powierzchnią „wędrują” także elementy jej zagospodarowania: obiekty budowlane, kubaturowe i liniowe, szlaki komunikacyjne, uzbrojenie podziemne i nadziemne, obiekty przyrodnicze, a także punkty geodezyjne osnów poziomych i pionowych.

Nieznajomość wartości wektorów przemieszczeń w przestrzeni punktów osnów geodezyjnych i poszczególnych szczegółów sytuacyjnych utrudnia bądź wręcz uniemożliwia prawidłowe przygotowanie informacji geoprzestrzennych niezbędnych do celów projektowych.

Wszelkie pomiary geodezyjne zarówno sytuacyjne jak i wysokościowe⁸ pozwalające na pozyskiwanie danych geoprzestrzennych wykonywane są w oparciu o osnowę geodezyjną poziomą i wysokościową, klasyczną lub satelitarną.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami⁹ osnowę geodezyjną stanowi usystematyzowany zbiór punktów geodezyjnych (utrwalonych w terenie znakami geodezyjnymi), dla których określono matematycznie ich wzajemne położenie i dokładność usytuowania.

Zgodnie z instrukcją wyróżnia się:

- 1) osnowę poziomą, w której położenie punktów na powierzchni określają ich współrzędne geodezyjne (B, L na elipsoidzie lub x, y na płaszczyźnie odwzorowania),

⁸ Instrukcja techniczna G-4 *Pomiary sytuacyjne i wysokościowe*

⁹ Instrukcje G-1 *Pozioma osnowa geodezyjna* i G-2 *Wysokościowa osnowa geodezyjna*

- 2) osnowę wysokościową, w której wysokości punktów (H) zostały określone względem przyjętego poziomu odniesienia,
- 3) osnowę dwufunkcyjną, w której położenie punktów określone zostało w sposób odpowiadający zarówno osnowie poziomej, jak i wysokościowej.

Ze względu na rolę i znaczenie dla prac geodezyjnych osnowy geodezyjne dzieli się na:¹⁰

- 1) osnowy podstawowe,
- 2) osnowy szczegółowe,
- 3) osnowy pomiarowe.

Osnowy podstawowe służą do nawiązania i wyrównania osnów szczegółowych w państwowym systemie odniesień przestrzennych oraz badania ruchów skorupy ziemskiej.

Ze względu na sposób tworzenia, osnowy dzieli się na:

- 1) klasyczne,
- 2) satelitarne, w których pomiary geodezyjne wykonuje się przez bezpośrednie wykorzystanie systemów satelitarnych.

Osnowy szczegółowe służą do:

- 1) nawiązania i wyrównania osnów pomiarowych w państwowym systemie odniesień przestrzennych,
- 2) nawiązania zdjęć fotogrametrycznych i numerycznych modeli terenu do państwowego systemu odniesień przestrzennych.

Osnowy pomiarowe służą do oparcia na nich pomiarów, opracowań i wyznaczeń szczegółowych, realizacyjnych, katastralnych i innych.

Klasa punktów osnowy geodezyjnej jest cechą charakteryzującą dokładność określenia ich położenia, po wyrównaniu obserwacji. Za podstawę klasyfikacji osnowy geodezyjnej przyjmuje się średnie błędy obserwacji po wyrównaniu i/lub błędy położenia punktu po wyrównaniu, a czasem też dodatkowe kryteria.

Rząd osnowy geodezyjnej określa kolejność włączania jej do wyrównania.

¹⁰ Instrukcja techniczna O-1

Podstawowa i szczegółowa pozioma osnowa geodezyjna dzieli się na trzy klasy oznaczane cyframi rzymskimi.

Punkty osnowy pomiarowej nie są dzielone na klasy.

Podstawowa pozioma osnowa I klasy jest zbiorem punktów, na który składają się jednolicie opracowane następujące sieci:¹¹

- 1) sieć geodezyjna pomierzona techniką satelitarną GPS, tworząca część europejskiej sieci EUREF na obszarze Polski (EUREF-POL), złożona z 11 punktów, nazywana siecią rzędu zerowego,
- 2) sieć geodezyjna, pomierzona techniką satelitarną GPS, zagęszczająca sieć EUREF-POL, zwana POLREF,
- 3) sieć geodezyjna, pomierzona techniką satelitarną GPS, zagęszczająca europejską sieć wysokościową EUVN,
- 4) sieci: astronomiczno-geodezyjna (SAG), wypełniająca (SW) i punktów pośrednich (PP), wyrównane do punktów sieci POLREF.

Szczegółowa pozioma osnowa geodezyjna jest zbiorem punktów II i III klasy, których błędy położenia względem osnów wyższych klas po wyrównaniu są mniejsze od 0,05 m dla II klasy i 0,10 m dla III klasy.

Punkty osnów I do III klasy powinny mieć określone wysokości z dokładnością punktów wysokościowej osnowy pomiarowej. Pozioma osnowa pomiarowa jest zbiorem punktów, których błąd położenia względem osnów wyższych klas po wyrównaniu nie powinien przekraczać 0,10 m. Podstawowa i szczegółowa wysokościowa osnowa geodezyjna dzieli się na cztery klasy oznaczane cyframi rzymskimi. Punkty osnowy pomiarowej nie są dzielone na klasy.

Podstawowa wysokościowa osnowa geodezyjna składa się z punktów niwelacji precyzyjnej I i II klasy i jest wyrównywana z uwzględnieniem (redukcjami) nierównoległości powierzchni równego potencjału przyspieszenia siły ciężkości. Redukcje te wprowadza się na podstawie danych lub pomiarów grawimetrycznych. W skład niwelacji precyzyjnej

¹¹ Jagielski A.: *Geodezja II*. Wydawnictwo „Stabill”, Kraków 2003

I klasy wchodzi punkty fundamentalne i wiekowe. Standardowe cechy geodezyjnych osnów wysokościowych zawiera Tablica 3.2.¹²

Punkty osnów wysokościowych od I do IV klasy powinny mieć określone współrzędne płaskie, prostokątne z dokładnością odpowiadającą punktom obiektów I grupy dokładności pomiaru sytuacyjnego.

Kryterium dokładnościowe osnowy wysokościowej

Tablica 3.2.

Klasa i nazwa	Punkty nawiazania	Średni błąd niwelacji (po wyrównaniu)	Średni błąd wysokości punktu
I podstawowa	-	1 mm/km	-
II podstawowa	I kl.	2 mm/km	-
III szczegółowa	I i II kl.	4 mm/km	≤ 0,01 m
IV szczegółowa	I-III kl.	10 mm/km	≤ 0,02 m
pomiarowa	I-IV kl.	20 mm/km	≤ 0,10 m

Osnowie dwufunkcyjnej nie przypisuje się oddzielnej klasyfikacji, jej punkty klasyfikuje się osobno, jako punkty osnowy poziomej i osnowy wysokościowej, tj. punkt osnowy dwufunkcyjnej może być jednocześnie punktem różnych klas osnowy poziomej i wysokościowej. Osnowę dwufunkcyjną, której punkty w zakresie obu funkcji są zaliczone do osnowy pomiarowej, nazywa się pomiarową osnową sytuacyjno-wysokościową.

Przemieszczenia punktów powierzchni terenu spowodowane eksploatacją górnictwem dochodzą ekstremalnie do kilkunastu metrów w przypadku przemieszczeń pionowych i kilku metrów dla przemieszczeń poziomych. Wykorzystanie takich punktów do nawiazania pomiarów na potrzeby uzyskania aktualnych danych geoprzestrzennych stwarza wiele problemów, związanych z powiązaniem „starej” treści z nowo pomierzonymi elementami. Osnowy geodezyjne zakłada się i aktualizuje dla obszaru całego kraju. Dla obszaru całego kraju sporządza się i aktualizuje ewidencję gruntów

¹² Instrukcja techniczna G-2 *Wysokościowa osnowa geodezyjna*

i budynków, mapę zasadniczą oraz mapy topograficzne, stanowiące podstawę do wykonywania innych rodzajów map. Dane zawarte w ewidencji gruntów i budynków, ewidencji sieci uzbrojenia terenu oraz inne dane zawarte w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym stanowią podstawę do założenia krajowego systemu informacji o terenie.¹³

3.4. Problemy prowadzenia i aktualizacji mapy do celów projektowych na terenach górniczych

3.4.1. Mapa zasadnicza na terenie GOP

Istniejąca dla terenu Śląska mapa zasadnicza powstała w latach 60 i 70 XX wieku i wykonana została metodą fotogrametryczną¹⁴ w skali 1:1000. Zgodnie z obowiązującymi na terenie całego kraju przepisami mapa ta jest aktualizowana i wydawana inwestorom jako mapa zasadnicza.

Problem w tym, że na terenie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego występują deformacje terenu spowodowane eksploatacją górnictwem, które na tej mapie nie są ujawniane, ze względu na sposób, w jaki prowadzona jest aktualizacja.

Pomiary aktualizacyjne wykonywane są w oparciu o osnowę geodezyjną założoną w latach 90 XX wieku. Tak wykonane pomiary szczegółów sytuacyjnych wnosi się na istniejące mapy przez graficzne wpasowanie nowej treści lub przez transformację afiniczną współrzędnych z nowego pomiaru na współrzędne mapy, wykorzystując jako punkty wpasowania punkty osnowy lub szczegóły sytuacyjne istniejące na mapie i pomierzone w czasie pomiaru aktualizacyjnego. Postępowanie takie deformuje nowe dane terenowe, aby optymalnie wpasować je w istniejącą sytuację.

Prowadzenia nakładki wysokościowej dla terenów objętych intensywną eksploatacją górnictwem dla wielu obszarów, od kilku lat zaprzestano.

Na obszarach objętych wpływami eksploatacji górnictwem nie było jednolitych zasad prowadzenia i aktualizacji mapy zasadniczej, ponieważ poszczególne

¹³ Ustawa *Prawo geodezyjne i kartograficzne* z dnia 17 maja 1989 roku

¹⁴ *Projekt zasad prowadzenia mapy zasadniczej na terenach górniczych*. Główny Urząd Geodezji i Kartografii. Departament Geodezji. Warszawa 2004

Ośrodki Dokumentacji Geodezyjno-Kartograficznej wydają lokalne przepisy dotyczące rozwiązania tego zagadnienia.

Środowisko geodezyjne wielokrotnie sygnalizowało problemy techniczne związane z prowadzeniem i aktualizacją mapy zasadniczej na terenach górniczych, dlatego powołany został zespół do opracowania „Wytycznych prowadzenia mapy zasadniczej na terenach górniczych”.¹⁵

Według ekspertów na terenach objętych aktualnie i w przeszłości eksploatacją górniczą należy wykonać kontrolę kartometryczności istniejącej mapy zasadniczej przyjmując kryterium dokładnościowe. W przypadku stwierdzenia niekartometryczności mapy, należy zaprzestać dalszego jej prowadzenia.¹⁶

Zgodnie z zaleceniami¹⁷ dla terenów objętych zdyskwalifikowaną mapą zasadniczą należy przyjąć zasadę, że mapy nie ma i dla celów projektowych sporządzić mapę według zasad z Rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa w sprawie rodzaju i zakresu opracowań geodezyjno-kartograficznych oraz czynności geodezyjnych w budownictwie. Mapę tę należy prowadzić w trybie uproszczonym jako mapę pogładową, aktualizowaną w zakresie treści.

Podczas wykonywania pomiarów inwentaryzacyjnych zespół opracowujący wytyczne zaleca określać położenie inwentaryzowanych obiektów w stosunku do otaczających je punktów sytuacyjnych I grupy dokładnościowej.

Dalsze zalecenia zespołu to, aby dla terenów gdzie zaprzestano eksploatacji górniczej odtworzyć mapę zasadniczą. Proces taki należy poprzedzić wnikliwymi analizami danych górniczo-geologicznych i wyników pomiarów geodezyjnych ze szczególnym uwzględnieniem pomiarów wysokościowych.

¹⁵ *Projekt zasad prowadzenia mapy zasadniczej na terenach górniczych*. Główny Urząd Geodezji i Kartografii. Departament Geodezji. Warszawa 2004

¹⁶ j.w

¹⁷ j.w

3.4.2. Ustalenia dotyczące prowadzenia i aktualizacji mapy zasadniczej w Wytycznych technicznych K-1.8

W grudniu 2007 roku ukazały się Wytyczne techniczne K-1.8 określające sposób prowadzenia i aktualizacji mapy zasadniczej na terenach objętych wpływami eksploatacji górniczej.

Wytyczne techniczne¹⁸ określają zasady prowadzenia:

- oceny kartometryczności mapy,
- pomiarów inwentaryzacyjnych i aktualizacyjnych,
- sporządzania map do celów projektowych.

Podczas wykonywania aktualizacji mapy należy sprawdzić czy w terenie nie wystąpiły zmiany na skutek eksploatacji górniczej. W tym celu należy dokonać kontroli położenia punktów osnowy szczegółowej lub szczegółów terenowych należących do I grupy dokładnościowej, poprzez pomiar odległości w terenie i na mapie. Różnice nie powinny przekraczać $0,3\sqrt{2}$ mm w skali mapy.

Wytyczne szczegółowo precyzują postępowanie przy ocenie kartometryczności mapy zasadniczej na terenach objętych wpływami eksploatacji górniczej oraz podają wielkości błędów średnich położenia punktów, które nie mogą zostać przekroczone by mapa nie utraciła swej przydatności. Mapę uznają za niekartometryczną, jeśli błędy przekroczyły $\pm 0,6$ mm w skali mapy. Proponują traktować taką mapę jako pogładową do czasu sporządzenia nowej mapy zasadniczej.

Kolejnym zaleceniem zespołu opracowującego wytyczne jest, by na takich terenach jako mapę do celów projektowych wykorzystywać mapę jednostkową zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 21 lutego 1995 roku w sprawie rodzaju i zakresu opracowań geodezyjno-kartograficznych oraz czynności geodezyjnych obowiązujących w budownictwie.

¹⁸ Wytyczne techniczne K-1.8, GUGiK

We wnioskach końcowych tego opracowania zalecono, by po ustaniu wpływów eksploatacji górniczej i nie planowaniu wznowienia eksploatacji opracować nową mapę zasadniczą.

3.5. Pozyskiwanie danych geodezyjnych do celów projektowych

3.5.1. Państwowy zasób geodezyjny i kartograficzny.

Państwowy zasób geodezyjny i kartograficzny jako własność Skarbu Państwa jest prowadzony przez ośrodki dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej.

Wszystkie dane geodezyjno-kartograficzne gromadzone są w państwowym zasobie. Państwowy zasób geodezyjny i kartograficzny dzieli się na:

- zasób centralny,
- zasoby wojewódzkie,
- zasoby powiatowe

Użytkownikami i korzystającymi z materiałów i danych gromadzonych w ośrodkach są:

- firmy geodezyjne i kartograficzne,
- indywidualni wykonawcy prac geodezyjnych i kartograficznych,
- przedsiębiorcy,
- urzędy wszystkich szczebli administracji publicznej,
- obywatele.

3.5.2. Materiały geodezyjne zamawiane do celów projektowych

Na każdym etapie wykonywania opracowań projektowych dotyczących różnego rodzaju inwestycji niezbędny jest udział geodety jako osoby dostarczającej niezbędnych danych do projektu w postaci wszelkiego rodzaju map i opracowań geodezyjno-kartograficznych. Jakość tych danych i opracowań geodezyjno-kartograficznych w dużej mierze ma wpływ na prawidłowy przebieg całego procesu inwestycyjnego, począwszy od Studium Techniczno-Ekonomicznego, Koncepcji Programowej, dokumentacji do wniosku o wydanie decyzji o pozwoleniu na budowę, aż do Projektu Budowlanego i Wykonawczego.

Należy zwrócić uwagę, że sama mapa do celów projektowych nie wyczerpuje zapotrzebowania na dokumentację geodezyjną, potrzebną do projektu

budowlanego i wykonawczego. Oprócz mapy, do celów projektowych wykorzystywane są również:

- mapy topograficzne,
- mapy ewidencyjne,
- wykazów współrzędnych i opisów topograficznych punktów osnów geodezyjnych podstawowych poziomych i wysokościowych.

Inne materiały do opracowania projektu obiektu budowlanego mogą być niezbędne informacje dotyczące np.:

- a) przekroju terenu wzdłuż istniejących i/lub projektowanych tras,
- b) przekroju cieków i zbiorników,
- c) niwelacji siatkowej do obliczeń ruchu mas ziemnych,
- d) strzałek zwisu przewodów i prześwitu pod nimi,
- e) szczegółowej inwentaryzacji obiektów budowlanych remontowanych, w skład której wchodzi pomiary i opracowania graficzne:
 - elewacji budowli (opracowania geodezyjne i fotogrametryczne),
 - rzutów poziomych i pionowych pomieszczeń i konstrukcji,
 - rozmieszczenia elementów wyposażenia wewnątrz pomieszczeń,
 - położenia urządzeń technicznych,
 - przebiegu skomplikowanych fragmentów sieci i konstrukcji podziemnych lub nadziemnych.

Mapy topograficzne, przeważnie w skali 1 : 50000 lub 1 : 25000, wykorzystywane są do przedstawienia ogólnej lokalizacji inwestycji, istniejącej infrastruktury technicznej i jej powiązania z rozwiązaniami projektowymi oraz przedstawienia granic podziału administracyjnego dla całości opracowania.

Mapy ewidencyjne, przeważnie w skali 1 : 2000 lub 1 : 5000, służą do przedstawiania rodzajów użytków i klas bonitacyjnych pod planowaną inwestycję, wskazują tereny zabudowane w sąsiedztwie planowanej inwestycji, strukturę władania, po uzyskaniu wypisów z ewidencji gruntów. Obszar objęty mapą ewidencyjną musi być znacznie większy od zakresu opracowania mapy do celów projektowych.

Określenie właściwego zakresu wykonania mapy do celów projektowych przez projektanta jest bardzo istotne już na samym początku, bowiem pozwala na właściwe przygotowanie zamówienia na materiały z ODGiK, przeprowadzenie właściwych wywiadów branżowych, uzupełnienie osnowy geodezyjnej i przeprowadzenie samych pomiarów terenowych mających na celu uzupełnienie treści mapy lub jej stworzenie.

Dobór odpowiedniej skali opracowania mapy jest uzależniony od trzech podstawowych czynników:

- istniejących materiałów w zasobie geodezyjnym i związanych z tym wymagań ODGiK,
- terenu, na którym jest zlokalizowana inwestycja,
- ilości elementów projektowych.

Zwyczajowo przyjęta jest zasada, że wykonujemy mapę w skali 1 : 500 lub 1 : 1000.

Czynnikiem, warunkującym wielkość skali opracowania geodezyjnego, jest ilość elementów projektowych występujących w opracowaniu. Kryterium jest tutaj generalna zasada o czytelności i przejrzystości przedstawionych rozwiązań projektowych w formie analogowej.

Jedną z najważniejszych czynności w procesie wykonania mapy do celów projektowych jest właściwy, zgodny z obowiązującymi normami i przepisami sposób założenia i pomiaru osnowy pomiarowej, która będzie wykorzystywana przez cały okres realizacji zadania. Przepisy zawarte w obowiązujących instrukcjach jednoznacznie określają, że osnowa ma być jednolita dla całego obiektu, zarówno, jeśli chodzi o układ poziomy, jak i pionowy.

Na każdym etapie powstawania mapy do celów projektowych jako element wspomagający opracowanie mapy mogą być wykorzystywane zdjęcia lotnicze i opracowania fotogrametryczne.

Rozwój technik komputerowych w ostatnich latach sprawił, że niektóre opracowania geodezyjno-kartograficzne stały się bardziej dostępne. Są to zdjęcia lotnicze, fotoszkice i cyfrowa ortofotomapa. Materiały te, opracowane w odpowiedniej skali stanowią doskonały materiał pomocniczy, zarówno dla

projektanta, jak i geodety opracowującego mapę do celów projektowych, na każdym etapie wykonania mapy. Zdjęcia, fotoszkie i ortofotomapa stanowią aktualne źródło informacji wspomagające działania geodety.

Na etapie przygotowania osnowy geodezyjnej, można zaprojektować rozmieszczenie punktów i sprawdzić widoczność pomiędzy nimi. Wydrukowane kolorowe fotoszkie z naniesioną, projektowaną osnową geodezyjną, ułatwiają zespołom terenowym orientację w terenie i realizację zadania. Fotoszkie stanowią czytelny, obrazowy podkład, dla opracowania zakresów pomiaru bezpośrednich w terenie, z ustaleniem miejsc szczególnie trudnych do pomiaru, wymagających większego nakładu pracy, a co za tym idzie umożliwiają, dokładniej określić harmonogram wykonywanych zadań.

Drugim przykładem, na wykorzystanie zdjęć lotniczych, fotoszkie i ortofotomapy, przy powstawaniu mapy, jest wstępna analiza materiałów pozyskanych z ODGiK, dotyczących ewidencji gruntów. Dane ewidencyjne, w postaci mapy wektorowej, można porównać z cyfrową ortofotomapą, otrzymując informację na temat ewentualnych rozbieżności, pomiędzy rzeczywistym użytkowaniem terenu, a stanem uwidocznionym w ewidencji.

Przedstawione na mapie do celów projektowych granice działek ewidencyjnych, powinny być wyznaczone przez punkty graniczne, których położenie zostało wyznaczone w trybie postępowania:

- podziałowego,
- rozgraniczeniowego,
- scaleniowego i podziału nieruchomości(wymiany gruntów),
- sądowego,
- innego niż wymienione wyżej, ale zakończone decyzją lub uchwałą przenoszącą własność
- lub decyzją dotyczącą stwierdzenia nabycia własności z mocy prawa - dotyczącego założenia katastru nieruchomości.

Mapa zasadnicza jest stale aktualizowanym zbiorem danych graficznych i opisowych zawierającym informacje o usytuowaniu przestrzennym nieruchomości gruntowych, budynków, zieleni wysokiej oraz uzbrojenia terenu (naziemnego i podziemnego).

Numeryczna, czyli komputerowa mapa, stanowi elektroniczną wersję tradycyjnej tzw. mapy zasadniczej. Mapa zasadnicza na Śląsku powstała w latach 70-tych, na podstawie zdjęć lotniczych i jest ciągle aktualizowana. W skali 1 : 500 i 1 : 1000 zaznaczane są m.in. działki, budynki, drogi, tereny zielone i przebieg sieci uzbrojenia terenu.

Mapa zasadnicza wykorzystywana jest do wielu różnych celów. Mieszkańcy korzystają z jej wyrysów najczęściej wtedy, kiedy starają się coś wybudować lub chcą podziału gruntu na np. kilka odrębnych działek. Służy nie tylko poszczególnym mieszkańcom, ale przede wszystkim projektantom, geodetom, organom administracji oraz innym jednostkom.

Jeżeli mapa jest prowadzona w wersji analogowej wyrys jest czarno-białą odbitką kserograficzną mapy i stanowi jedną z jej czterech wersji zgodnie z nakładkami: sytuacyjną, ewidencyjną, punktów wysokości i uzbrojenia terenu lub dowolną kombinację tych warstw.

Mapa numeryczna pozwala na uzyskanie dowolnej liczby nakładek, można np. zamówić wersję mapy z zaznaczonymi wyłącznie terenami zielonymi albo przebiegiem samych tylko wodociągów. Wyrysy z mapy komputerowej są zgodnie z oryginałem, kolorowe (np. na niebiesko zaznaczane są wodociągi, na żółto gazociągi, a na zielono drzewa i tereny zielone), są udostępniane w wersji elektronicznej na dyskietkach i płytach CD, co z pewnością skraca czas oczekiwania na ich wydanie.

Jest podstawą do założenia krajowego systemu informacji o terenie, obejmującego także dane z ewidencji gruntów i budynków oraz dane z ewidencji sieci uzbrojenia terenu. Ewidencja ta, zwana inaczej katastrem, jest wykorzystywana między innymi do celów podatkowych. W ewidencji gruntów i budynków znajdują się m.in. ich położenie, przeznaczenie, powierzchnia, oznaczenia ksiąg wieczystych, dane właściciela, informacje o wpisaniu do rejestru zabytków i wartość nieruchomości.

3.5.3. Procedura opracowania materiałów geodezyjno-kartograficznych do celów projektowych

Opracowania geodezyjno-kartograficzne stanowią podstawę wyjściową do prac technicznych i gospodarczych we wszystkich etapach planowania i studiów zagospodarowania przestrzennego.

Podstawą prawną do opracowania geodezyjnego projektu inwestycji jest: Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 21 lutego 1995 roku w sprawie rodzaju i zakresu opracowań geodezyjno-kartograficznych oraz czynności geodezyjnych obowiązujących w budownictwie (Dz.U. 1995 roku, Nr 25 poz. 133) - Rozdział 2. „Opracowania geodezyjno-kartograficzne do celów projektowych”.

Rozporządzenie zostało wydane na podstawie art. 43 ust 4 ustawy Prawo Budowlane.

Opracowania geodezyjno-kartograficzne do celów projektowych obejmują przygotowanie dokumentacji geodezyjnej niezbędnej do wykonania projektu. Opracowania i czynności geodezyjne dotyczące opracowania projektu inwestycji dokonują geodeci posiadający niezbędne uprawnienia zawodowe w tym zakresie, są oni wykonawcami wszystkich prac geodezyjnych oraz czynności geodezyjnych przy opracowaniu projektów inwestycji.

Podmiot geodezyjny rozpoczyna czynności związane z opracowaniem projektu inwestycji po otrzymaniu konkretnego zlecenia od zleceniodawcy. Zleceniodawcą wyżej wymienionego opracowania mogą być instytucje projektowe, jednostki samorządowe (tj. powiaty, gminy, miasta), osoby fizyczne, itp., którym to opracowanie służyć będzie do celów projektowych tj. projektu budowlanego.

Przygotowania dotyczące geodezyjnego projektu inwestycji:

Po otrzymaniu zlecenia podmiot posiadający uprawnienia geodezyjne zgłasza pracę geodezyjną do Państwowego Zasobu Geodezyjnego Kartograficznego. Są to Ośrodki Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej. Przykładem może być Powiatowy Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej podlegający staroście.

Zgłoszenie tych prac do Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej ma na celu:

- otrzymanie w odpowiedniej skali podkładów geodezyjnych, kopii mapy zasadniczej,
- współrzędnych punktów geodezyjnych i innych potrzebnych do wykonania pomiarów geodezyjnych wg potrzeb czyli wymogów zlecniodawcy projektu geodezyjnego.

Zgłoszenie prac po potwierdzeniu przez wyżej wymieniony ośrodek okazuje się podmiotom władającym nieruchomościami będącymi przedmiotem opracowania, jako dokument upoważniający wykonawcę prac geodezyjnych do wstępu na grunt i wykonania czynności geodezyjnych.

Podmiot geodezyjny wykonawczy po otrzymaniu wymaganych dokumentów przesyła kopie mapy zasadniczej do jednostek branżowych takich jak: wodociągi i kanalizacja, energetyka, telekomunikacja i inne w celu dokonania wywiadu branżowego mającego na celu sprawdzenie zgodności otrzymanej mapy ze stanem faktycznym, jednocześnie zwracając się z wnioskiem o naniesienie elementów uzbrojenia terenu nie występujących na kopiach mapy zasadniczej.

Czynności geodezyjne w terenie - podmiot geodezyjny po otrzymaniu potwierdzonego „zgłoszenia pracy geodezyjnej” z nadanym numerem K.E.R.G. (Księga Ewidencyjna Robót Geodezyjnych) i poświadczonymi kopiami mapy zasadniczej (pełna treść mapy zasadniczej wraz z nakładkami sytuacyjnymi, wysokościowymi, uzbrojenia i ewidencyjnymi) oraz z otrzymanymi mapami uzgodnień od jednostek branżowych udaje się w teren, aby dokonać wizji lokalnej i stwierdzić czy dane mapy są zgodne co do treści z terenem.

Po przeprowadzeniu wizji w terenie i stwierdzeniu niezgodności mapy zasadniczej z terenem, wykonawca robót geodezyjnych dokonuje pomiaru uzupełniającego tych elementów, które stanowią ową niezgodność (np. nowo wzniesiony budynek mieszkalny, ogrodzenie trwałe, słup energetyczny) w oparciu o dostarczoną przez Ośrodek Dokumentacji Geodezyjno-Kartograficznej osnowę geodezyjną.

Po pomiarze uzupełniających elementów następuje dokonanie wszystkich potrzebnych obliczeń, w wyniku, których otrzymuje się współrzędne punktów

(X, Y, Z), o które należy uzupełnić mapę zasadniczą. Po otrzymaniu współrzędnych tych punktów, wykonawca prac geodezyjnych kartuje brakujące dane na mapę zasadniczą. Po zakończeniu opracowań kartograficznych, dokonaniu obliczenia powierzchni i sporządzeniu rejestrów zestawia się tzw. operat mapowo-obliczeniowy. Tak sporządzony i skompletowany operat geodezyjny zostaje przekazany do państwowego zasobu geodezyjnego tj. Ośrodka Dokumentacji Geodezyjno-Kartograficznej. Ośrodek Dokumentacji Geodezyjno-Kartograficznej dokonuje aktualizacji treści mapy zasadniczej w danym obszarze na podstawie dokumentów z pomiaru uzupełniającego przyjętego do zasobu od podmiotu geodezyjnego i zaewidencjonowanego pod nr K.E.R.G.

Po dokonaniu zmian w zasobach geodezyjnych, podmiot geodezyjny otrzymuje zaktualizowaną kopię mapy zasadniczej, już nadającą się do celów projektowych.

Na otrzymanych mapach podmiot geodezyjny dokonuje wszystkich ostatecznych opracowań: wnoszenie granic własności, linii rozgraniczających tereny o różnym przeznaczeniu, usytuowanie projektowanych obiektów itd.

Warunkiem niezbędnym, aby proces inwestycyjny przebiegał bez zakłóceń jest kompletność i aktualność państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego.

4. Przegląd dotychczasowych koncepcji aktualizacji danych geodezyjnych na obszarze objętym wpływami eksploatacji górniczej

Problem zastosowania odpowiednich metod aktualizacji danych geodezyjnych wykorzystywanych zarówno w kolejnych pomiarach geodezyjnych, jak i do celów projektowych jest aktualny od wielu lat. Kolejne próby rozwiązania następowały wraz z rozwojem technologii i sprzętu pomiarowego.

4.1. Regionalna dynamiczna osnowa geodezyjna

Podstawową funkcją osnowy geodezyjnej jest konserwacja przyjętego na danym obszarze układu odniesienia i udostępnianie go każdemu geodecie w wybranym przez niego miejscu i czasie, dlatego punkty osnowy muszą spełniać następujące warunki:

- istnieć fizycznie w terenie i to z taką gęstością, by umożliwiały nawiązanie pomiarów wykonywanych dla danego obszaru w ramach zleconego geodecie zadania,
- istnieć w liczbowej przestrzeni kartograficznej, czyli mieć aktualne współrzędne wraz z rzetelnymi charakterystykami dokładnościowymi w obowiązującym układzie odniesienia.

Punkt osnowy geodezyjnej tak długo zasługuje na to miano, jak długo istnieje jako jeden i ten sam punkt w obu układach odniesienia, czyli wówczas, gdy reprezentuje poprawne odwzorowanie obu tych przestrzeni. Taka osnowa umożliwia kontrolę dokładności wszystkich nawiązanych do niej pomiarów.

Współczesne tendencje zastąpienia tradycyjnej formy kartograficznej ewidencji stanu zagospodarowania terenu systemem informatycznym stawiają nowe wymagania dla osnowy. Wartość użytkowa Systemu Informacji o Terenie jest ściśle uzależniona od aktualności zawartych w nim informacji. Dlatego jego sprawne funkcjonowanie wymaga ciągłego pozyskiwania informacji z pomiarów wykonywanych w rejonach, w których stan zagospodarowania zmienia się pod wpływem działalności człowieka. Geometryczną spójność tego zbioru informacyjnego może zapewnić tylko równocześnie aktualizowana osnowa.¹⁹

Natężenie wpływów deformacji powierzchni na terenie województwa śląskiego jest zróżnicowane ze względu na rejony występowania, a także ich intensywność.

¹⁹ Nowak E., Preuss R.: *Regionalna Dynamiczna Osnowa Geodezyjna* – wyniki prac doświadczalnych i pilotowych. Terra Cognoscenda 8/93 Biuletyn GSIT

Na skutek stale deformującej się powierzchni osnowa geodezyjna pozioma i wysokościowa na znacznym obszarze Śląska praktycznie nie istnieje, co stwarza problemy podczas wykonywania prac geodezyjnych, a jej ustawiczne aktualizowanie wymaga dużych nakładów finansowych.

W celu stworzenia warunków utrzymania w stałej aktualności osnowy geodezyjnej w województwie katowickim, dyrektor Wydziału Geodezji Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach, dr inż. Jan Śliwka, podjął we wrześniu 1990 roku inicjatywę wykonania pracy naukowo-badawczej związanej z opracowaniem regionalnej, dynamicznej osnowy geodezyjnej jako postawy Górnośląskiego Systemu Informacji o Terenie.²⁰

System dynamicznej osnowy geodezyjnej miał mieć za zadanie śledzenie aktualnych pozycji punktów geodezyjnych w przestrzeni trójwymiarowej XYH . W tym celu należało go wyposażyć w sprawny aparat inwentaryzacji bieżących pozycji punktów metodami geodezyjnymi. W celu uchwycenia ruchu niezbędne jest posiadanie i konserwowanie stałego układu współrzędnych XYH . Istotą osnowy dynamicznej jest łączne rozpatrywanie ruchu górotworu, powodowanego prowadzoną eksploatacją oraz wykonywanych pomiarów geodezyjnych.

W ramach prowadzonych prac naukowo-badawczych stworzono Informatyczny System Dynamicznej Osnowy Geodezyjnej (ISDOG). Zadaniem tego systemu miało być dostarczanie aktualnych pozycji XYH punktów trójwymiarowej osnowy geodezyjnej na dowolny moment czasowy. Geodezyjną osnowę dynamiczną realizował system informatyczny, dostarczający prognoz pozycji punktów oraz ich błędów, na podstawie modeli trajektorii ich ruchów wynikających z postępów eksploatacji górniczej, weryfikowanych okresowymi i bieżącymi obserwacjami geodezyjnymi, wykonywanymi technologią GPS, fotogrametrią lotniczą i technologią tradycyjną. Kluczowymi dla systemu problemami były:

²⁰ Łabanowicz H.: *Regionalna Dynamiczna Osnowa Geodezyjna Województwa Katowickiego*. Terra Cognoscenda 2/1991 Biuletyn GSIT

- właściwe potraktowanie czynnika czasu, a w szczególności rejestracja czasu pozyskania każdej informacji, zarówno pomiarowej jak i eksploatacyjnej,
- integracja wyników pomiarów i prognozowania w procesie wzajemnej weryfikacji.

Dynamiczną podstawą geodezyjną²¹ nazywamy zbiór punktów, dla którego posiadamy informację o położeniu przestrzennym w określonym przedziale czasu – w czasie przeszłym położenie wyznacza interpolacja między pozycjami inwentaryzowanymi technikami geodezyjnymi, a w czasie przyszłym prognozowanie na podstawie rejestracji przyczyny ruchu.

Składające się na podstawę dynamiczną sieci kontrolne tworzą strukturę hierarchiczną, w której rzadkie sieci dostarczają punktów odniesienia sieciom dogęszczającym niższego rzędu. Wyróżniano sieci: bazową, wypełniającą i zagęszczającą. Inwentaryzacja geodezyjno-górnicza składała się z następujących inwentaryzacji:

- inwentaryzacji geodezyjnej właściwej,
- inwentaryzacji górniczej.

Inwentaryzacja górnicza wymaga:

- zebrania danych o dokonanej i projektowanej eksploatacji górniczej,
- rozpoznania dotychczasowych wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię,
- ustalenia prognozy wpływów projektowanej eksploatacji na powierzchnię z uwzględnieniem: prędkości deformacji w okresie wykonywanych pomiarów geodezyjnych, ustalenia stref obszarów objętych wpływami eksploatacji górniczej i stref wolnych od jej wpływów.

Jak wynika z powyższego bardzo ogólnego przeglądu informacji o podstawie dynamicznej, geodezyjną podstawą dynamiczną nie jest żaden z rodzajów pomiarów, żadna z sieci założonych dla potrzeb ISDOG, ale ciągle

²¹ Nowak E., Preuss R.: *Zastosowanie fotogrametrii do inwentaryzacji terenów objętych eksploatacją górniczą*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Budownictwo z. 82, Gliwice 1996

przetwarzany przez „System” zbiór gromadzonych informacji pomiarowych i o eksploatacji górniczej.

Zewnętrzną materializacją działania „Systemu” są wygenerowane na żądany moment współrzędne wskazanego punktu geodezyjnego wraz z ich błędami średnimi, pochodzącymi z pozycji prognozowanej.²²

Dla wdrożenia ISDOG do praktyki wydzielono na terenie województwa dwa obiekty doświadczalne. Pierwszy na terenie Rybnickiego Okręgu Węglowego pod nazwą ROW „Wodzisław”, drugi zlokalizowano na terenie Bytomia i Rudy Śląskiej o nazwie GOP-Bytom-Ruda Śląska.

Wdrożenie ISDOG spowodowałoby nie tylko odtworzenie i pełną dostępność do nawiązywania pomiarów do osnowy geodezyjnej poziomej i wysokościowej w całym województwie, bez względu na ruchy deformacyjne powierzchni spowodowane eksploatacją górniczą. Pozwoliłoby również na uzyskanie informacji o wpływach eksploatacji górniczej na powierzchni w dowolnej epoce i obszarze województwa.

System Dynamicznej Osnowy Geodezyjnej byłby pionierskim i nowatorskim rozwiązaniem nie mającym wzorców światowych na tak dużą skalę, stanowiłby również poważne osiągnięcie naukowe powstałe we współpracy nauki z praktyką geodezyjną.

Mimo rozlicznych korzyści, jakie można byłoby uzyskać w różnych branżach ISDOG nie został wdrożony w praktyce.

4.2. System informacji o terenie górniczym²³

W Katedrze Ochrony Terenów Górniczych AGH został opracowany System Informacji o Terenie Górniczym SIOTG. System ten miał na celu praktyczną realizację systemu baz danych obejmujących dotychczasowe i przewidywane skutki podziemnej eksploatacji górniczej w obiektach. Zakres i funkcjo-

²² *Projekt techniczny regionalnej, dynamicznej osnowy geodezyjnej dla obszaru województwa Katowickiego. "EXPERT" sp. z o. o. Katowice 1991*

²³ Piwowarski W., Krawczyk A.: *Koncepcja geoprzestrzennego Systemu Informacji o Terenie Górniczym*. Praca finansowana ze środków KBN. Badania Statutowe. KOTG AGH, Kraków 1994

nalność systemu pozwalała na optymalizowanie wybierania złoża oraz na rozwiązywanie zagadnień z zakresu inżynierii środowiska i ochrony obiektów budowlanych na terenach górniczych.

Po stworzeniu schematu ideowego systemu realizowano dwa z jego najważniejszych pakietów: moduł KARTOTEKA oraz SZKODA GÓRNICZA. W ramach systemu istniało oprogramowanie do prognozowania deformacji powierzchni terenu w środowisku tego typu.

Moduł KARTOTEKA to baza danych o obiektach. Obiekty na terenach górniczych zostały podzielone ze względu na przeznaczenie i rozmiary na trzy grupy:

- budynki,
- obiekty liniowe,
- obiekty specjalne.

Dane administracyjne obiektów i dane techniczne zostały zapisane w tabelach.

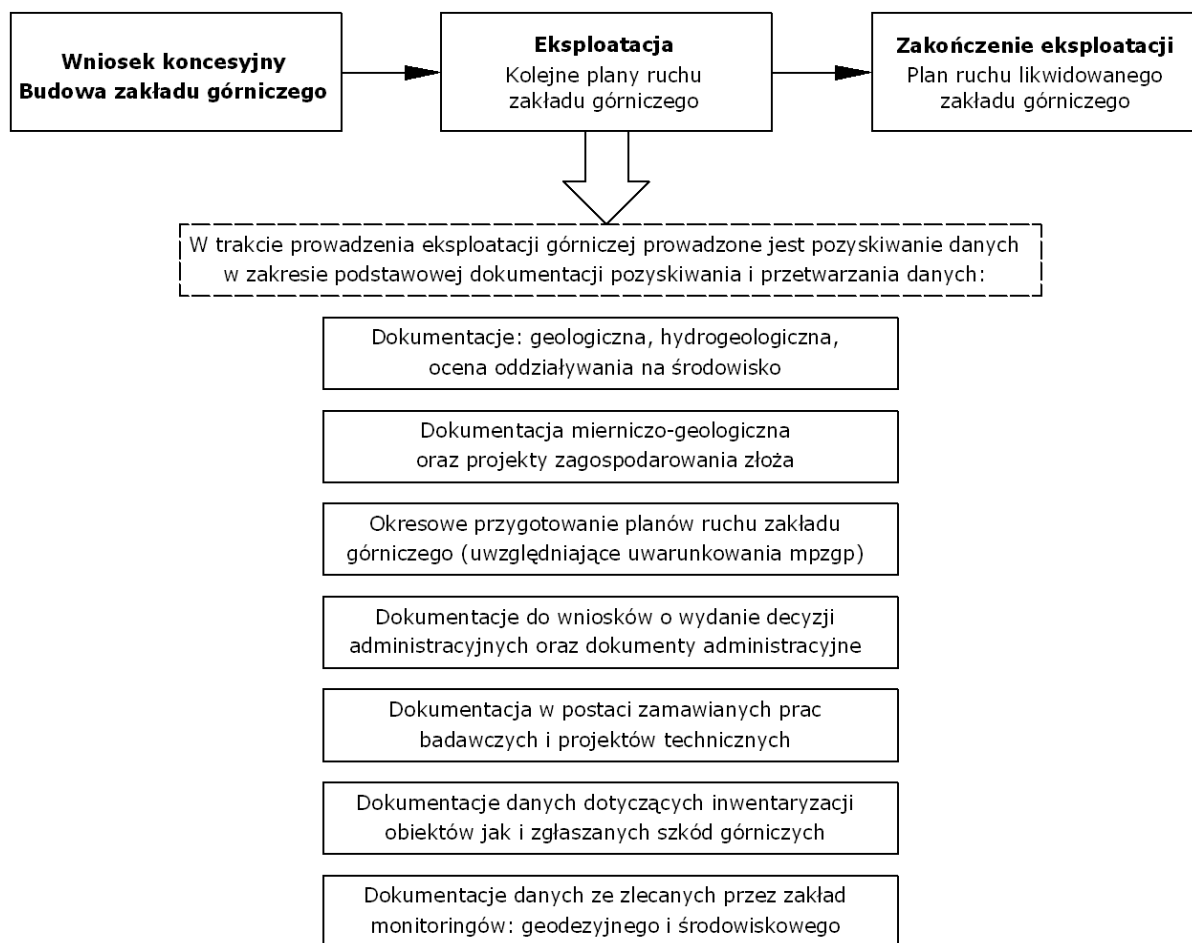
Moduł SZKODA w swej bazie danych zawiera 4 zbiory informacji:

- ewidencję zgłoszenia szkody górniczej,
- formalno-prawne kwalifikacje szkody górniczej,
- dokumentację techniczną usunięcia szkody górniczej,
- dokumentację finansową związaną z usuwaniem szkody górniczej.

Oprogramowanie umożliwiające wykonanie prognoz deformacji powierzchni terenu i górotworu oparte zostało na teorii Budryka-Knotheo prognozowania wpływów eksploatacji górniczej.

W 1994 roku na AGH została wykonana praca dyplomowa²⁴, w której dokonano analizy możliwości zastosowania systemów GIS (Geographical Information Systems) do rozwiązywania problematyki z zakresu inżynierii środowiska na terenach górniczych.

²⁴ Krawczyk A.: *System Informacji o terenach przekształconych działalnością przemysłową w rejonie Olkusza*. Praca dyplomowa. AGH Kraków 1994



Rys. 4.1. Schemat Systemu Informacji o Terenie Górniczym²⁵

W 1997 roku podjęto prace nad integracją stworzonego SIOTG z systemem GIS. Pierwszą próbę realizacji tej koncepcji podjęto na obiekcie BRZEZINY²⁶. System został zbudowany z kilku podstawowych warstw informacyjnych. Mapę terenu reprezentuje plik rastrowy zeskanowanej mapy zasadniczej, mapa eksploatacji podziemnej została zdigitalizowana do postaci wektorowej. Wskaźniki deformacji dla tego terenu zostały obliczone w modułach obliczeniowych SOITG a dane zachowane zostały w postaci

²⁵ Piwowarski W., Krawczyk A.: *Koncepcja geoprzestrzennego Systemu Informacji o Terenie Górniczym*. Praca finansowana ze środków KBN. Badania Statutowe. KOTG AGH Kraków 1994

²⁶ Popiołek E. i zespół: *Aktualizacja inwentaryzacji zabudowy kubaturowej powierzchni w Brzezinach Śląskich w granicach terenu górniczego KWK „Andaluzja”*. SIOTG Katowice 1997

plików ASCII. W tym samym czasie została przeprowadzona inwentaryzacja obiektów budowlanych.

Uzyskane dane o obiektach zostały wprowadzone do bazy Kartoteka. Następnie przeprowadzono identyfikację obiektów na mapie poprzez digitalizację obiektów w postaci punktów oraz nadanie im numerów identyfikacyjnych. Kolejnym etapem było stworzenie warstwy informacyjnej obiektu.

Zgromadzone w opisanej strukturze dane umożliwiają wielokontekstowe analizy wybranych zagadnień, dają możliwość rozbudowy systemu w przypadku zmiany rodzaju danych, bądź chęci dokonania integracji z innymi zasobami informacji.

Opracowany i częściowo oprogramowany projekt geoprzestrzennego systemu informacji o terenie górniczym stworzył nową jakość dostępu do danych gromadzonych w zakładzie górniczym dając nieosiągalne dotąd warunki pracy z tym zasobem informacji.

4.3. Pomiary GPS w badaniach deformacji powierzchni terenu GOP

W ostatnich latach pomiary oparte na wykorzystaniu GPS (Global Positioning System) znalazły powszechne zastosowanie. Zalety technologii pomiarów GPS zdecydowały o zastosowaniu tych pomiarów do badania globalnych, regionalnych i lokalnych zjawisk geodezyjnych na obszarach podlegających deformacjom.

Z inicjatywy Głównego Geodety Województwa Katowickiego dr inż. J. Śliwki rozpoczęto realizację obszernego programu prac geodezyjnych mających na celu opracowanie i wprowadzenie kompleksowego systemu informacji przestrzennej na obszarze intensywnej eksploatacji górniczej Górnego Śląska.²⁷ Efektem tych prac miało być uporządkowanie i aktualizacja osnów geodezyjnych, założenie sieci dynamicznych na terenach podlegających szczególnie intensywnym deformacjom wskutek działalności górniczej

²⁷ Śledziński J., Rogowski J.: *Satelitarne pomiary GPS w badaniach deformacji powierzchni terenu Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego*. Terra Cognoscenda 3/91 Biuletyn GSIT

umożliwiających bieżącą analizę zachodzących zmian. W pracach wykorzystano technologie GPS i metodę fotogrametryczną do opracowania map badanych obszarów. Pomiary satelitarne prowadzone były w 1991 roku w okolicach Wodzisławia Śląskiego przez Instytut Geodezji Wyższej i Astronomii Geodezyjnej Politechniki Warszawskiej przy współpracy z firmą „Ekspert” i katowickim Przedsiębiorstwem Geodezyjno-Kartograficznym oraz przez Centralny Ośrodek Geodezji i Kartografii na polu testowym – GOP „Bytom”.²⁸

Pole testowe „Bytom” obejmowało 239 punktów osnowy geodezyjnej poziomej I i II klasy oraz tzw. punkty oporowe dla celów fotogrametrycznych. Obserwacje należało przeprowadzić w możliwie najkrótszym czasie ze względu na niestabilność terenu, co powoduje zmiany współrzędnych punktów osnowy. Ponadto należało również spełnić wymóg dokładności dla tego typu pomiaru, czyli uzyskać średni błąd położenia punktu $m_p < 0,05$ m.

Pomiar wykonano w ciągu 40 dni. Otrzymano przeciętny błąd średni położenia punktu na polu testowym 0,019 m, a przeciętny błąd wysokości (H) 0,025 m. Porównanie współrzędnych katalogowych punktów I i II klasy ze współrzędnymi otrzymanymi z pomiaru GPS wykazało znaczne przemieszczenia punktów podlegających wpływom eksploatacji górniczej. Stwierdzono również bardzo dużą dokładność tego typu pomiarów i jej przydatność na terenach podlegających wpływom eksploatacji górniczej oraz wysoką efektywność i ekonomiczność tej technologii.

Prace przy tworzeniu kompleksowego systemu informacji przestrzennej nie zostały jak dotąd rozszerzone poza zasięg pól testowych.

²⁸ Wereszczański L., Kozakiewicz W.: *Relacja z prac wykonanych techniką GPS na terenie województwa katowickiego*. Terra Cognoscenda 3/91 Biuletyn GSIT

4.4. Badanie obniżeń terenu za pomocą satelitarnej interferometrii radarowej

Pozyskiwanie danych tą metodą polega na przetwarzaniu różnic fazowych dwóch obrazów satelitarnych, w wyniku czego uzyskujemy z nich jeden obraz interferometryczny. Otrzymany obraz pozwala na obserwację zmian wysokości powierzchni terenu.

Badania tą metodą w Polsce podjęto w 1997 roku na terenie GOP, a następnie na obszarze LGOM (Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego)²⁹. Na obszarze badań LGOM znajduje się 7 obszarów górniczych o łącznej powierzchni około 400 km². Eksploatacja prowadzona od początku lat 60-tych, spowodowała powstanie niecek obniżeniowych terenu wywołanych eksploatacją górnictwem i odwodnieniem górotworu.

Wielkości obniżeń na terenie LGOM osiągają średnie wartości od 2000 mm do 2600 mm, zaś maksymalnie 3380 mm.³⁰

Przy eksploatacji zawałowej obniżenia wyznaczane metodami geodezyjnymi wskazują, że prędkość ich ujawniania się nie przekracza 1,25 mm/dobę³¹.

Na obniżenia spowodowane eksploatacją rudy miedzi nakładają się również zmiany wysokościowe powierzchni terenu spowodowane tworzeniem się wielkopowierzchniowej niecki odwodnieniowej. Maksymalna prędkość narastania takich obniżeń nie przekroczyła 30 mm/rok.

W ramach prowadzonych badań na terenie LGOM³² zgromadzono dane o prowadzonej eksploatacji w latach 1960-1994, oraz mapy powierzchni terenu w skali 1 : 10000. Na podstawie średnich wielkości i prędkości powstawania obniżeń terenu przyjęto bazę czasową 2 miesiące. Do analizy w

²⁹ Krawczyk A., Perski Z.: *Zastosowanie satelitarnej interferometrii radarowej na terenach eksploatacji rud miedzi w LGOM*. Mat. XI Kongresu ISM Kraków 2000

³⁰ Popiołek E.: *Analiza rozwoju wielkopowierzchniowej niecki obniżeniowej terenu na obszarze LGOM w oparciu o wyniki obserwacji geodezyjnych od początku eksploatacji do 31.12.1997 wywołanej odwodnieniem warstw trzeciorzędowych i czwartorzędowych*. AGH Kraków 1998, praca niepublikowana

³¹ Ostrowski J. i inni.: *Dynamika ujawniania się bezpośrednich wpływów dokonanej eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu*. O/ZG Rudna, AGH Kraków 1997

³² Krawczyk A., Perski Z.: *Zastosowanie satelitarnej interferometrii radarowej na terenach eksploatacji rud miedzi w LGOM*. Mat. XI Kongresu ISM Kraków 2000

ramach tego opracowania przyjęto dwa radarogramy ERS SAR spełniające kryteria:

- interferometryczna odległość bazowa nie większa niż 100 m,
- baza czasowa 60 dni,
- warunki meteorologiczne bez opadów i pokrywy śnieżnej.

Radarogramy zostały wykonane podczas fazy D misji satelity ERS-1 tzw. second ice phase. Satelita pracował w trydzieńowym cyklu sekwencyjnym.

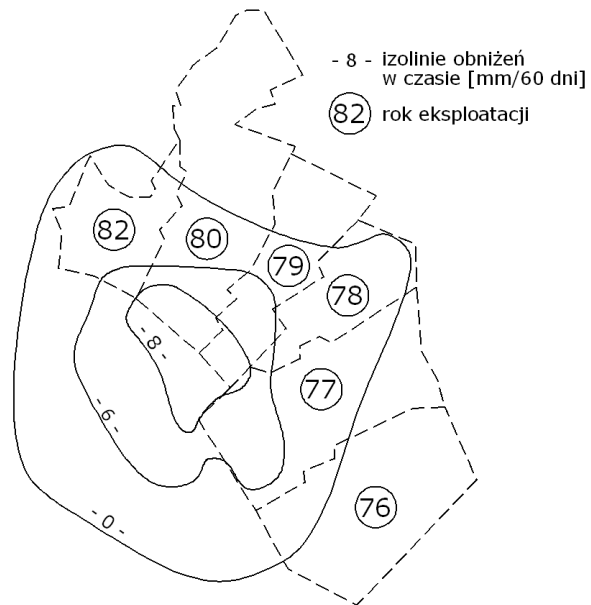
Otrzymane radarogramy jak i interferogram zostały zaimportowane do środowiska Systemu Informacji o Terenie Górniczym³³ w celu dokonania interpretacji danych.

W wyniku przeprowadzonych analiz zlokalizowano 26 dynamicznych skłonów niecek obniżeniowych, oraz dokonano analizy korelacji występowania niecek obniżeniowych z parcelami eksploatacji. Rys. 4.2. i 4.3. zaczerpnięto z opracowania omawianych badań.

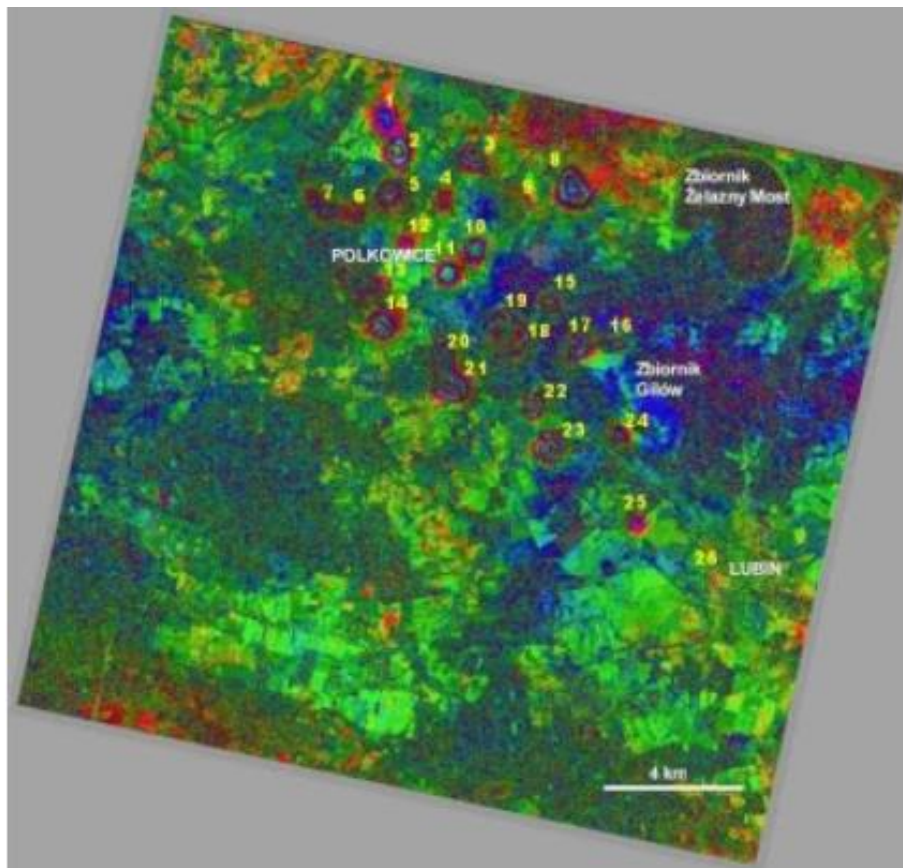
Z przeprowadzonych badań w LGOM wynikają następujące wnioski:

- metodę tę można stosować jako niegeodezyjną technikę pomiarów deformacji ciągłych terenu wywołanych eksploatacją górnictwem,
- wykorzystywać tę metodę do pozyskiwania informacji o rejonie występowania obniżeń, ich zasięgu oraz wielkości,
- radarowe obrazy satelitarne stosować do monitorowania prowadzonej eksploatacji,
- można wykorzystywać możliwość uzyskania stosunkowo wysokiej częstotliwości wykonywania pomiarów obniżeń, co umożliwia prowadzenie monitoringu tempa przyrostu obniżeń,
- metoda daje małą dokładność pomiarów poziomych, co powoduje trudności z prawidłowym wpasowaniem interferometrów w lokalny układ współrzędnych.

³³ Piwowarski W., Krawczyk A.: *Koncepcja Geoprzestrzennego Systemu Informacji o Terenie Górniczym*. Materiały V Konferencji – Dni Miernictwa Górniczego i Ochrony Terenów Górniczych. Szczyrk 1999



Rys.4.2. Niecka obniżeniowa nr 12³⁴



Rys. 4.3. Liczba i rozmieszczenie dynamicznych niecek obniżeniowych³⁵

³⁴ Krawczyk A., Perski Z.: *Zastosowanie satelitarnej interferometrii radarowej na terenach eksploatacji rud miedzi w LGOM*. Mat. XI Kongresu ISM Kraków 2000

4.5. Monitoring osiadań terenu pod wpływem eksploatacji podziemnej węgla kamiennego metodą InSAR

W ramach międzynarodowego projektu³⁶ Europejskiej Agencji Kosmicznej: ESA AO3-127: INSAR FOR LAND SUBSIDENCE MONITORING IN THE UPPER SILESIAN COAL MINING REGION, POLAND prowadzone są badania, których celem jest monitorowanie osiadań terenu wywołanych podziemną eksploatacją węgla, a następnie opracowanie metodyki i zasad analizy interferogramów dla określania osiadań. Po zawarciu porozumienia o współpracy w zakresie prac naukowo-badawczych dotyczących monitorowania osiadań terenu pod wpływem eksploatacji górniczej, od czerwca 2000 prace te wspierane są przez Urząd Marszałkowski Województwa Śląskiego. Projekt ten wykorzystuje innowacyjną technikę pomiarową, jaką jest interferometria radarowa, pozwalająca na rejestrację przyrostów osiadań w określonym czasie i tym samym przedziale czasu dla całego obszaru Śląska – Rys. 4.4.

W opracowaniu wykorzystano obrazy radarowe typu SAR z satelitów serii ERS Europejskiej Agencji Kosmicznej ESA, obejmujące obszar 100x100 km. Dzięki dużemu zasięgowi zdjęć SAR możliwe było po raz pierwszy przeprowadzenie pełnej regionalnej analizy deformacji terenu obejmującej cały obszar GZW (6000 km²). Satelitarna interferometria radarowa wykorzystując dwa obrazy SAR dla tego samego obszaru wykonane w różnym czasie pozwala wykryć osiadania terenu.

Wyznaczanie deformacji terenu GZW za pomocą techniki InSAR opiera się na interferometrii nalotów powtarzalnych RPI-SAR z użyciem metod procesu obróbki dwóch i czterech cykli. Ogółem przeprowadzono dotychczas 34 kompletne procesy przetwarzania cyfrowych zapisów zobrazowań ERS SAR. W 30 przypadkach przetworzenie danych posłużyło wykrywaniu osiadań, w czterech, wytworzeniu numerycznego modelu terenu DTM obszaru badań.

³⁵ Krawczyk A., Perski Z.: *Zastosowanie satelitarnej interferometrii radarowej na terenach eksploatacji rud miedzi w LGOM*. Mat. XI Kongresu ISM Kraków 2000

³⁶ Perski Z.: *Monitoring osiadań terenu pod wpływem eksploatacji podziemnej węgla kamiennego metodą InSAR*. Projekt Europejskiej Agencji Kosmicznej: ESA AO3-127



Rys. 4.4. Regionalna interferometryczna charakterystyka procesu osiadania terenu GZW³⁷

Całość interferometrycznego przetwarzania danych jak również ich interpretacji prowadzi się w Katedrze Geologii Podstawowej Uniwersytetu Śląskiego. Otrzymane w wyniku analiz dane i interpretacje wykazały pełną zgodność obrazu prążków interferometrycznych z przebiegiem eksploatacji górniczej oraz wykazały, że obraz interferometryczny umożliwia również dokonywanie interesujących analiz zależności przebiegu procesu osiadania od czynników geologicznych.

Przeprowadzone szczegółowe badania interferogramów GZW dowiodły, że obraz prążków ściśle odpowiada obszarom występowania dużych prędkości osiadania terenu w wyniku podziemnej eksploatacji węgla a tym samym identyfikuje obszary, na których mogą występować tzw. szkody górnicze. Z przedstawionego obrazu można w prosty sposób odczytać, że wydobywanie prowadzi się: na obszarze Siodła Głównego w obrębie równoleżnikowego pasa Bielszowice – Halemba – Katowice – Murcki – Tychy, oraz na obszarze

³⁷ j.w

południowego i północnego skrzydła Niecki Bytomskiej w pasie: Gliwice – Bytom – Piekary Śląskie – Dąbrowa Górnicza. W rejonie ROW jest to obszar: Rybnik – Rydułtowy – Wodzisław – Żory.

4.6. Aktywna Sieć Geodezyjna ASG-PL

Aktywna Sieć Geodezyjna ASG-PL (obecnie już ASG-EUPOS) była przedsięwzięciem zrealizowanym na mocy Porozumienia pomiędzy Głównym Geodetą Kraju, Województwem Śląskim oraz Wojewodą Śląskim. W wyniku podjętych działań, w dniu 24 maja 2001r. doszło do podpisania trójstronnego Porozumienia w sprawie realizacji wspólnego przedsięwzięcia polegającego na założeniu dla obszaru województwa śląskiego Aktywnej Sieci Geodezyjnej ASG-PL. Prace nabrały rzeczywistego wymiaru w drugiej połowie 2001 roku. Zgodnie z postawionymi na wstępie założeniami, projekt techniczny, miał pogodzić w swoim opracowaniu ideę sieci wielofunkcyjnej oraz precyzyjne wytyczne zlecającego dotyczące ograniczenia w pierwszej fazie funkcjonalności systemu do postprocesingu. Rozwiązaniem była koncepcja samodzielnej sieci opracowanej w tzw. technologii otwartej, umożliwiającej łatwe dobudowanie segmentu przetwarzania danych w czasie rzeczywistym dla technologii RTK. Pozwolić to miało na uniknięcie w przyszłości dużych nakładów finansowych spowodowanych szybkimi zmianami technologicznymi.³⁸

Dzięki wykorzystaniu najnowszych osiągnięć satelitarnego systemu NAVSTAR GPS, system ASG-PL umożliwia w trybie postprocesingu na precyzyjne wyznaczenie współrzędnych (XYZ) punktów położonych w zasięgu działania stacji referencyjnych GPS. To pierwsze przedsięwzięcie o takim zasięgu w Polsce. W swojej idei wykorzystuje doświadczenia istniejących na świecie podobnych systemów np. brytyjskiego (Active GPS Network), amerykańskiego (CORS), szwajcarskiego (AGNES), niemieckiego (SAPOS), szwedzkiego (SWEPOS).

Cechy systemu ASG-PL umożliwiają:

³⁸ <http://www.asg-pl.pl>

- zastosowanie standardu otwartego, czyli łatwość rozbudowy systemu poprzez włączanie tylko kolejnych stacji referencyjnych GPS, a co za tym idzie sprowadzenie kosztów rozbudowy systemu do poziomu kosztów związanych z zakupem stacji GPS,
- bardzo wysoki poziom automatyki zarówno w procesie obliczeniowym, komunikacji z użytkownikami, jak również sterowania bezobsługowymi stacjami GPS,
- dostosowanie automatyki obliczeń do pomiarów wykonywanych przez użytkowników systemu wszystkimi typami profesjonalnych odbiorników GPS.

Struktura sieci to trzy podstawowe elementy:

- sieć stacji referencyjnych GPS,
- segment odbiorcy indywidualnego,
- serwis obliczeniowy i www zlokalizowany w Centrum Zarządzania ASG-PL w Katowicach.

Sieć stacji referencyjnych prezentowanych w systemie ASG-PL składa się z dwóch grup: stacje referencyjne w województwie śląskim oraz istniejące w Polsce stacje referencyjne GPS udostępnione w serwisie ASG-PL – Rys. 4.5.

Sieć stacji referencyjnych GPS w województwie śląskim składa się w obecnej chwili z 6 w pełni automatycznych i bezobsługowych stacji GPS zakupionych w ramach realizacji projektu ASG-PL:

- KATO – Katowice, Centrum Zarządzania ASG-PL, WODGiK w Katowicach,
- TARG – Tarnowskie Góry, Powiatowy Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej,
- WODZ – Wodzisław Śląski, Urząd Miejski,
- ZYWI – Żywiec, Starostwo Powiatowe,
- KLOB – Kłobuck, Starostwo Powiatowe,
- LELO – Lelów, Urząd Gminy.



Rys. 4.5. Szkic rozmieszczenia istniejących stacji referencyjnych GPS w Polsce³⁹

Stacje referencyjne wyposażone są w wielofunkcyjne odbiorniki firmy Ashtech typu μZ oraz anteny typu Choke Ring. Na każdej ze stacji odbiornik GPS podłączony jest do lokalnego serwera stacji referencyjnej, umieszczonego w szafie rackowej. Anteny zamontowane są na dachach budynków na filarze obserwacyjnym lub w przypadku dachów stromych na specjalnej konstrukcji z materiałów nierdzewnych. Sposób stabilizacji

³⁹ <http://www.asg-pl.pl>

zapewnia jednoznaczny sposób centrowania i poziomowania anteny. Stacje referencyjne są w pełni automatyczne i sterowane zdalnie z Centrum w Katowicach. Zastosowane oprogramowanie Geodetic Base Station Software (GBSS) oraz Micro Manager zapewnia pełną kontrolę działania stacji, ustawianie i zmianę parametrów, usuwanie ewentualnych awarii. Komunikacja pomiędzy Centrum Zarządzania a stacjami referencyjnymi GPS odbywa się za pomocą transmisji danych w sieci POLPAK zapewniającej szybki i bezpieczny transfer danych obserwacyjnych oraz pełną automatykę sterowania stacją. Każda ze stacji wyposażona jest dodatkowo w łącze ISDN jako łącze awaryjne.

Dane udostępniane w systemie stwarzają dla wszystkich potencjalnych użytkowników taką samą płaszczyznę, do której mogą odnosić swoje pomiary. Zbieranie danych w nietypowym 5 sekundowym trybie na tak dużym obszarze Polski może być źródłem czy inspiracją do różnego rodzaju prac badawczych czy wdrożeniowych, których wyniki mogłyby być wykorzystane w dalszej modyfikacji sieci ASG-PL.⁴⁰

Użytkownicy po wykonaniu pomiaru GPS na punktach terenowych, których współrzędne (x, y, z) mają zostać wyznaczone, przesyłają dane do komputera. Serwis obliczeniowy i www zlokalizowany jest w Centrum Zarządzania ASG-PL. Serwis obliczeniowy oraz www służy do prowadzenia wszystkich prac obliczeniowych związanych zarówno z samo wyznaczeniem pozycji stacji GPS jak i z obsługą danych przesłanych przez użytkowników systemu za pomocą strony www.⁴¹ Dzięki zastosowaniu samo wyznaczenia pozycji stacji GPS w dowiązaniu do istniejących polskich stacji permanentnych europejskiej sieci EUREF, stało się możliwe całkowite wyeliminowanie negatywnego wpływu czynników zewnętrznych np. szkód górniczych na działanie sieci ASG-PL oraz uzyskanie jednorodnego, niezmiennego układu odniesienia dla wszystkich pomiarów.

⁴⁰ *Projekt założeń pomiarów, przygotowania danych do obliczeń oraz prezentacji wyników Aktywnej Sieci Geodezyjnej ASG-PL.* Materiał opracowany przez Centrum ASG-PL

⁴¹ Wawrzyn J., Antosiewicz M.: Aktywna Sieć Geodezyjna ASG-PL

Wykonany serwis obliczeniowy jest tylko narzędziem obliczeniowym dostosowanym do wykonywania obliczeń, ale jak każdy system musi być zasilany przez dane płynące w tym przypadku ze stacji referencyjnych GPS. Dlatego tak istotną sprawą było nawiązanie jak najszerszej współpracy z ośrodkami dysponującymi działającymi już stacjami referencyjnymi GPS. Umożliwiło to stworzenie systemu, pozwalającego na wykorzystanie ASG-PL nie tylko w województwie śląskim, ale i też na terenie całego kraju.⁴² Z tego też względu przy tworzeniu oprogramowania przyjęto roboczy podział na 6 stref obliczeniowych, w których proces obliczeniowy możliwy jest do wykonywania w cyklu godzinnym lub dobowym.

Strona www służy do komunikacji z systemem zarówno z poziomu Użytkownika jak i z poziomu obsługi Centrum Zarządzania ASG-PL. Serwis podzielony jest na trzy części: ogólnodostępną część publiczną, część publiczną zastrzeżoną, dostępną po uzyskaniu loginu i hasła.

Sieć ASG-PL została włączona do ASG-EUPOS 30 maja 2008 roku.

Reasumując, należy stwierdzić, że wyznaczanie położenia punktów sieci metodami satelitarnymi GPS jest niezależne, nie występuje tu znane w klasycznej geodezji prawo przenoszenia się błędów w sieciach geodezyjnych. ASG może służyć pomocą w przypadkach trudnych, wymagających od geodetów dużego nakładu pracy i środków, stanowi narzędzie kontroli stabilności osnowy istniejącej na danym terenie, a zatem podnosi pewność punktów nawiązania i umożliwia wykorzystanie dodatkowych punktów nawiązania, monitorowanych na bieżąco. System ASG-EUPOS w stanie obecnym ma jedna dość istotną wadę. Sieć jest jednofunkcyjna, pozioma. Nie ma w niej sugerowanych rozwiązań⁴³ dla wyznaczenia osnowy wysokościowej i nie bardzo wiadomo dlaczego, skoro było to przygotowywane już w projekcie ASG-PL.

⁴² Opracowanie Komisji Geodezji Satelitarnej oraz Sekcji Sieci Geodezyjnych PAN dla Głównego Geodety Kraju ze wspólnego posiedzenia komisji w dniu 8. stycznia 2002 roku. Śledziński J.: *EUPOS a sprawa polska*. "Geodeta" nr 2/93, luty 2003

⁴³ Pażus R.: *Integracja osnów i sieci*. "Geodeta" nr 4/2009

Wspomnieć należy o jeszcze jednym problemie, techniki obserwacyjne GPS nie wymagają wzajemnej widoczności obserwowanych punktów. Wymagają natomiast odkrytego nieboskłonu od wysokości 15 stopi od horyzontu, zatem nie zawsze mogą być wykorzystywane na terenach mocno zurbanizowanych i zadrzewionych.

4.7. Wielofunkcyjny system precyzyjnego pozycjonowania satelitarnego ASG/EUPOS na obszarze Polski

Zakładany w Polsce system precyzyjnego pozycjonowania satelitarnego ASG-EUPOS (Rys. 4.6.) jest częścią projektu EUPOS, obejmującego swoim zasięgiem kraje Europy Środkowej i Wschodniej. Projektowany system ASG-EUPOS jest system referencyjnym opartym o sieć naziemnych stacji odbierających sygnały z satelitów GNSS2 (docelowo stacje będą odbierały sygnały z trzech satelitarnych systemów nawigacyjnych: GPS, GLONASS i GALILEO).

System ASG-EUPOS będzie składał się z 86 stacji referencyjnych rozmieszczonych równomiernie na obszarze kraju w odległościach średnio 70 km – Rys. 4.7.



Rys. 4.6. Strona internetowa sieci ASG-EUPOS⁴⁴

⁴⁴ <http://www.asg-eupos.gov.pl>

kwalifikowanych) podlegać będzie refundacji z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

Uruchomienie systemu nastąpiło 2 czerwca 2008 roku.

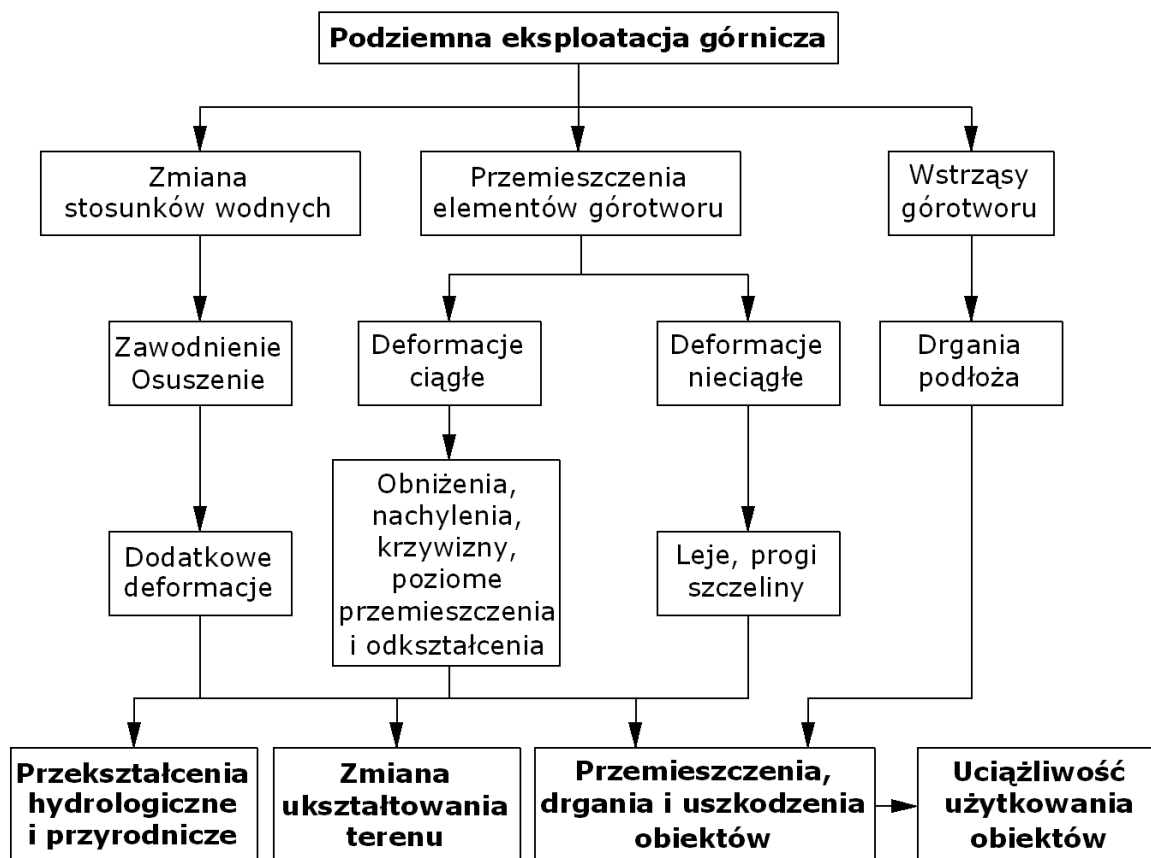
5. Opis wpływów eksploatacji górniczej na powierzchni w szczególności kształtowania się przemieszczeń i obniżeń powierzchni

5.1. Powstawanie deformacji i ich rodzaje

Podziemna eksploatacja górnicza powoduje powstanie w górotworze pustek, które są zaciskane w wyniku działania grawitacji. W przypadku eksploatacji z zawałem stropu skały położone bezpośrednio nad wybraną przestrzenią ulegają załamaniu i wypełniają pustkę. Rumosz skalny ma większą objętość niż skała, z której powstał, wobec czego wyżej położone warstwy ulegają ugięciu. Ugięcie jest tym mniejsze im analizowany poziom znajduje się bliżej powierzchni, ale jednocześnie zwiększa się obszar, na którym ono występuje. Warstwy położone nad strefą zawału ulegają ugięciu i spękanom. Te, które są jeszcze wyżej – najczęściej tylko ugięciu.

Ruch nadległych mas skalnych przyczynia się do zmiany warunków geologicznych i hydrogeologicznych. Mogą mu też towarzyszyć wstrząsy górotworu. Efektem tego procesu są zawsze zmiany ukształtowania powierzchni terenu a czasami także przekształcenia hydrologiczne. Te mają z kolei bezpośredni wpływ na elementy zagospodarowania powierzchni; zarówno przyrodnicze (np. zniszczenie szaty roślinnej wskutek osuszenia gleby lub zalania), jak i techniczne (uszkodzenia obiektów budowlanych spowodowane deformacjami podłoża).

Następstwo przyczynowo-skutkowe przekształceń spowodowanych podziemną eksploatacją górniczą zobrazowano schematycznie na Rys. 5.1.



Rys. 5.1. Następstwo przyczynowo-skutkowe przekształceń spowodowanych podziemną eksploatacją górnictw⁴⁶

Niektóre oddziaływania górnicze są bardzo niekorzystne dla pewnych rodzajów obiektów. Dla tych samych elementów zagospodarowania powierzchni inne rodzaje wpływów mogą być obojętne. W przypadku obszarów leśnych i rolnych są nimi wstrząsy górnicze. Najczęściej szkodliwe skutki prowadzenia podziemnej eksploatacji górniczej są obserwowane w obiektach budowlanych.

Podstawowym podziałem deformacji powierzchni z uwagi na sposób ich ujawniania się jest podział na deformacje ciągłe i nieciągłe.

Za *deformacje ciągłe* górotworu i powierzchni przyjmuje się te, gdy nie dochodzi do wyraźnego naruszenia spójności skał lub gruntu, tj. gdy nie pojawiają się szczeliny, progi i spękania. Deformacje ciągłe są to łagodne obniżenia powierzchni terenu w formie niecek obniżeniowych o zasięgu

⁴⁶ Kwiatek J.: *Obiekty budowlane na terenach górniczych*. Wydanie II zmienione i rozszerzone. Główny Instytut Górnictwa. Katowice 2007

znacznie wykraczającym poza kontury eksploatacji. Deformacje te opisuje się wskaźnikami deformacji, do których zalicza się:

- przemieszczenia poziome u ,
- przemieszczenia pionowe, określane powszechnie jako obniżenia w ,
- nachylenia T ,
- krzywizny K , które mogą być dodatnie ($K > 0$) - wypukłe lub ujemne ($K < 0$) - wklęsłe,
- odkształcenia poziome ε , które mogą być dodatnie ($\varepsilon > 0$) o charakterze rozciągania lub ujemne ($\varepsilon < 0$) o charakterze ściskania.

Deformacje nieciągłe to szczeliny, progi, spękania, zapadliska (regularne bądź nieregularne leje), których rozmiary zależą od warunków eksploatacji. Występują głównie przy płytkich eksploatacjach, to jest takich, których głębokość jest zazwyczaj mniejsza od 80 m. Występowanie nieciągłości związane jest głównie z głębokością eksploatacji i z rodzajem skał budujących nadległy górotwór. Deformacje nieciągłe na powierzchni mogą występować również przy dużych głębokościach eksploatacji, głównie na skutek eksploatacji w wielu pokładach lub warstwach doprowadzonych w przybliżeniu do wspólnej pionowej płaszczyzny.

Z uwagi na czas deformacje ciągłe dzieli się na nieustalone i ustalone.

Deformacje nieustalone występują: po rozpoczęciu eksploatacji, w czasie jej trwania i przez pewien czas po zakończeniu eksploatacji. Są to deformacje chwilowe, zależne od czasu. *Deformacje ustalone* występują po ustaniu ruchów górotworu i powierzchni, często są one nazywane końcowymi lub asymptotycznymi. W praktyce występują od kilku miesięcy do kilku lat po zakończeniu eksploatacji.

Podstawowymi wskaźnikami opisującymi wpływ eksploatacji na osnowy geodezyjne są przemieszczenia poziome i pionowe (obniżenia) przypowierzchniowej warstwy górotworu, a na współdziałanie podłoża gruntowego z obiektami budowlanymi pochodne tych wskaźników: odkształcenia poziome, nachylenia i krzywizny terenu.

5.2. Definicje przemieszczeń punktów powierzchni

W prognozowaniu deformacji terenu spowodowanych eksploatacją podziemną najlepiej sprawdzają się modele geometryczne, opisujące wektorowe pole przemieszczeń \vec{U} górotworu traktowanego jako ośrodek ciągły⁴⁷,

$$\vec{U} = [u_x, u_y, u_z] \quad (5.1)$$

gdzie:

xyz - dowolny nieruchomy, lokalny, prawoskrętny kartezjański układ współrzędnych o osi z skierowanej przeciwnie do kierunku działania siły ciężkości,

$$u_x = u_x(x, y, z)$$

$$u_y = u_y(x, y, z)$$

$$u_z = u_z(x, y, z)$$

W teoriach ruchu górotworu oznacza się:

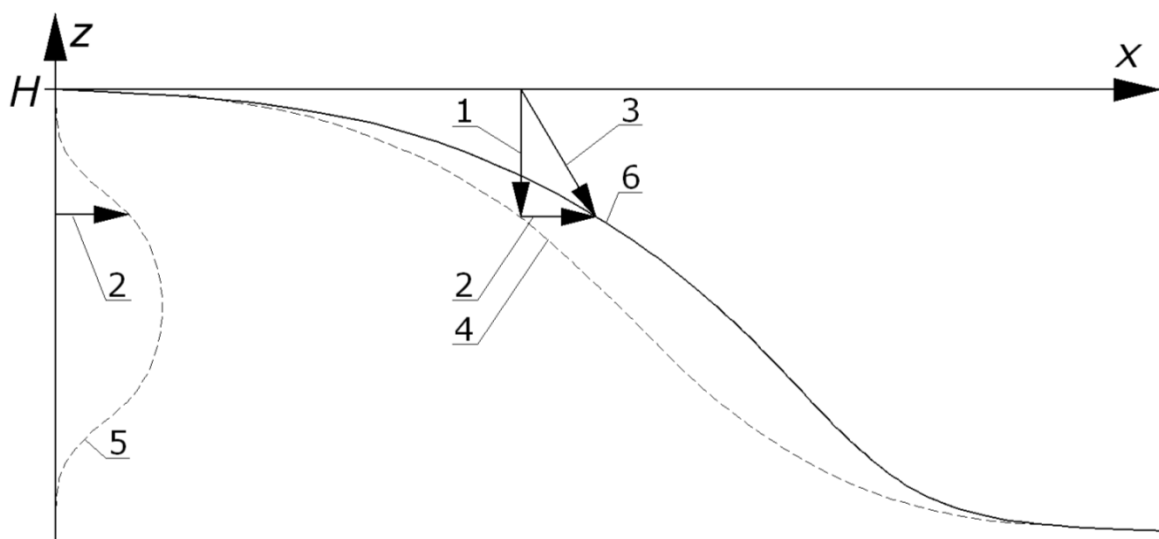
$$u_z = -w = w(x, y, z),$$

gdzie w jest tzw. *obniżeniem* punktu.

Takie pole jest wszędzie ciągłe wraz z pochodnymi dowolnego rzędu i może być w stosunku do niego stosowana geometria różniczkowa.

Na topograficzne zróżnicowanie powierzchni górotworu, czyli *terenu* nakłada się jego przemieszczenie spowodowane działalnością górnictwem. Oba te składniki rozpatruje się oddzielnie, traktując teren jako pierwotnie poziomą płaszczyznę, deformowaną przez wpływy górnicze. Taki zdeformowany teren „odcina” na dowolnej płaszczyźnie pionowej pewną krzywą nazywaną *profilem niecki* złożonym głównie z obniżeń i dlatego jest nazywany *profilem niecki obniżeniowej* (Rys. 5.2). Jest on w pomijalnym stopniu zniekształcony przez - w ogólności niejednakowe - zmiany wzajemnych poziomych odległości punktów profilu. Położenie każdego punktu niecki obniżeniowej charakteryzuje obniżenie w oraz dwuwymiarowy wektor przemieszczenia poziomego o składowych u_x, u_y .

⁴⁷ Kwiatek J. i inni (1997): *Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych*. Katowice, GIG.



Rys. 5.2. Schemat rozkładu wektorów przemieszczeń wzdłuż profilu niecki obniżeniowej nad eksploatacją o kształcie półpłaszczyzny

- 1 - wektor przemieszczenia pionowego $[0, 0, -w]$
- 2 - wektor przemieszczenia poziomego $[u_x, 0, 0]$
- 3 - wektor przemieszczenia wypadkowego $[u_x, 0, -w]$
- 4 - niecka obniżeniowa
- 5 - wypadkowa niecka przemieszczeń
- 6 - wypadkowa niecka przemieszczeń

Uwaga: Skala przemieszczeń i skala odległości x są różne.

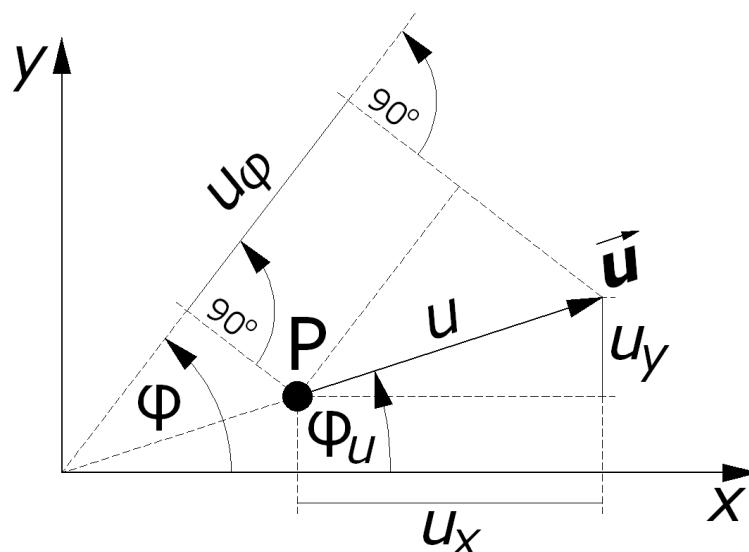
Długość wypadkowego przemieszczenia poziomego dowolnego punktu terenu wynosi zgodnie z rachunkiem wektorowym:

$$u = \sqrt{u_x^2 + u_y^2} \quad (5.2)$$

Azymut φ_u wektora przemieszczenia poziomego określony jest przez równanie:

$$\operatorname{tg} \varphi_u = \frac{u_y}{u_x} \quad (5.3)$$

Azymut określany jest jako kąt skierowany od osi x w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara (Rys. 5.3.).



Rys. 5.3. Składowe kartezjańskie (u_x , u_y) i biegunowe (azymut φ_u , długość u) oraz rzut u_φ dowolnego wektora dwuwymiarowego na wybrany kierunek o azymucie φ , na przykładzie wektora przemieszczenia poziomego \vec{u} ; P – punkt przyłożenia wektora

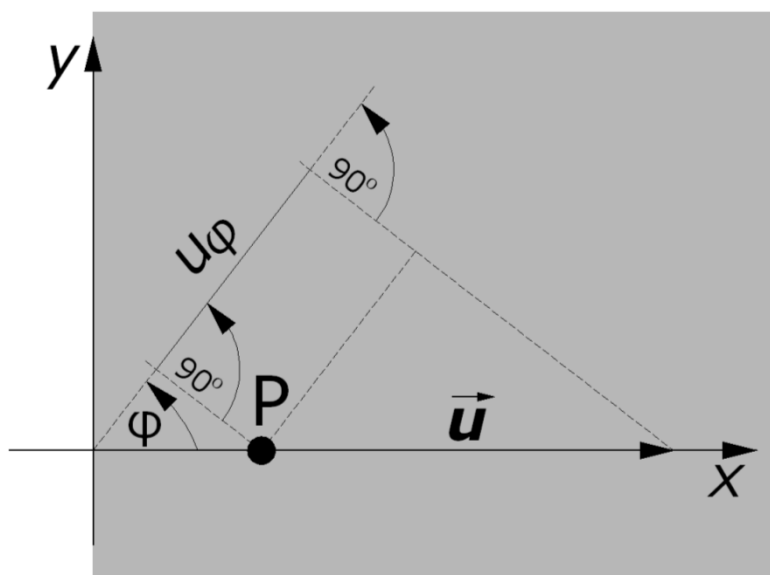
Przemieszczenie poziome w dowolnym kierunku φ jako rzut wektora przemieszczenia poziomego na kierunek φ , wynosi:

$$u_\varphi = u_x \cos\varphi + u_y \sin\varphi \quad (5.4)$$

W szczególnym przypadku eksploatacji o kształcie półpłaszczyzny i krawędzi równoległej do osi y , ponieważ $u_y = 0$, przemieszczenia poziome w kierunku φ wynoszą (Rys. 5.4.):

$$u_\varphi = u_x \cos\varphi \quad (5.5)$$

Spośród różniczkowych elementów profilu niecki obniżeniowej opisujących jej lokalne własności, w praktyce używane są najczęściej *nachylenie* i *krzywizna*. Natomiast lokalne deformacje odległości między dwoma dowolnie blisko siebie położonymi punktami charakteryzowane są *stanem odkształcenia w punkcie*.



Rys. 5.4. Wektor przemieszczenia poziomego w punkcie P oraz jego rzut na kierunek o azymucie φ w przypadku eksploatacji o kształcie półpłaszczyzny - obszar wyeksploatowany przyciemniono

5.3. Określanie przemieszczeń i deformacji na podstawie obserwacji geodezyjnych

Wskaźniki służące do opisu zdeformowanej powierzchni można określać na podstawie tradycyjnych pomiarów geodezyjnych, a także przy wykorzystaniu GPS. Pozwala on na wyznaczanie współrzędnych dowolnego punktu na kuli ziemskiej w układzie współrzędnych geocentrycznych.

Na podstawie obserwacji długościowych, kątowych i wysokościowych określa się współrzędne punktów pomiarowych, a na ich podstawie wszystkie wskaźniki charakteryzujące deformacje. Najczęściej deformacje te wyznacza się wzdłuż linii pomiarowych.

Dla uproszczenia można założyć, że na linii pomiarowej znajduje się n punktów obserwacyjnych rozmieszczonych wzdłuż osi x . Rzędne x_i punktów określone są na podstawie pomiarów współrzędnych, a często tylko długościowych, natomiast ich obniżenia w_i na podstawie pomiarów wysokościowych. Numeracja punktów jest taka, że ciąg x_i dla $i=1,2,\dots,n$ jest monotoniczny.

Nachylenie dowolnego odcinka linii pomiarowej, dla tak uzyskanych obniżeń jest równe:

$$T_{i,i+1} = \frac{w_{i+1} - w_i}{x_{i+1} - x_i} \quad (5.6)$$

gdzie:

$$w_i = H_i^A - H_i^P \quad (5.7)$$

H_i^A - aktualna wysokość i -tego punktu,

H_i^P - wysokość i -tego punktu w czasie pomiaru wyjściowego lub poprzedniego (dla obniżen okresowych).

Dla jednakowych odcinków linii pomiarowej $x_{i+1} - x_i = l$ (odległość między sąsiednimi punktami), krzywiznę profilu niecki obniżeniowej w i -tym punkcie wyznacza się z zależności:

$$K_i = \frac{w_{i-1} - 2w_i + w_{i+1}}{l^2} \quad (5.8)$$

Odształcenie poziome określone dla odcinków (baz pomiarowych) jest równe:

$$\varepsilon_{l,i+1} = \frac{\Delta l}{l^P} = \frac{l^A - l^P}{l^P} \quad (5.9)$$

gdzie:

l^A - aktualna długość bazy pomiarowej,

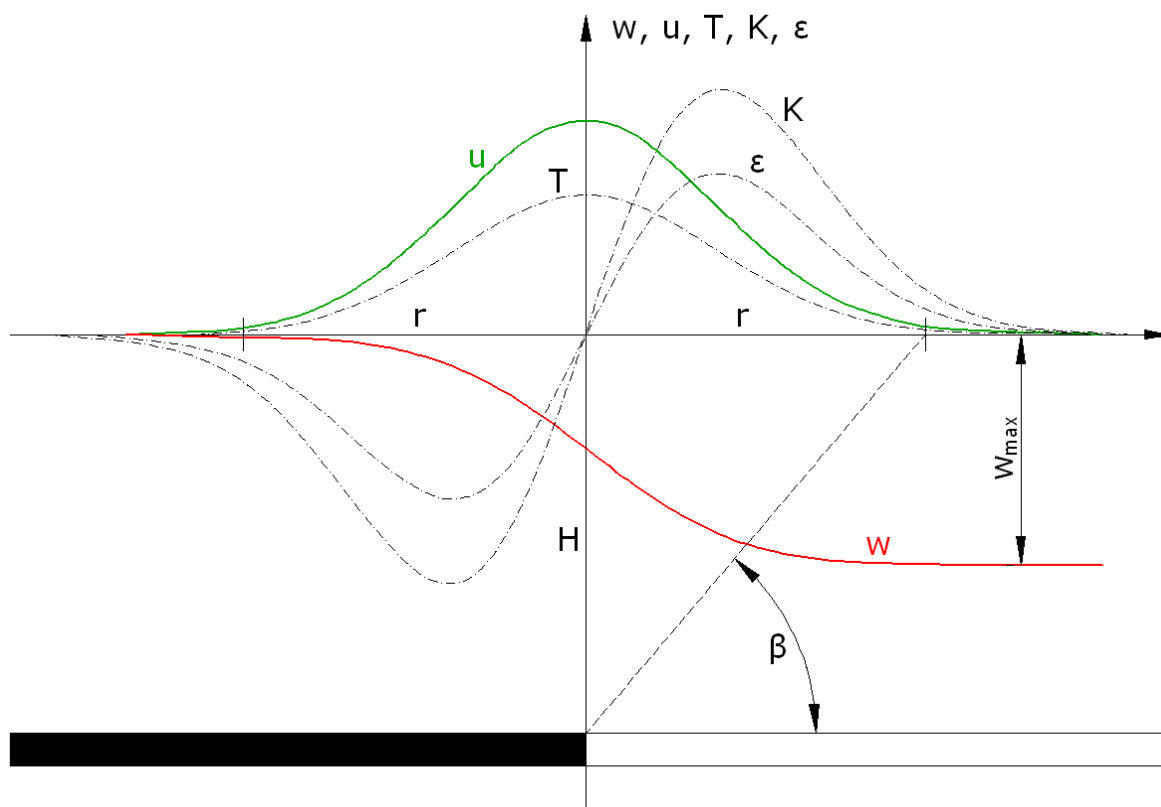
l^P - długość bazy pomiarowej w pomiarze wyjściowym.

Zmianę Δl długości można określić również na podstawie różnicy przemieszczeń w danym kierunku według zależności:

$$\Delta l = u_x(x_{i-1}) - u_x(x_i) \quad (5.10)$$

gdzie:

$u_x(x_i)$ - przemieszczenie poziome w kierunku osi x w punkcie o współrzędnych x_i , określone z różnicy współrzędnych tego punktu między pomiarem aktualnym i pierwotnym.



Rys. 5.5. Wykresy podstawowych wskaźników deformacji powierzchni terenu

5.4. Metody prognozowania deformacji powierzchni

Celem prognozy ciągłych deformacji powierzchni spowodowanych wpływem podziemnej eksploatacji górniczej jest obliczanie wskaźników deformacji w przestrzeni i czasie. W tym celu stosuje się dwie grupy metod, których podstawę stanowią wzory empiryczne bądź wzory będące wynikiem uogólnień i dedukcji.

Prognozowanie deformacji opartych na schematach dedukcyjnych jest bardziej uniwersalne niż przy wykorzystaniu wzorów empirycznych. W niektórych przypadkach wzory empiryczne mogą jednak trafniej oddawać rzeczywisty opis deformacji. Najczęściej dotyczą one lokalnych warunków geologiczno-górniczych, które nie są powtarzalne.

Teorie ruchów górotworu podzielić można na trzy grupy^{48,49}:

⁴⁸ Kwiatek J. i inni: *Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych*. Katowice, GIG 1997

- geometryczno-całkowe opracowane na podstawie geodezyjnych obserwacji przemieszczeń i deformacji powierzchni oraz założeniu odpowiednich funkcji wpływów,
- stochastyczne, traktujące górotwór jako ośrodek nieciągły, mający charakter losowy i podlegający prawom losowym,
- oparte na deterministycznych zasadach mechaniki ośrodków ciągłych, sprężystych, sprężysto-plastycznych oraz reologicznych.

W Polsce najbardziej rozpowszechnione są teorie geometryczno-całkowe *Budryka-Knothego*⁵⁰ i *Kochmańskiego*⁵¹. Ich ponad 40-letnie stosowanie dostarczyło wielu doświadczeń z zakresu prognozowania i zachowania się górotworu, zwłaszcza w zależności od uwarunkowań geologiczno-górnich. Stwierdzenie to odnosi się szczególnie do teorii *Budryka-Knothego*, której stosowanie w ostatnich latach znacznie się rozszerzyło dzięki wprowadzeniu techniki komputerowej do obliczeń.

Teoria *Budryka-Knothego* oparta jest na trzech podstawowych założeniach:

- funkcja wpływów opisująca obniżenia jest funkcją rozkładu normalnego *Gaussa*,
- przemieszczenia poziome są proporcjonalne do nachyleń zgodnie z hipotezą *Awierszyna*,
- ośrodek jest nieściśliwy.

Jest ona szczególnym rozwiązaniem teorii *Litwiniszyna*⁵². Teoria opracowana przez *Litwiniszyna* traktuje górotwór jako ośrodek stochastyczny.

Klasycznym przykładem teorii zaliczanych do trzeciej grupy jest teoria *Sałustowicza*, w której przemieszczenia w niecce obniżeniowej traktowane są analogicznie jak ugięcie warstwy górotworu na sprężystym podłożu. W niektórych warunkach geologiczno-górnich wzory teorii *Sałustowicza*

⁴⁹ Praca zbiorowa: *Ochrona powierzchni przed szkodami górnymi*. Katowice, Wydawnictwo „Śląsk” 1980

⁵⁰ Knothe S.: *Prognozowanie wpływów eksploatacji górniczej*. Katowice, Wydawnictwo „Śląsk” 1984

⁵¹ Kochmański T.: *Obliczenia ruchów punktów górotworu pod wpływem eksploatacji górniczej*. Warszawa, PAN 1956

⁵² Litwiniszyn J.: *Teorie wpływu eksploatacji na powierzchnię wczoraj, dziś i jutro*. Szkoła Eksploatacji Podziemnej '93. Sympozja i Konferencje nr 6. Kraków, PAN 1993

mogą być zastosowane do interpretacji zjawisk osobliwych, jak na przykład wypiętrzenia górotworu.

Do opisu deformacji powierzchni, spowodowanych podziemną eksploatacją górnictwem, wykorzystuje się również wzory empiryczne oparte na licznych geodezyjnych pomiarach tych deformacji.

Najczęściej stosowaną w Polsce teorią jest teoria *Budryka-Knothego*, która z wystarczającą dla praktyki dokładnością umożliwia przewidywanie deformacji. Istotnym argumentem, który uzasadnia powszechność jej stosowania jest jej związek z klasyfikacją terenów górniczych⁵³.

5.5. Klasyfikacja terenów górniczych

Stopień zagrożenia terenu górniczego deformacjami można określać podając:

- wartości wskaźników deformacji terenu,
- kategorie deformacji terenu,
- kategorie terenu górniczego.

Obowiązujące obecnie zasady klasyfikacji terenów górniczych są wzorowane na klasyfikacji podanej przez *Budryka* i *Knothego* w 1956 roku⁵⁴. Najczęściej stosuje się podział stopni zagrożenia powierzchni podając kategorie terenu górniczego, którą określają łącznie trzy wskaźniki deformacji, tj.: nachylenie, poziome odkształcenie i krzywiznę terenu (tablica 5.1.), przy czym daną kategorię determinuje wskaźnik kwalifikujący teren do najwyższej kategorii.

W przypadku stosowania podziału według kategorii deformacji teren górniczy można scharakteryzować określając przykładowo: IIT, IIK, III ϵ , co oznacza, iż jest on określony deformacjami II kategorii ze względu na nachylenia, II kategorii ze względu na krzywizny terenu oraz III kategorii ze względu na odkształcenia poziome.

⁵³ Praca zbiorowa: *Ochrona powierzchni przed szkodami górniczymi*. Katowice, Wydawnictwo „Śląsk” 1980

⁵⁴ Kwiatek J. i inni: *Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych*. Katowice, GIG 1997

Znowelizowane kategorie terenu górniczego⁵⁵

Tablica 5.1.

Kategoria	Wartości wskaźników deformacji		
	nachylenie	promień Krzywizny	odkształcenie poziome
	[mm/m]	[km]	[mm/m]
0	$T \leq 0,5$	$ R \geq 40$	$ \varepsilon \leq 0,3$
I	$0,5 < T \leq 2,5$	$40 > R \geq 20$	$0,3 < \varepsilon \leq 1,5$
II	$2,5 < T \leq 5$	$20 > R \geq 12$	$1,5 < \varepsilon \leq 3$
III	$5 < T \leq 10$	$12 > R \geq 6$	$3 < \varepsilon \leq 6$
IV	$10 < T \leq 15$	$6 > R \geq 4$	$6 < \varepsilon \leq 9$
V	$15 < T$	$ R < 4$	$ \varepsilon > 9$

6. Prognozowanie przemieszczeń punktów na powierzchni

6.1. Deformacje spowodowane eksploatacją o dowolnym kształcie

Najczęściej stosowaną w Polsce jest teoria *Budryka-Knothego*. Pozwala ona na przewidywanie deformacji z wystarczającą dla praktyki dokładnością. Stosowane są również jej modyfikacje lub odmiany do prognozowania przy zastosowaniu metod komputerowych na przykład opracowanych przez: *J. Białka*⁵⁶, *E. Jędrzejca*⁵⁷, a także dla metody obliczeniowej T. Niemca⁵⁸ - program *EXPLON*.

Przez teorię *Budryka-Knothego* rozumie się jej postać, w której funkcją wpływów jest funkcja rozkładu normalnego *Gaussa*. W pierwszych

⁵⁵ Kwiatek J.: *Obiekty budowlane na terenach górniczych*. Katowice, GIG 2007

⁵⁶ Białek J.: *Algorytmy i programy komputerowe do prognozowania deformacji terenu górniczego*. Monografia. Gliwice, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2003

⁵⁷ Jędrzejec E.: *32-bitowa aplikacja Szkoły 4.0 do prognozowania poeksploatacyjnych deformacji górotworu*. Prace Naukowe GIG 2002. Seria Konferencje Nr 41. Problemy ochrony terenów górniczych, s. 193-200

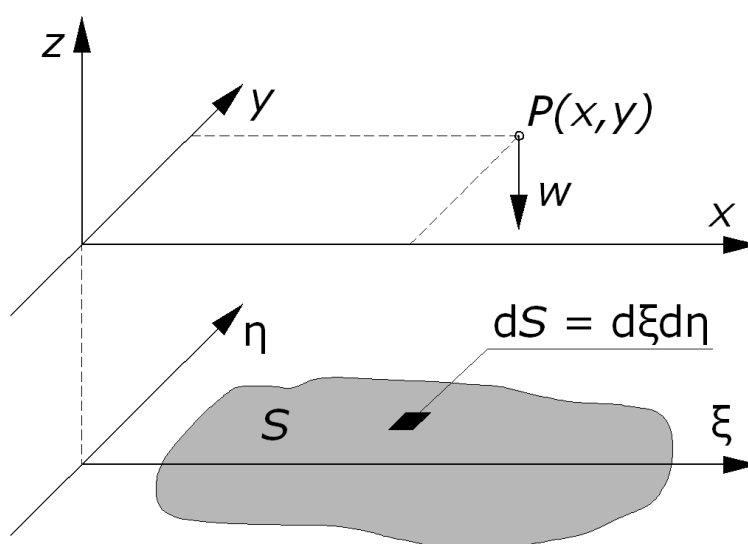
⁵⁸ *Instrukcja obsługi programu Explon* – załącznik 5.

rozwiązaniach *S. Knothe*⁵⁹ stosował uproszczenie, rozkład trójkątny, co było podyktowane brakiem odpowiednich narzędzi obliczeniowych (komputery).

Do opisu pola przemieszczeń w teorii *Budryka-Knothego* przyjmuje się zwykle dwa kartezjańskie, prawoskrętne i poziome układy współrzędnych:

- układ $\xi\eta$ związany z eksploatowanym pokładem,
- układ xy związany z dowolnym punktem obliczeniowym $P(x,y)$.

Oba układy są geometrycznie tożsame, a ich rozróżnienie podyktowane jest wymogami opisu matematycznego. W celu lepszej ich prezentacji, przedstawiono je na Rys.6.1.



Rys. 6.1. Układy współrzędnych przyjęte do opisu deformacji terenu

Ustalone obniżenie punktu $P(x,y)$ spowodowane eksploatacją poziomego pokładu w obszarze S , według teorii *Budryka-Knothego* wynosi:

$$w(x, y) = \frac{w_{max}}{r^2} \iint_S \exp\left[-\frac{\pi}{r^2}[(\xi - x)^2 + (\eta - y)^2]\right] d\xi d\eta \quad (6.1)$$

gdzie:

w_{max} - największe możliwe obniżenie terenu:

$$w_{max} = a g \quad (6.2)$$

⁵⁹ Knothe S.: *Równanie profilu ostatecznie wykształconej niecki osiadania*. Archiwum Górnictwa i Hutnictwa t. 1, z. 1. 1953

a - współczynnik eksploatacyjny, zależny od systemu eksploatacji, sposobu likwidacji przestrzeni poeksploatacyjnej,

g - grubość pokładu,

β - kąt rozproszenia wpływów ($\text{tg}\beta$ - parametr teorii, tzw. parametr górotworu),

r - promień rozproszenia wpływów na powierzchni terenu, znany z zależności:

$$r = \frac{H}{\text{tg}\beta} \quad (6.3)$$

S - eksploatowane pole pokładu,

$d\xi d\eta$ - pole powierzchni elementu eksploatacji.

Z założenia przyjętego w teorii *Budryka-Knothego* za *Awierszynem* wynika, że składowe przemieszczenia poziome wynoszą:

$$u_x = B \frac{\partial W}{\partial x} \quad (6.4)$$
$$u_y = B \frac{\partial W}{\partial y}$$

gdzie:

B - współczynnik nazwany przez *Budryka* współczynnikiem poziomego odkształcenia, którego wartość oszacował na:

$$B = \frac{r}{\sqrt{2\pi}} \cong 0,4 r \quad (6.5)$$

Obecnie uważa się, że wartość tego współczynnika waha się w przedziale od 0,25 do 0,4 r . Najczęściej według *E. Popiołka* przyjmuje się⁶⁰:

$$B = 0,32 r \quad (6.5a)$$

6.2. Parametry teorii Budryka-Knothego i ich wartości

Podstawowymi parametrami teorii *Budryka-Knothego* są:

- parametr górotworu $\text{tg}\beta$ (6.3), nazywany parametrem rozproszenia wpływów lub parametrem zasięgu wpływów głównych,

⁶⁰ Greń K., Popiołek E.: *Wpływ eksploatacji górniczej na górotwór i powierzchnię*. Skrypt AGH nr 1179. Kraków 1990

- współczynnik eksploatacyjny a .

Do szczegółowych obliczeń prognostycznych wyznacza się obrzeże eksploatacyjne p .

Parametr $\text{tg}\beta$ charakteryzuje własności górotworu położonego nad eksploatacją. Najogólniej, dla górotworu zbudowanego z warstw zwięzłych zasięg wpływów jest większy, nachylenie zbocza niecki obniżeniowej łagodniejsze, natomiast dla górotworu zbudowanego z warstw mało zwięzłych zasięg wpływów jest mniejszy, nachylenie zbocza niecki jest bardziej strome ($\text{tg}\beta$ jest większy niż w pierwszym przypadku).

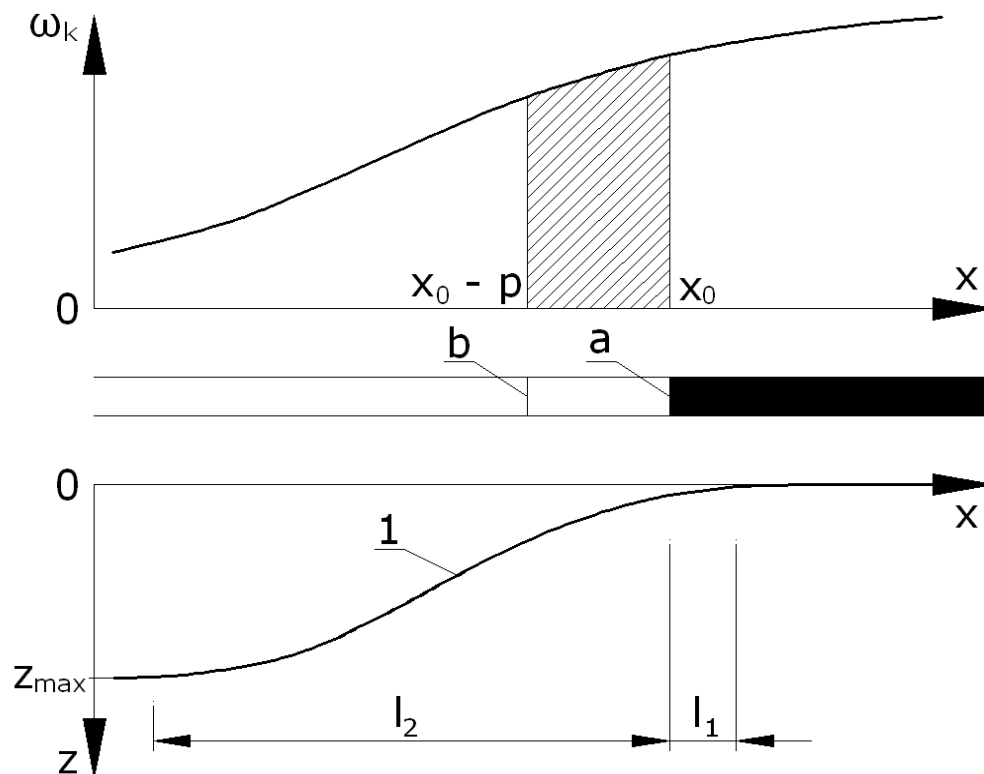
Współczynnik eksploatacyjny charakteryzuje sposób eksploatacji i likwidacji przestrzeni poeksploatacyjnej, nazywany jest również parametrem eksploatacji. Definiowany jest jako stosunek największego obniżenia niecki pełnej lub nadpełnej do średniej grubości eksploatowanego pokładu:

$$a = \frac{w_{max}}{g} \quad (6.6)$$

Obrzeże eksploatacyjne to pozioma odległość od punktu przegięcia pełnej (lub nadpełnej) niecki obniżeniowej od krawędzi eksploatacji pokładu. W teorii *Budryka-Knothego* przyjmuje się dla uproszczenia, że obniżenia punktów w stropie pokładu są nad calizną równe zeru, a nad przestrzenią wybraną równe w_{max} (tzw. progowy profil ugięcia stropu). Zastąpienie rzeczywistej niecki stropowej profilem progowym przesuniętym w kierunku przestrzeni wybranej o wartość obrzeża p jest pierwszym najprostszym przybliżeniem uwzględniania profilu ugięcia stropu w rejonie krawędzi eksploatacji.

Według J. Kwiatka⁶¹ obniżenie stropu po wyeksploatowaniu pokładu o stałą grubości g na odcinku $x \leq x_0 - l_2$ wynosi możliwie największą wartość z_{max} , a na odcinku $x_0 - l_2 < x \leq x_0 + l_1$ ma wartość $z(x) < z_{max}$. (Rys. 6.2).

⁶¹ Kwiatek J.: *Obiekty budowlane na terenach górniczych*. Katowice, GIG 2007



Rys. 6.2. Ugięcie stropu w rejonie krawędzi eksploatacji

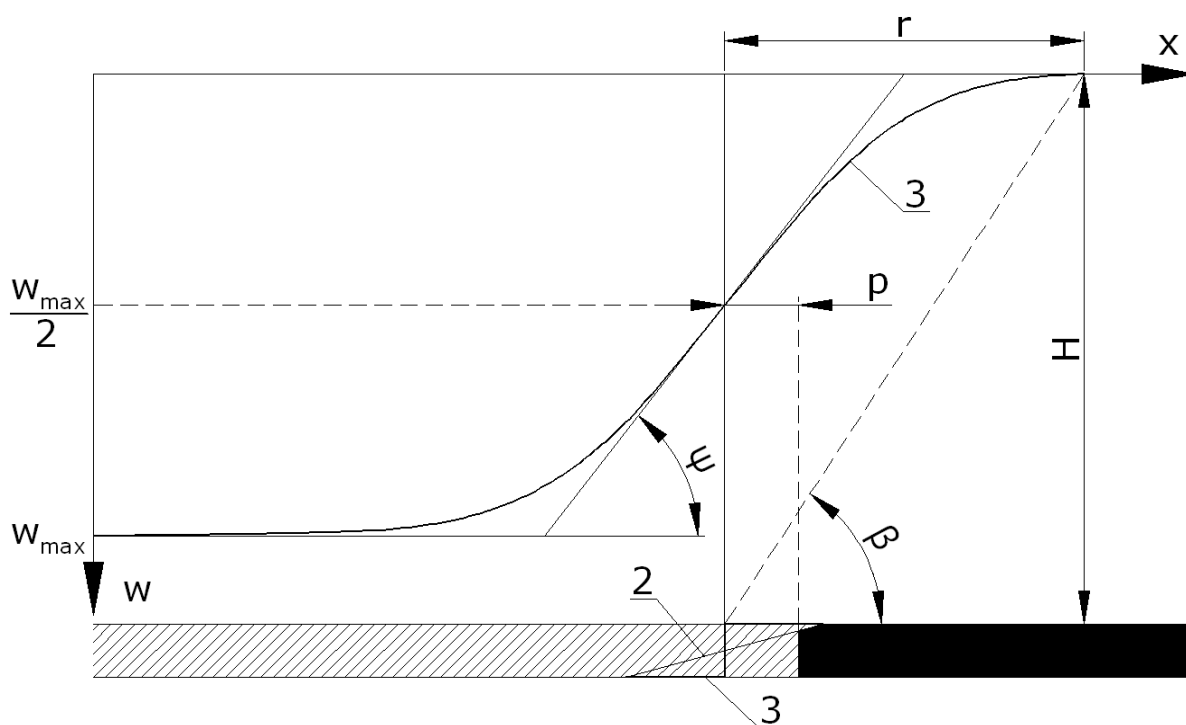
1 – ugięcie stropu przy froncie eksploatacyjnym w położeniu x_0 ,
 a – rzeczywiste położenie frontu eksploatacyjnego,
 b – pozorne położenie frontu eksploatacyjnego.

Obniżenie punktu A na powierzchni określa więc zależność (6.7).

$$w_A = g \int_{-\infty}^{x_0 - l_2} \omega_k(x) dx + \frac{g}{z_{max}} \int_{x_0 - l_2}^{x_0 + l_1} z(x) \omega_k(x) dx \quad (6.7)$$

Zależność ta umożliwia określanie obniżeń powierzchni, a więc także innych wskaźników. Wymaga jednak znajomości funkcji $z(x)$. Jej przebieg przedstawiono m.in. w pracy A. Kowalskiego⁶² - Rys. 6.3.

⁶² Kowalski A.: *Nieustalone górnicze deformacje powierzchni w aspekcie dokładności prognoz*. Prace Naukowe GIG 2007. Nr 871



Rys. 6.3. Schemat oznaczeń parametrów teorii Budryka-Knothe: $tg\beta$ i obrzeża eksploatacyjnego p w profilu niecki obniżeniowej położonej nad eksploatacją w kształcie półpłaszczyzny

$$tg\psi = T_{max},$$

r – promień rozproszenia wpływów,

H – głębokość pokładu,

1 – niecka obniżeniowa na powierzchni,

2 – profil ugięcia niecki w stropie eksploatowanego pokładu,

3 – zastępczy progowy profil niecki w stropie eksploatowanego pokładu

Parametry teorii należy wyznaczać na podstawie wyników geodezyjnych pomiarów deformacji w danym rejonie lub w rejonie o podobnych warunkach geologiczno-górnictwowych. Najlepiej parametry te wyznaczać z ich definicji, pod warunkiem, że zaobserwowane są odpowiednie wskaźniki deformacji na liniach pomiarowych nad dużymi polami eksploatacyjnymi.

Wyznaczone wartości parametrów dla wielu przypadków przez A. Kowalskiego⁶³ wykazują duże zróżnicowanie, co wynika ze zróżnicowania warunków geologiczno-górnictwowych w kopalniach GZW.

⁶³ Kowalski A.: *Nieustalone górnicze deformacje powierzchni w aspekcie dokładności prognoz*. Prace Naukowe GIG 2007. Nr 871

Przyjmują one następujące wartości:

- współczynnik eksploatacyjny od 0,5 do 1,0 – średnio 0,8 (dla zawąłu stropu),
- parametr górotworu $\text{tg}\beta$ od 1,3 do 2,5 – średnio 1,93,
- obrzeże eksploatacyjne od 0 do $0,47 H$ – średnio $0,1H$.

W przypadku, gdy nie dysponuje się odpowiednimi wynikami geodezyjnych pomiarów deformacji do wyznaczenia parametrów, należy je odpowiednio przyjmować: dla kopalń węgla kamiennego, w których warunki geologiczno-górnice są typowe, parametr $\text{tg}\beta=2,0$. Współczynniki eksploatacyjne zaleca się przyjmować według zestawienia podanego w tabelicy 6.1.

Zestawienie wartości współczynnika eksploatacyjnego⁶⁴

Tablica 6.1.

Sposób likwidacji przestrzeni wybranej - system eksploatacji	Wartość współczynnika a
zawał stropu	0,7 ÷ 0,85 *)
podszadzka sucha – pełna z materiału dostarczanego	0,5 ÷ 0,6 *)
podszadzka sucha pneumatyczna	0,4 ÷ 0,5 *)
podszadzka hydrauliczna z piasku	0,15 ÷ 0,25 *)
podszadzka hydrauliczna z kamienia kruszonego (np. Haldex)	0,3
eksploatacja częściowa pasami w 50% z podszadzką hydrauliczną	0,02 ÷ 0,03 *)
eksploatacja częściowa pasami w 50% z zawałem stropu	0,1

*) Wartości większe należy przyjmować przy eksploatacji wielokrotnej.

Współczynnik odkształceń poziomych należy przyjmować według wzoru (6.5) lub (6.5a), a obrzeże eksploatacyjne równe $0,1H$. Do obliczania wpływów eksploatacji, której krawędź znajdzie się w bezpośrednim sąsiedztwie zrobów wcześniej wybranego pokładu, obrzeże należy uwzględniać ze znakiem

⁶⁴ Kwiatek J. i inni: *Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych*. Katowice, GIG 1997

przeciwnym, tzn. krawędź eksploatacyjną należy umownie przesunąć w kierunku wcześniejszej eksploatacji.

Uwzględniając doświadczenia wynikające z analiz wskaźników deformacji, dla górotworu nienaruszonego eksploatacją, a także dla górotworu naruszonego wielokrotną eksploatacją A. Kowalski⁶⁵ proponuje do oceny dokładności prognoz, przyjmowanie następujących odchyień standardowych parametrów teorii:

- dla górotworu naruszonego wcześniejszą eksploatacją: $\sigma_a = 0,1$,
 $\sigma_{\text{tg}\beta} = 0,3$, $\sigma_k = 0,1$, $\sigma_\lambda = 0,02$,
- dla górotworu nienaruszonego wcześniejszą eksploatacją: $\sigma_a = 0,04$,
 $\sigma_{\text{tg}\beta} = 0,1$, $\sigma_k = 0,1$, $\sigma_\lambda = 0,04$,

gdzie: σ_k i σ_λ to odchylenie standardowe współczynników dla określania parametrów obrzeża eksploatacyjnego p i współczynnika proporcjonalności przemieszczeń poziomych B .

6.3. Komputerowe prognozowanie wskaźników deformacji

Złożoność algorytmów obliczeniowych do prognozowania deformacji powierzchni spowodowanych eksploatacją górnictwem pól o dowolnych kształtach spowodowała, że obecnie do obliczeń prognostycznych stosuje się powszechnie komputery oraz specjalistyczne oprogramowanie. Współczesne systemy prognostyczne umożliwiają wykonanie prognoz dla dużych powierzchniowo terenów oraz znacznej liczby parcel eksploatacyjnych.

System służący do prognozowania deformacji i analizy ich rozkładu powinien zawierać:

- *moduł wyspecjalizowanego edytora danych*, umożliwiający sporządzenie danych do obliczeń, w tym digitalizację map i definiowanie kształtów parcel i obiektów, a także możliwość współpracy z bazami danych zawierającymi takie informacje,

⁶⁵ Kowalski A.: *Nieustalone górnictwowe deformacje powierzchni w aspekcie dokładności prognoz*. Prace Naukowe GIG 2007. Nr 871

- *moduł obliczeniowy* realizujący właściwe prognozowanie deformacji na podstawie odpowiednich algorytmów i plików danych, wykonanych uprzednio za pomocą edytora danych,
- *moduł wydawniczy* umożliwiający wykonanie odpowiednich dokumentów wynikowych lub plików pomocniczych pozwalających na wykorzystanie wyspecjalizowanego oprogramowania do tworzenia map izolinii i wykresów wskaźników deformacji, na przykład Surfer, Grapher firmy Golden Software, AutoCAD.

Bardzo użyteczne są również liczne programy narzędziowe umożliwiające między innymi graficzny podgląd obliczonych deformacji w obszarach siatek punktów obliczeniowych, tworzenie plików pomocniczych do map i wykresów, itp.^{66,67}.

7. Badanie stałości położenia punktów geodezyjnych

7.1. Charakterystyka rejonu badawczego⁶⁸. Pole Markłowice

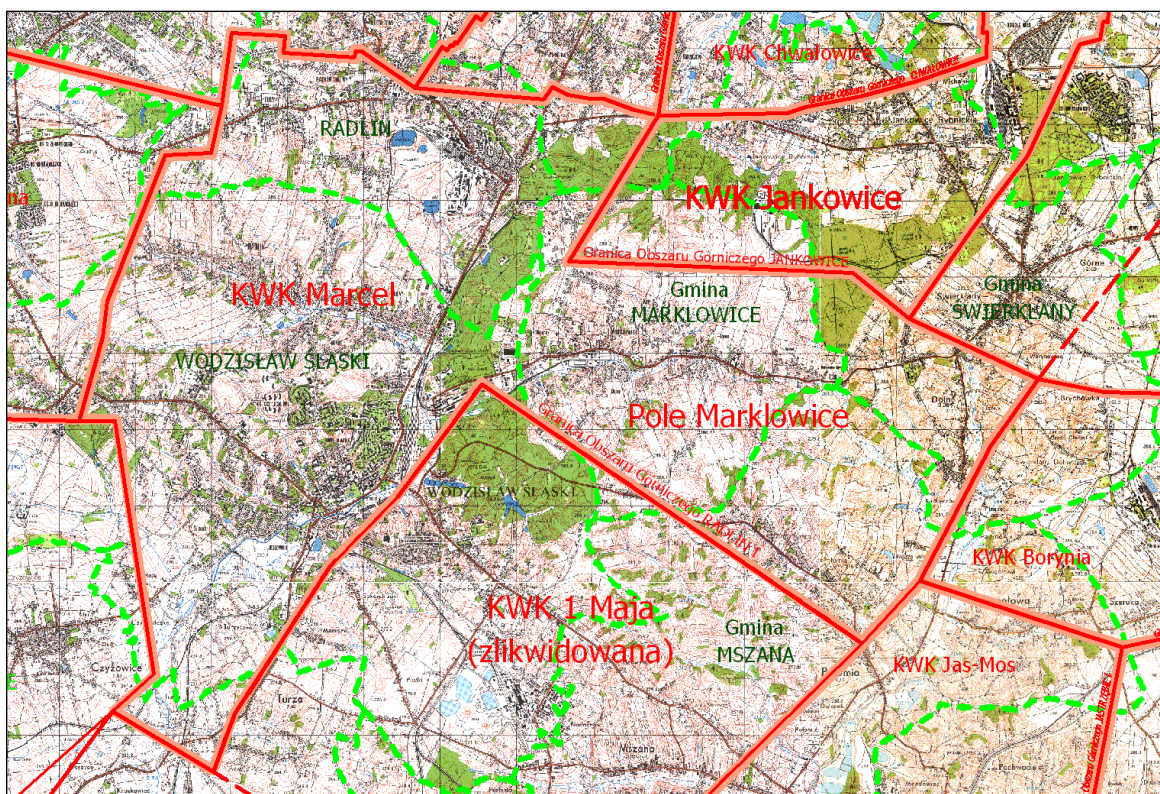
Pole Markłowice (Rys. 7.1.) to integralna część obszaru górniczego (OG) „Radlin I” należącego do Kopalni Węgla Kamiennego (KWK) „Marcel” w Radlinie. Od północy sąsiaduje z OG Jankowice (KWK „Jankowice”), od południa z OG „Wilchwy” (zlikwidowana KWK „1 Maja”), a od wschodu z kopalniami należącymi do Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A. (KWK „Borynia” – OG „Szeroka I” oraz KWK „Jas-Mos” – OG „Jastrzębie I”).

Wschodnia i centralna część Pola Markłowice jest zlokalizowana na terenie gminy Markłowice, północno-wschodnia – na terenie gminy Świerklany, natomiast południowo-wschodnia – na terenie gminy Mszana. Wszystkie wyżej wymienione gminy należą do powiatu wodzisławskiego leżącego w województwie śląskim.

⁶⁶ Jędrzejec E., Gruchlik P., Muszyński L.: W. *Nowe rozwiązania programu Szkody*. Problemy Ochrony Obiektów Budowlanych Na Terenach Górniczych. Prace zbiorowa. Katowice, GIG 2007

⁶⁷ Poniewiera M.: *Pakiet programów wspomagających tworzenie i obsługę kopalnianych map numerycznych GEOLISP*

⁶⁸ Opracowano na podstawie informacji dostarczonych przez wymienione zakłady górnicze



Rys. 7.1. Rejon badawczy Pole Markłowice⁶⁹

Obecnie eksploatacja górnicza węgla kamiennego w Polu Markłowice prowadzona jest przez dwie kopalnie: KWK „Jankowice” i KWK „Marcel”; do 2000 roku prowadziła ją także – do czasu likwidacji – KWK „1 Maja”. Mimo tego, że Pole Markłowice leży na obszarze trzech gmin, eksploatacja jest prowadzona tylko w centralnej części – na terenie gminy Markłowice.

Początki górnictwa na tym terenie związane są z budową przez KWK „Marcel” szybu Markłowice w 1923 roku. Po 5 latach budowy szybu prace przerwano w 1928 roku z uwagi na duże zawodnienie górotworu uniemożliwiające prowadzenie w owym czasie głębień szybu. Zasadnicze wydobywanie na obszarze gminy Markłowice KWK „Marcel” rozpoczęła dopiero w okresie powojennym.

Od 1 kwietnia 1993 roku do 31 stycznia 2003 roku kopalnia "Marcel" funkcjonowała w ramach Rybnickiej Spółki Węglowej S.A. decyzją Zarządu RSW S.A., 4 grudnia 1995 roku do KWK „Marcel” dołączono kopalnię

⁶⁹ Dokumentacja mierniczo-geologiczna KW S.A. KWK „Marcel”

"1 Maja", do której terenu górniczego należała południowa część gminy Marklowice.

Kopalnia „Jankowice” rozpoczęła wydobycie węgla kamiennego na terenie gminy Marklowice bardzo późno, bo dopiero w 1966 roku. Po wybudowaniu Szybu VI w połowie lat siedemdziesiątych zintensyfikowano wydobycie na terenie gminy Marklowice. Od 1 lutego 2003 roku KWK „Marcel” i KWK „Jankowice” wchodzi w skład Kompanii Węglowej S.A., KWK „1 Maja” została w 2000 roku zlikwidowana.

KWK „Jankowice” prowadziła dotychczas eksploatację węgla kamiennego na głębokościach od 165 m do 650 m systemem ścianowym z zawałem stropu. Podszadzka hydrauliczna stosowana była jedynie w trakcie eksploatacji filaru. Natomiast KWK „Marcel” prowadziła dotychczas eksploatację pokładów na głębokościach od 135 m do 555 m stosując zawał stropu. Do 1998 roku stosowano także podszadzkę hydrauliczną.

Łącznie KWK „Jankowice” prowadziła eksploatację w 27 pokładach, KWK „Marcel” w 6 pokładach i również w 6 pokładach KWK „1 Maja”.

Powyższe różnice w ilości prowadzonej eksploatacji przejawiają się w skali oddziaływań na powierzchnię. Znacznie większe osiadania wystąpiły w zasięgu oddziaływań KWK „Jankowice”, gdzie maksymalnie dochodzą one do 24 m w strefie zalewiska Z-6 w dolinie potoku Markłówka (Rys. 7.2.).

Kolejne większe (około 8 m) osiadania terenu pozostające w zasięgu KWK „Jankowice” występują na wschodniej granicy gminy i na północ od Markłowic Górnych.

Zdecydowanie mniejsze osiadania wystąpiły w zasięgu oddziaływania KWK „Marcel” i KWK „1 Maja”. Maksymalne wielkości osiadań osiągają wartość 6 m i wystąpiły w obszarze położonym na południe od drogi wojewódzkiej nr 932 (w ciągu ulicy Wyzwolenia) biegnącej z zachodu na wschód przez Marklowice.

Nakładanie się eksploatacji kopalń „Jankowice” i „Marcel” powoduje, iż znacznie większym oddziaływaniom poddana była część gminy Marklowice położona na północ od drogi nr 932, niż część gminy położona na południe od tej drogi.



Rys. 7.2. Zalewisko Z-6⁷⁰

Eksploracja dokonana prowadzona w obrębie gminy objęła również doliny potoków. Największe osiadania wystąpiły właśnie w dolinie potoku Markłówka w jego źródłowej części, gdzie powstało nawet bardzo rozległe zalewisko (Z-6). Zgodnie z podanymi przez KWK „Jankowice” i KWK „Marcel” informacjami do 2019 roku (do końca ważności koncesji) eksploatacja węgla kamiennego na terenie gminy Markłowice prowadzona będzie w rejonie o podobnym zasięgu jak dotychczas. Eksploatacja prowadzona będzie na głębokościach od 340 m do 700 m (KWK „Jankowice”) i od 270 m do 715 m (KWK „Marcel”). Miąższość eksploatowanych pokładów wynosić będzie od 2 m do 4 m (KWK „Jankowice”) i od 1,3 m do 4,3 m (KWK „Marcel”). Sposób eksploatacji pozostanie podobny, jak dotychczas, tj. system ścianowy z zawałem stropu. Krótszy czas eksploatacji spowoduje, iż osiadania będą mniejsze. Maksymalne osiadania wystąpią w rejonie oddziaływania KWK „Jankowice”. Osiągną one wartość 9 m w rejonie istniejącego już zalewiska

⁷⁰ Dokumentacja mierniczo-geologiczna KW S.A. KWK „Jankowice”

Z-6 w dolinie potoku Markłówka. Nieco mniejsze osiadania (do 7 m) wystąpią w rejonie oddziaływania KWK „Marcel” (Rejon Markłowic Górnych). Opracowaniem objęto fragment obszaru gminy Markłowice położony w obrębie terenów górniczych należących do dwóch kopalń węgla kamiennego: KWK „Jankowice” i KWK „Marcel” (Rys. 7.1.).

Największa część gminy Markłowice znajduje się w obrębie terenu górniczego KWK „Marcel” (90 % powierzchni gminy). Niewielka północno-wschodnia część (20 %) obszaru gminy objęta jest terenem górniczym KWK „Jankowice”. Wpływy obu kopalń nakładają się w środkowej części gminy, gdzie zasięg eksploatacji KWK „Jankowice” wychodzi poza jej teren górniczy. Obszar gminy Markłowice w zależności od zakresu oddziaływań bezpośrednich eksploatacji górniczej na środowisko można podzielić na:

1. Obszary, na których nie była i w dalszym ciągu nie będzie prowadzona eksploatacja górnicza. Nie znajdowały się one również w zasięgu wpływów eksploatacji prowadzonej na terenach sąsiednich.
2. Obszary, na których zaprzestano prowadzenia eksploatacji górniczej. Nie będą widoczne bezpośrednie oddziaływania eksploatacji górniczej, zwłaszcza osiadania powierzchni terenu. Z uwagi na to, iż pozostawały one pod wpływem dotychczasowej eksploatacji należy je zakwalifikować do „terenów pogórniczych” i przystąpić do ich zagospodarowywania po uprzednim określeniu dokonanych zmian środowiska i ewentualnym uzdatnieniu terenów pod budownictwo. Dotychczasowe osiadania w tym rejonie nie osiągnęły wielkości 0,5 m.
3. Obszary, na których w dalszym ciągu będzie prowadzona eksploatacja górnicza z różnymi skutkami dla środowiska, ale jej szkodliwe oddziaływanie na środowisko zaliczono do nieznaczących. Tereny te znajdą się pod bezpośrednim wpływem eksploatacji górniczej o bardzo zróżnicowanych skutkach. Zróżnicowanie to będzie zależne od wielkości osiadań górniczych i warunków środowiska, w jakich te osiadania będą występowały. Dlatego też poddano te obszary ocenie oddziaływania eksploatacji górniczej na środowisko w oparciu o kryterium wielkości bezpośredniego wpływu osiadań górniczych na powierzchnię terenu i przewidywanych skutków tych osiadań. Z uwagi na to, iż bezwzględna wielkość osiadania nie zawsze jednakowo oddziałuje na środowisko, dla

określenia wielkości wpływu na środowisko nie przyjmowano wartości osiadań w sensie wielkości granicznych, ale przyjmowano znaczenie osiadania poprzez skutki, jakie wywołuje w odniesieniu do określonej sytuacji topograficznej. Ta kategoria obszaru obejmuje zasadniczą część powierzchni gminy.

4. Obszary o znaczącym szkodliwym oddziaływaniu eksploatacji górniczej na środowisko. Na tych terenach wystąpią znaczące szkodliwe oddziaływania eksploatacji górniczej na środowisko. Tereny te znajdują się w zasięgu bezpośrednich oddziaływań górniczych, które to wpływy osiągną IV i V kategorię oddziaływań górniczych na powierzchnię. Na części z tych terenów występują i przewidywane są dalsze deformacje nieciągłe (Rys. 7.3.). Wystąpienie deformacji nieciągłych prognozowane jest w pięciu rejonach o łącznej powierzchni 0,79 km², co daje 5,8 % całkowitej powierzchni gminy, która wynosi 13,72 km². Znacznie większą część powierzchni gminy (20,6 %) obejmą tereny IV i V kategorii oddziaływań górniczych.



Rys. 7.3. Deformacja nieciągła obok budynku przy ulicy Wiśniowej⁷¹

⁷¹ Dokumentacja mierniczo-geologiczna KW S.A. KWK „Marcel”

Charakterystyczny jest przy tym rozkład izolinii osiadań wynikający ze sposobu eksploatacji pola i miąższości eksploatowanych pokładów, które powodują powstanie oddzielnych rejonów z charakterystycznymi przegłębieniami i nachyleniami powierzchni bocznych. Znaczne nachylenia powierzchni bocznych generują często wysokie kategorie (IV i V) oddziaływań na powierzchnię.

Wysokie wartości kategorii oddziaływań na powierzchnię terenu wskazują, że należy się także liczyć z możliwością wystąpienia uszkodzeń infrastruktury w obrębie oddziaływań górniczych i koniecznością jej stałego monitorowania i naprawy. Konieczne jest także uzyskiwanie opinii mierniczo-geologicznych opracowywanych przez kopalnie przed wydaniem decyzji o warunkach zabudowy na terenach pozostających w zasięgu aktualnych terenów górniczych.

Dobrym przykładem podejmowania właściwych działań naprawczych jest droga wojewódzka 932 w rejonie Markłowic Górnych. Prognozowane w tym rejonie osiadania spowodują realne zagrożenie dla tej drogi, co zostało zauważone i zaprojektowano odpowiednie działania zmierzające do zabezpieczenia drogi poprzez zmniejszenie miąższości wydobywanego pokładu i podniesienie poziomu drogi.

Wielkości osiadań górniczych terenu nie doprowadziły do przebudowy powierzchni topograficznej. Wpływają na to uwarunkowania hipsometryczne i wysokości względne. Największe osiadania nie były na tyle duże by spowodować taką przebudowę. Spowodowały one jednak powstanie nielicznych, ale rozległych niecek bezodpływowych rozmieszczonych na stosunkowo płaskim obszarze.

Jednym z widocznych na powierzchni terenu skutków prowadzonej eksploatacji górniczej są niecki osiadania. Formy te należą do grupy deformacji ciągłych, które cechuje łagodne stosunkowo obniżenie powierzchni i utworzenie nieckowatego zagłębienia. Zagłębienia te w sprzyjających warunkach mogą wypełnić się wodą lub częściej pozostać jako obniżenia wilgotne, czasami podmokłe. Do stałego wypełnienia wodą dochodzi w sytuacji obniżenia dna niecki poniżej poziomu wód gruntowych.

Na obszarze gminy Marklowice niecki powstałe w wyniku osiadań górniczych stanowią najczęściej przegłębienia w dnach dolin potoków. Do rzadkości należą zagłębienia bezodpływowe powstałe poza dolinami, z których wody powierzchniowe trzeba odprowadzać rowami powierzchniowymi.

Z uwagi na to, iż obszar zbudowany jest na powierzchni z pylastych utworów lessowych zalegających często na nieprzepuszczalnych łożach trzeciorzędowych, dochodzi do powstawania zalewisk. Zalewiska takie powstają na terenach położonych także w strefie wododziałowej, gdzie obniżenie powierzchni terenu spowodowało wystąpienie wód gruntowych na powierzchnię terenu (np. niewielkie zalewisko położone na wschód od doliny potoku Markłówka).

Deformacje ciągłe ujawniające się w postaci łagodnych niecek obniżeniowych spowodowały nieznaczne zmiany w rzeźbie i hydrologii powierzchni terenu. Na terenach obniżonych (maksymalnie do 24 m), gdzie występują utwory nieprzepuszczalne, zwłaszcza ropy mioceńskie, odnotowano strefy zalewisk i podtopień terenów obejmujących dolinę potoku Markłówka i sąsiadujące tereny rolnicze. W dolinie powstało zalewisko, które było sukcesywnie likwidowane poprzez zasypywanie odpadami górniczymi. Prawie wszystkie zalewiska powstały na ciągach dolinnych, co sprzyja utrzymaniu grawitacyjnego odwodnienia terenu. Jedno zalewisko powstało w obrębie wododziału na terenach rolniczych. W tym przypadku także istnieje możliwość jego odwodnienia poprzez zmeliorowanie terenu. Powstałe w dolinach obniżenia powodują zaburzenia w profilach podłużnych potoków (dolin), co może wpływać na powstanie utrudnień w odpływie wód powierzchniowych. Stąd konieczna jest systematyczna kontrola odpływu i w razie potrzeby podejmowanie niezbędnych działań polegających na budowie obiektów hydrotechnicznych takich jak: wały przeciwpowodziowe, mosty, przepusty. Dotychczas realizowano również prace związane z makroniwelacją terenów celem uzyskania odpowiednich rzędnych wraz z późniejszą rekultywacją.

Na większości terenu strop karbonu występuje na znacznych głębokościach a powyżej zalegają warstwy trzeciorzędowe i czwartorzędowe zbudowane

z utworów trudnoprzepuszczalnych i nieprzepuszczalnych, co powoduje, iż na powierzchni nie występują osuszenia i odwodnienia spowodowane odwodnieniem technologicznym górotworu.

Oprócz zmian stosunków wodnych, deformacje ciągłe zaznaczyły się także w postaci poziomych odkształceń rozluźniających bądź zagęszczających oraz w postaci zmiennych nachyleń powierzchni terenu. Wielkość tych wskaźników osiągała wartości V kategorii terenu górniczego. Powodowały one uszkodzenia w obiektach kubaturowych, w sieciach infrastruktury technicznej i komunikacyjnej. Najczęściej były to uszkodzenia, które nie powodowały konieczności wyłączenia danego obiektu z użytkowania.

O stopniu zagrożenia powierzchni terenu w postaci deformacji nieciągłych (zapadlisk) decydują warunki geologiczno-górnice, w jakich była prowadzona eksploatacja górnicza. Zarejestrowane w przeszłości deformacje nieciągłe pozwalają określić podatność terenu na pojawianie się tych deformacji w przyszłości. Stąd istotna jest analiza ich występowania.

Deformacje nieciągłe występowały dotychczas na całym obszarze gminy Marklowice. Objawiały się zwykle w postaci progów, którym czasami towarzyszyły uskoki lub szczeliny. Zjawiska tego typu powstawały z reguły w wyniku nałożenia się wielu czynników. Istotnym czynnikiem sprzyjającym powstawaniu tego typu zjawisk jest specyficzna budowa geologiczna oraz panujące w górotworze warunki hydrogeologiczne i tektoniczne. Ogółem zarejestrowano dotychczas około 100 takich deformacji.

Cechą charakterystyczną zaistniałych deformacji są ich niewielkie rozmiary, jeśli chodzi o wysokość progów i uskoków lub szerokość szczelin (Rys. 7.3.). Najczęściej wysokość progów i uskoków zawiera się do 30 cm. Tylko w dwu przypadkach wysokość ta była większa niż 50 cm. Natomiast szerokość towarzyszących progom szczelin nie przekraczała 10 cm.

Deformacje nieciągłe dotychczas grupowały się w kilku rejonach. Znaczna część z nich powstała w strefach większych nachyleń terenu (zbocza dolin) i przy znacznie większych osiadaniach górniczych (ponad 6 m). Mogą one być efektem uruchomienia się procesów osuwiskowych na zboczach dolin w wyniku wzrostu nachylenia zboczy.

Zjawisko to jest bardzo prawdopodobne na terenach pokrytych grubą warstwą utworów pylastych (lessy), jakie budują powierzchnię gminy Marklowice. Przebieg deformacji jest zwykle równoległy do przebiegu zboczy dolin lub do izolinii osiadań. Przemawia za tym także fakt występowania pod pokrywą lessową plastycznych utworów trzeciorzędowych o znacznej miąższości. Utwory te uniemożliwiają przedostawanie się na powierzchnię płaszczyszni nieciągłości wywodzących się z serii karbońskich. Charakterystyczne są także formy powstałych deformacji. Występują jedynie garby, progi i szczeliny. Brak jest natomiast lejów zapadliskowych.

Projektowana przez kopalnie „Jankowice” i „Marcel” eksploatacja górnicza prowadzona będzie w całości systemem ścianowym z zawalem stropu o wysokości furty eksploatacyjnej 1,3 do 4,3 m, na głębokości 270 do 715 m. Projektowana eksploatacja na terenie gminy Marklowice obejmować będzie prawie cały obszar gminy poza niewielkimi powierzchniami w zachodniej i południowej części. Wpływ projektowanej eksploatacji na powierzchnię powodował będzie powstawanie deformacji ciągłych charakteryzujących się maksymalnymi obniżeniami powierzchni terenu dochodzącymi do 9 m w północnej części gminy (tereny rolnicze), 7 m w części wschodniej i do około 4 m w zachodniej części gminy. Na obszarze gminy Marklowice wielkość prognozowanych odkształceń kwalifikuje powierzchnię terenu górniczego do III kategorii na większości obszaru. Około 20 % powierzchni, głównie terenów rolniczych, poddana będzie oddziaływaniu kategorii IV i V. Stąd rejony te zostały zakwalifikowane do terenów, na których szkodliwe oddziaływanie eksploatacji górnicznej będzie znaczące. W przeważającej większości wpływ projektowanej eksploatacji będzie obejmował tereny użytkowane rolniczo. W trakcie eksploatacji nie wyklucza się możliwości występowania deformacji nieciągłych o charakterze podobnym do opisanych wyżej. Wielkość i częstotliwość występowania zapadlisk jest trudna do oszacowania.

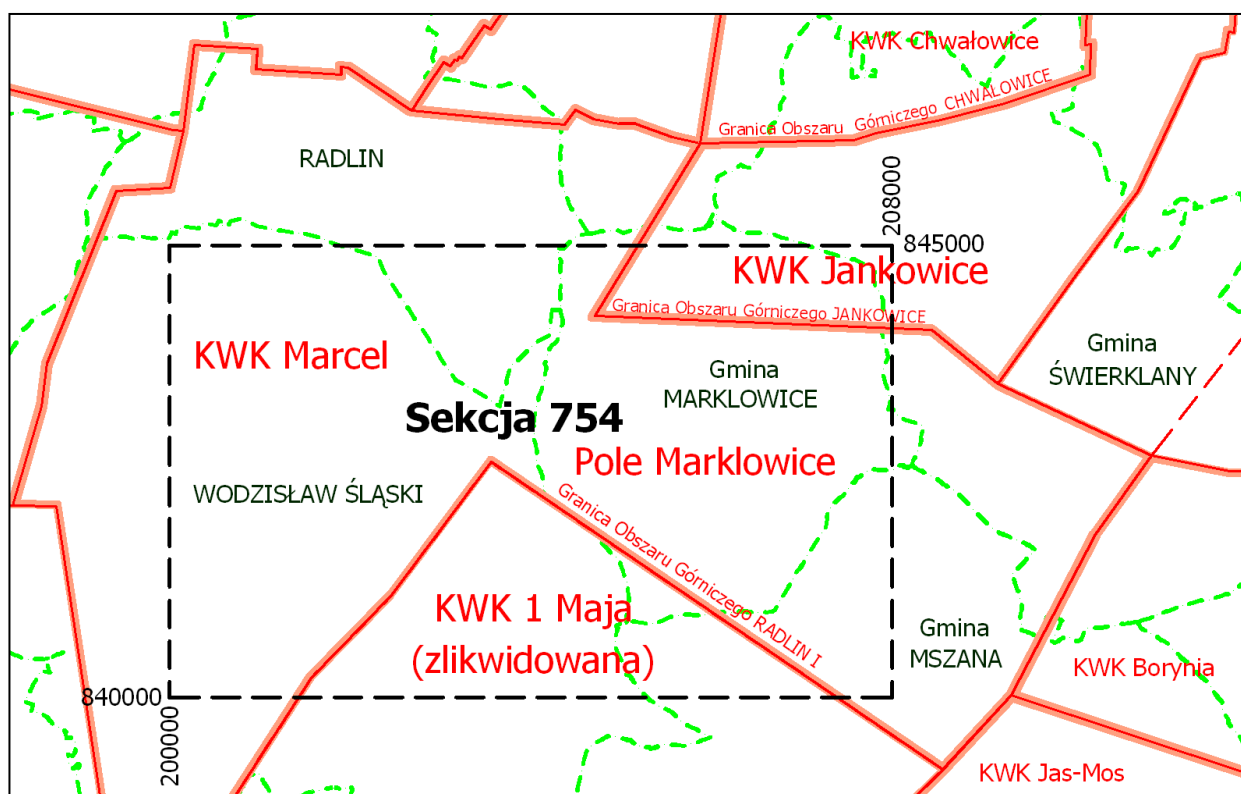
Niemniej jednak wydzielono rejony o dużym prawdopodobieństwie wystąpienia deformacji. Rejony te zostały zakwalifikowane do terenów, na których szkodliwe oddziaływanie eksploatacji górnicznej będzie znaczące.

7.2. Opis badań

Analizą stałości położenia objęto wszystkie istniejące i dostępne punkty osnów geodezyjnych, zarówno poziomej jak i wysokościowej, zastabilizowane na terenie gminy Marklowice lub w jej najbliższym otoczeniu. Znajdują się one na obszarze jednej sekcji (754) mapy w skali 1 : 10000 (Rys. 7.4.). Obejmuje ona swoim zasięgiem część Pola Marklowice, która jest lub była pod wpływem eksploatacji górniczej, a także tereny miast Wodzisław Śląski i Radlin.

Sekcja 754 (tak jak i wszystkie pozostałe) obejmuje obszar o wymiarach 5000 x 8000 m, współrzędne jej lewego, dolnego narożnika to: 840000, 200000 (współrzędne w układzie współrzędnych 65/V).

Dane o punktach osnów geodezyjnych (karty informacyjne punktów) uzyskano z Powiatowego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (PODGiK) w Wodzisławiu Śląskim.



Rys. 7.4. Sekcja 754⁷²

⁷² Dokumentacja mierniczo-geologiczna KW S.A. KWK „Marcel”

Dane o eksploatacji górniczej dostarczone zostały przez działy mierniczo-geologiczne kopalń „Marcel” i „Jankowice”.

7.3. Dane do obliczeń

7.3.1. Punkty geodezyjnej osnowy poziomej

Rys. 7.5. pokazuje lokalizację 49 wybranych do obliczeń punktów osnowy poziomej na tle wybranych elementów infrastruktury powierzchni terenu.

Nazwa takiego punktu, np. 754 1036, składa się z dwóch części:

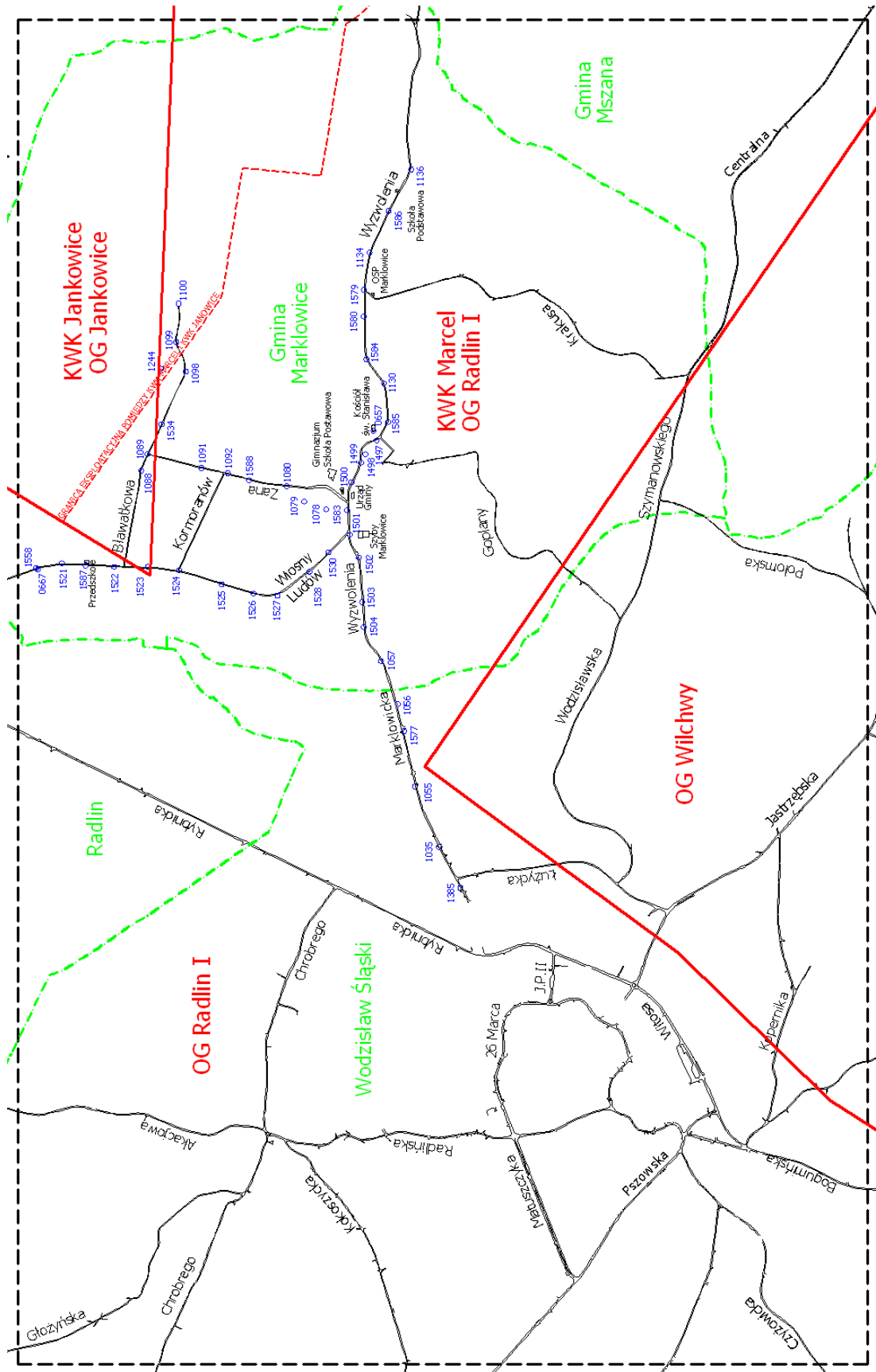
- pierwsza część to trzycyfrowy numer sekcji – tutaj 754 dla wszystkich punktów, dlatego na Rys. 7.5. została ona pominięta ze względu na jego czytelność,
- część druga to czterocyfrowy kolejny numer porządkowy jednak nadawany według poniższych zasad:
 - punkty klasy I otrzymują numer typu 00xx (dwa zera na początku),
 - punkty klasy II – numer 0xxx, czyli jedno zero na początku,
 - wszystkie pozostałe punkty otrzymały kolejne numery zaczynając od 1001.

Ciągi punktów osnowy poziomej są zastabilizowane wzdłuż głównych ulic w Markłowicach: Wyzwolenia (w ciągu drogi wojewódzkiej 932), Wiosny Ludów, Tomasza Zana i Bławatkowej.

Wśród wybranych nie ma punktów I klasy, są tylko dwa II klasy, a pozostałe 47 punktów, to punkty III klasy. Dane o tych punktach są zawarte w kartach informacyjnych – na Rys. 7.6., pokazano przykładową kartę dla punktu 7541089.

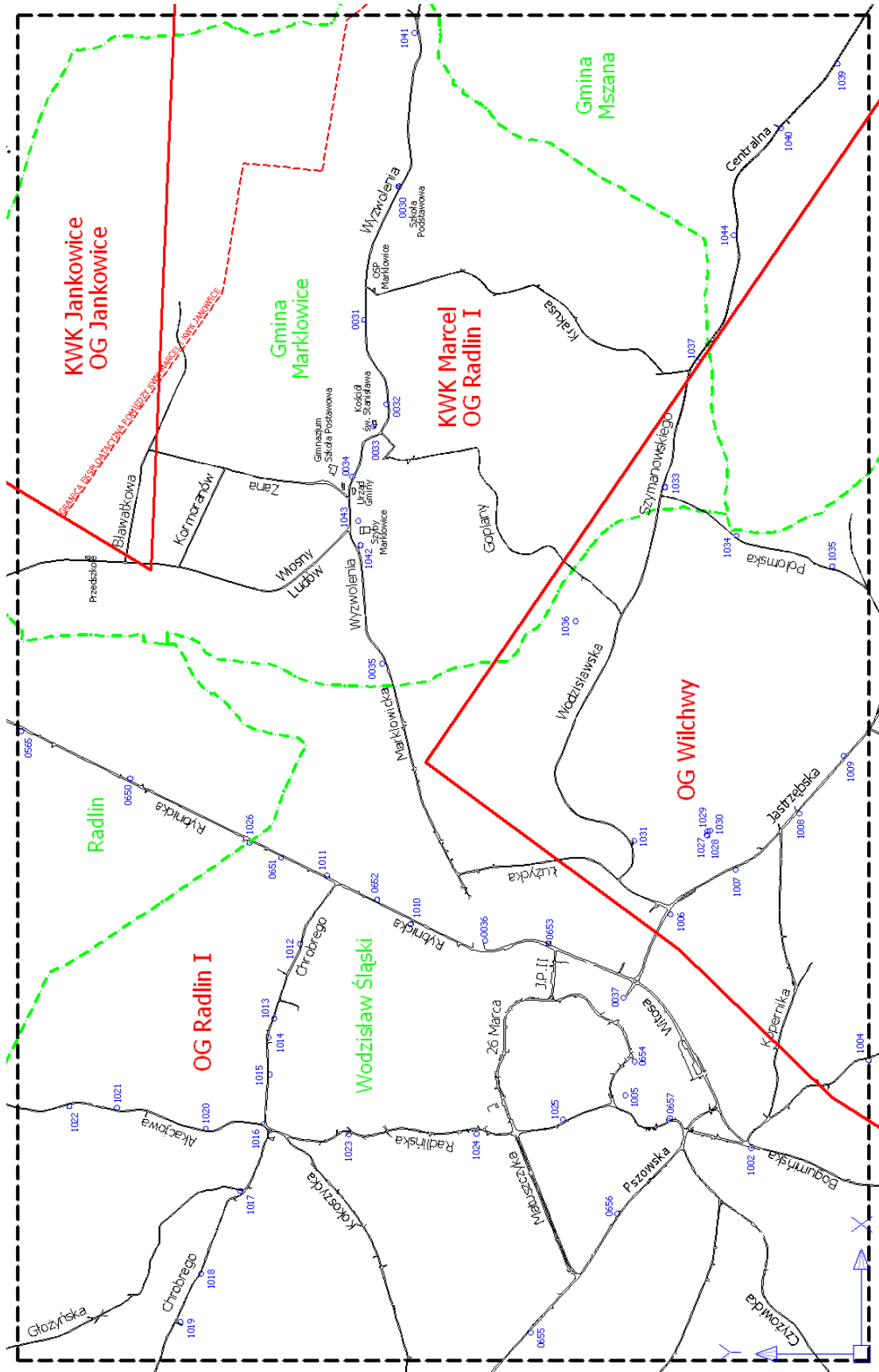
Karta informacyjna punktu geodezyjnej osnowy poziomej zawiera:

- nazwę punktu,
- jego lokalizację,
- opis topograficzny,
- współrzędne punktów, na terenach górniczych także w układzie SG ROW,
- połączenia z innymi punktami,
- rodzaj i sposób stabilizacji,
- wyniki inwentaryzacji punktu.



Rys. 7.5. Lokalizacja punktów geodezyjnej osnowy poziomej – sekcja 75473

⁷³ Dokumentacja mierniczo-geologiczna KW S.A. KWK „Marcel”



Rys. 7.7. Lokalizacja punktów geodezyjnej osnowy wysokościowej – sekcja 754.75

⁷⁵ Dokumentacja mierniczo-geologiczna KW S.A. KWK „Marcel”

- punkty klasy I otrzymują numer typu 00xx (dwa zera na początku),
- punkty klasy II – numer 0xxx, czyli jedno zero na początku,
- wszystkie pozostałe punkty otrzymały kolejne numery zaczynając od 1001.

Prawie połowa punktów osnowy wysokościowej jest zlokalizowana poza rejonem badawczym, głównie na terenie Wodzisławia Śląskiego, gdzie nie sięgają wpływy eksploatacji górniczej kopalń „Marcel”, „Jankowice” i „1 Maja” – szczegółowo ten aspekt będzie opisany w kolejnym rozdziale. Dlatego do dalszej analizy wybrano tylko punkty leżące przy ulicy Rybnickiej i na wschód od niej. Do rejonu badawczego – ze względu na niewielką liczbę punktów w samym polu Marklowice - włączono również punkty leżące na południu na terenie OG „Wilchwy” (zlikwidowana KWK „1 Maja”).

Wybrano więc 32 punkty wysokościowe, które są zastabilizowane wzdłuż ciągów ulic:

- Marklowicka (Wodzisław Śląski) – Wyzwolenia (Marklowice),
- Połomska (Wodzisław Śląski) – Szymanowskiego (Marklowice) – Centralna (gmina Mszana – Połomia),
- Rybnicka – Jastrzębska (Wodzisław Śląski).

Wśród wybranych jest 8 punktów I klasy, a pozostałe 24 punkty, to punkty II klasy. Dane o tych punktach są zawarte w kartach informacyjnych – na Rys. 7.8. pokazano przykładową kartę dla punktu 7540030.

Karta informacyjna punktu geodezyjnej osnowy wysokościowej zawiera:

- nazwę punktu,
- jego lokalizację,
- opis topograficzny,
- współrzędne punktów,
- wyniki pomiaru wysokości,
- miejsce osadzenia punktu,
- rodzaj i sposób stabilizacji,
- wyniki inwentaryzacji punktu.

KARTA INFORMACYJNA PUNKTU GEODEZYJNEJ OSNOWY WYSOKOŚCIOWEJ		Klasa punktu I	Numer punktu 754 0030
Miejsce położenia punktu Markłowice, ul. Wyzwolenia 84		Pierwotny numer punktu 5313 30	
Opis topograficzny punktu 	Godło mapy zasadniczej 531.334.151		POZIOM ODNIESIENIA KRONSTADT - 86
	X = 842757.00 Y = 206986.00		
WYSOKOŚĆ PUNKTU			
OPERAT	DATA	H	m _H UWAGI
220/14/24/73	1970	272.5062	KRONSTADT II kl.
220/14/27/74	1972-73	272.4987	KRONSTADT II kl.
220/14/39/76	1974	272.4951	KRONSTADT II kl.
220/14/27/86	1985-86	272.4655	KRONSTADT-86 I kl.
400/26/94	1994.09	271.4965	0.0026 KRONSTADT-86 I kl.
400/53/97	1996-10	271.4544	0.0019 KRONSTADT-86 I kl.
INWENTARYZACJA PUNKTU			
OPERAT	DATA	WYNIKI INWENTARYZACJI	
400/53/97	1996-08	stan dobry	
<div style="float: right; border: 1px solid red; padding: 2px;"> Starostwo Powiatowe w Wodzisławiu Śląskim Wydział Geodezji Program (Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej) YAC 11 35 25 / 02 ... za zgodność z oryginałem: 0030 Data: 08 SIE. 2008 (Signature) </div>			
Miejsce osadzenia punktu 		Rodzaj stabilizacji Typ 86b Reper ścienny żelazny 	
Cecha punktu br. Czy punkt znajduje się pod wpływem eksploatacji górniczej?		T	

Rys. 7.8. Karta informacyjna punktu geodezyjnej osnowy wysokościowej⁷⁶

Karty informacyjne pozostałych punktów zostały umieszczone w formie elektronicznej (skany) w załączniku 2 na płycie CD-R dołączonej do opracowania.

7.3.3. Dane o eksploatacji dokonanej

Na Rys. 7.7. pokazano schematycznie rozmieszczenie eksploatacji dokonanej w Polu Markłowice, a więc jednocześnie także na obszarze sekcji 754 (linia przerywana). Kontury eksploatacji poszczególnych kopalń oznaczono różnymi kolorami:

- zielonym eksploatację KWK „Jankowice”,
- czerwonym eksploatację KWK „Marcel”,
- niebieskim eksploatację KWK „1 Maja”.

W północnej części eksploatację prowadziła i nadal prowadzi KWK „Jankowice”, która wybiera wyżej zalegające pokłady południowej części niecki chwałowickiej.

⁷⁶ Materiały Powiatowego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Wodzisławiu Śląskim

Centralna część wybierana jest i w dalszym ciągu będzie eksploatowana przez KWK „Marcel” – są to pozostałe pokłady głównie serii 500.

W południowej części Pola Markłowice do 2000 roku, do czasu likwidacji, eksploatację prowadziła KWK „1 Maja” – były tam wybierane pokłady warstw brzeżnych serii 600 i 700.

Do dalszej analizy wybrano parcele eksploatacyjne znajdujące się w obrębie sekcji 754 oraz w pasie około 750 m wokół niej. Poniżej zaprezentowany zostanie opis tej eksploatacji. Obejmuje on okres od 1960 roku do 1.01.2009 roku.

Eksploatacja dokonana KWK „Jankowice”

W podanym powyżej okresie kopalnia wyeksploatowała 346 parcel w 49 pokładach serii warstw orzeskich (300), rudzkich (400) i siodłowych (500).

Warstwy orzeskie

W tej serii warstw prowadzono eksploatację w pokładach: 349, 350, 354, 356, 357, 357łd, 358, 360, 362, 362+364, 364/1, 364/2 i 364/1-2. Ściany w tych pokładach wybierano od początku 1960 do 1991 roku. Wszystkie eksploatowano systemem ścianowym z zawałem stropu. Grubość pokładów jest zróżnicowana: od 0,90 do 2,50 m, głębokość eksploatacji od 100 do 300 m.

Warstwy rudzkie

Prowadzono eksploatację w pokładach: 401/1, 401/3, 403/1, 403/2, 403/3, 404/1, 404/2, 404/3, 404/4, 404/5, 405/1, 405/2, 405/4, 406, 406/1, 406/2, 407/1-2, 407/1, 407/3, 408/1, 408/2, 409/1, 409/2, 410, 411/1, 413/1, 413/1-2, 415/2 i 417/1-2. To największa grupa eksploatowanych przez kopalnię pokładów przez okres od 1960 roku do chwili obecnej. Ich miąższości i głębokość zalegania jest bardzo zróżnicowana.

Warstwy siodłowe

Prace prowadzone były w pokładach 501/2, 503-504, 504, 505wd, 505wg i 506. Eksploatacja w tych pokładach została rozpoczęta 1983 roku. Tylko 8 ścian w pokładach 503-504, 505wd i 505wg wybrano z podsadzką hydrauliczną, pozostałych 5 – z zawałem stropu. Eksploatacja była prowadzona na głębokościach od 180 do 500 m; miąższość pokładów jest znaczna: od 2,80 do 3,90 m. Wybiegi ścian bardzo zróżnicowane – 54 do 177 m dla eksploatacji podsadzkowej i od 385 do 722 m w przypadku eksploatacji z zawałem stropu.

Eksploracja dokonana KWK „Marcel”

Ponieważ ta eksploatacja ma największy wpływ na sieć punktów geodezyjnych zastabilizowanych w tym rejonie, zostanie bardziej szczegółowo scharakteryzowana.

W okresie od 1978 roku do 1.01.2009 roku kopalnia wybrała 90 parcel eksploatacyjnych w 9 pokładach serii warstw rudzkich i siodłowych. Wszystkie były prowadzone systemem ścianowym, głównie z zawalem stropu, tylko pod samym centrum Markłowic (partia P złoża) stosowano podsadzkę hydrauliczną.

Warstwy rudzkie

Pokład 415/2

Od 1983 do 1997 roku prowadzono eksploatację 31 ścian na głębokości od 156 do 480 m, miąższość pokładu wynosiła od 1,80 do 2,80 m, wybiegi ścian zróżnicowane: od 160 do 1200 m.

Pokład 417

W latach 1984 do 2002 wybrano 21 ścian na głębokości od 145 do 465 m, miąższość pokładu w zakresie od 3,00 do 4,00 m, wybiegi od 2570 do 1530 m.

Warstwy siodłowe

Pokład 501/2

W okresie 1978 do 1987 roku wybrano 7 ścian o miąższości 1,80 m na średniej głębokości około 370 m, wybiegi ścian od 350 do 920 m.

Pokład 501/3

Od 1987 do 2008 roku prowadzono eksploatację 19 ścian na głębokości od 180 do 548 m. Miąższość pokładu wynosiła od 2,15 do 3,60 m, wybiegi od 300 do 1110 m.

Pokład 502/1

W 2006 roku wyeksploatowano jedną ścianę na głębokości 390 m, grubość pokładu wynosiła 2,60 m, a wybieg 545 m.

Pokład 502/2

W tym pokładzie również wybrano jedną ścianę. Eksploatowano na głębokości 436 m, wybieg ściany wyniósł 342 m.

Pokład 503-504

W latach 2005 do 2008 wybrano dwie ściany w pokładzie o miąższości dochodzącej do 4,00 m. Eksploatacja była średnio na głębokości około 400 m. Wybiegi ścian wyniosły 1135 i 1480 m.

Pokład 505st

Od 2002 roku wybrano 6 ścian – eksploatacja nadal jest prowadzona. Głębokość tej eksploatacji: od 269 do 503 m; wybiegi ścian od 442 do 1365 m.

Pokład 507st

Eksploatację w tym pokładzie rozpoczęto w 2006 roku. Jedną ścianę zakończono, druga jest w trakcie eksploatacji. Średnia jej głębokość to 300 m, wybiegi ścian: 847 i 1090 m.

Eksploatacja dokonana KWK „1-Maja”

Od 1963 do marca 2001 roku, gdy eksploatacja w tej kopalni została zaniechana, wybrano 285 parcel eksploatacyjnych w 18 pokładach warstw brzeżnych (porębskich – 600, jakłowieckich – 700).

Warstwy porębskie

Eksploatacja prowadzona była w pokładach: 603, 606, 607, 610, 614, 615, 616, 620/1, 620/2, 624, 626, 627/2, 630/1 i 630/2. Są to zwykle pokłady o bardzo małej miąższości: od 0,80 do 2,00 m. Wszystkie wybierane były systemem ścianowym z zawałem stropu przy użyciu struga węglowego. Głębokość zalegania pokładów od około 300 do ponad 800 m; wybiegi ścian od 40 do 1530 m.

Warstwy jakłowieckie

Od roku 1972 do czasu likwidacji kopalni eksploatację górniczą prowadzono w pokładach: 703, 707, 710 i 718. Pokłady tej serii również są małej miąższości – od 0,70 do 1,50 m. Także były wybierane systemem ścianowym z zawałem stropu przy pomocy struga węglowego. Pokłady te zalegają na głębokościach od 292 do 842 m. Ściany miały wybiegi od 130 do 1100 m.

Dane w postaci cyfrowej zostały zapisane w załączniku 3 na płycie CD-R dołączonej do opracowania.

7.4. Informacje o wykorzystanym oprogramowaniu

Do badania przemieszczeń punktów geodezyjnych użyto programu EXPLON ver. 5.1., który jest integralną częścią tej pracy doktorskiej. Został on stworzony specjalnie do tego celu przez Tomasza Niemca z Przedsiębiorstwa Usług Geodezyjnych KWANT z Jastrzębia Zdroju, który od wielu lat zajmuje się kwantowym modelem deformacji górotworu jako skutku eksploatacji górniczej [23]-[31].

W rozdziale 5.4. wspomniano o podziale teorii ruchów górotworu na trzy zasadnicze grupy:

- geometryczno-całkowe,
- stochastyczne,
- ośrodków ciągłych.

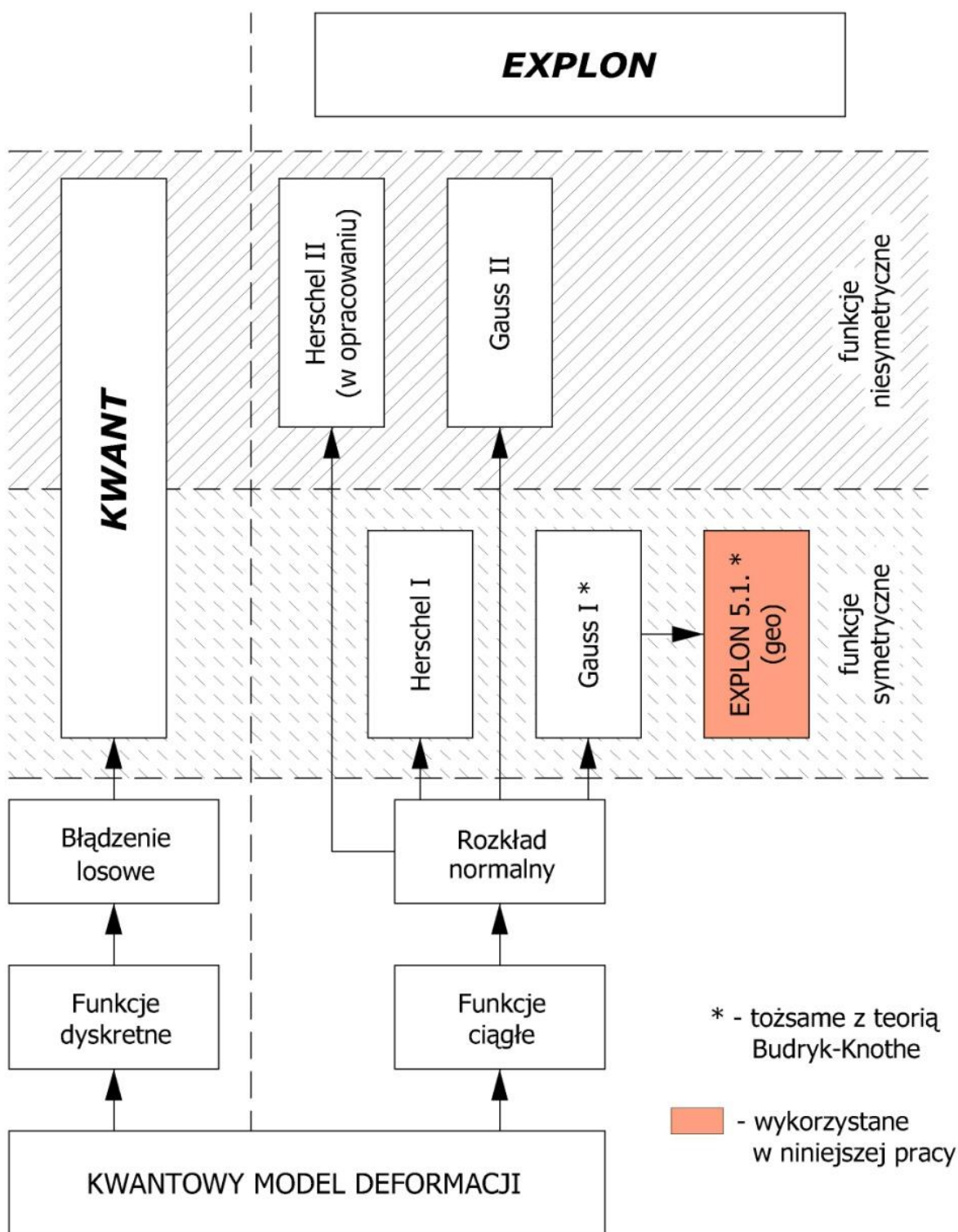
Kwantowy model deformacji opiera się na dwóch pierwszych grupach teorii, co zostało zrealizowane przez opracowanie odpowiednich programów (Rys. 7.10.):

- rodzina programów KWANT, oparta o funkcje dyskretne [23, 27, 31],
- rodzina programów EXPLON oparta o funkcje ciągłe [24, 25, 26, 28, 29, 30].

W obu rodzinach istnieją możliwości modelowania wpływów o charakterze symetrycznym i niesymetrycznym. Tabela 7.1. przedstawia wykaz wskaźników deformacji określanych za pomocą programów z rodzin *Explon* i *Kwant* wraz ze współczynnikami zmienności.

W niniejszej pracy posłużono się programem EXPLON 5.1 (geo) z rodziny EXPLON - odmiana Gauss I, czyli opartej o symetryczne funkcje wpływów.

Służy on do prognozowania i śledzenia zmian położenia punktów geodezyjnych zastabilizowanych na terenach górniczych, które to zmiany występują na skutek prowadzonej eksploatacji górniczej. Prognozą objęte mogą być zarówno punkty osnowy poziomej, dla których określa się prawdopodobną zmianę współrzędnych sytuacyjnych, jak również punkty osnowy wysokościowej, dla których prognozuje się przemieszczenia pionowe (osiadania).



Rys. 7.10. Rodziny programów realizujących obliczenia na podstawie kwantowego modelu deformacji⁷⁸

⁷⁸ Przedsiębiorstwo Usług Geodezyjnych KWANT, Tomasz NIEMIEC

Wykaz wskaźników deformacji określanych
za pomocą programów *Explon* i *Kwant*

Tablica 7.1.

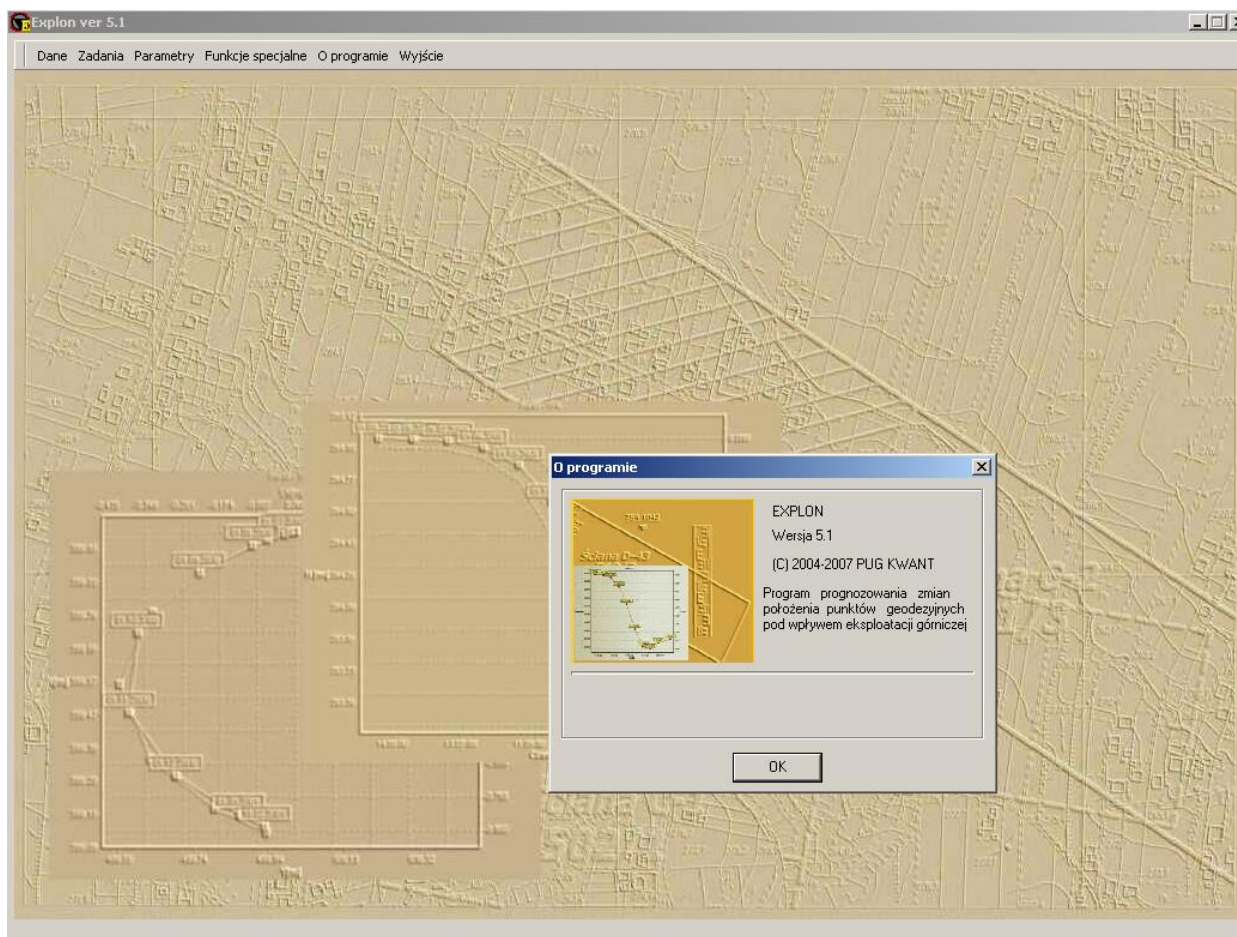
Lp.	Wskaźnik	Oznaczenie wskaźnika	<i>Explon</i>				<i>Kwant</i>	Oznaczenie pochodnej po czasie	<i>Explon</i>			<i>Kwant</i>	Współczynnik zmienności	<i>Kwant</i>
			Explon 5.1 geo	Gauss I	Gauss II	Herschel I			Gauss I	Gauss II	Herschel I			
1.	obniżenie po osi z	w	+	+	+	+	+	\dot{w}	+	+	+	+	Mw	+
2.	przesunięcie po osi x	u ₁	+	+	+	+	+	\dot{u}_1	+	+	+	+	Mu ₁	+
3.	przesunięcie po osi y	u ₂	+	+	+	+	+	\dot{u}_2	+	+	+	+	Mu ₂	+
4.	wypadkowe przesunięcie poziome	u _{max}	+	+	+	+	+	\dot{u}_{max}	+	+	+	+	Mu _{max}	+
1. pochodne po odległości														
5.	nachylenie po osi x	t ₁	-	+	+	+	+	\dot{t}_1	+	+	+	+	Mt ₁	+
6.	nachylenie po osi y	t ₂	-	+	+	+	+	\dot{t}_2	+	+	+	+	Mt ₂	+
7.	wypadkowe nachylenie	t _{max}	-	+	+	+	+	\dot{t}_{max}	+	+	+	+	Mt _{max}	+
8.	odkształcenie poziome po osi x	ε ₁	-	+	+	+	+	$\dot{\epsilon}_1$	+	+	+	+	Me ₁	+
9.	odkształcenie poziome po osi y	ε ₂	-	+	+	+	+	$\dot{\epsilon}_2$	+	+	+	+	Me ₂	+
10.	odkształcenie poziome postaciowe	ε ₁₂	-	+	+	+	-	$\dot{\epsilon}_{12}$	+	+	+	-		-
11.	odkształcenie poziome główne 1	ε _{g1}	-	+	+	+	-	$\dot{\epsilon}_{g1}$	+	+	+	-		-
12.	odkształcenie poziome główne 2	ε _{g2}	-	+	+	+	-	$\dot{\epsilon}_{g2}$	+	+	+	-		-
13.	odkształcenie pionowe	ε _z	-	-	-	+	+	$\dot{\epsilon}_z$	-	-	+	+	Me _z	+
2. pochodne po odległości														
14.	krzywizna pionowa po osi x	k ₁		+	+	+	+	\dot{k}_1	+	+	+	+	Mk ₁	+
15.	krzywizna pionowa po osi y	k ₂	-	+	+	+	+	\dot{k}_2	+	+	+	+	Mk ₂	+
16.	krzywizna postaciowa	k ₁₂	-	+	+	+	-	\dot{k}_{12}	+	+	+	-		-
17.	krzywizna główna pionowa 1	k _{g1}	-	+	+	+	-	\dot{k}_{g1}	+	+	+	-		-
18.	krzywizna główna pionowa 2	k _{g2}	-	+	+	+	-	\dot{k}_{g2}	+	+	+	-		-

+ określa wartości wskaźników

- nie określa wartości wskaźników

Program Explon ver. 5.1. jest przeznaczony do pracy w środowisku MS Windows dowolnej wersji z zainstalowanymi aplikacjami do obsługi baz danych firmy Borland.

Poniżej ekran powitalny programu.



Rys. 7.11. Ekran powitalny programu Explon ver. 5.1

W programie wbudowana jest baza danych obiektów dwóch rodzajów:

- baza danych o eksploatacji,
- baza danych o punktach pomiarowych.

Dane o eksploatacji są zbierane w wydzielonych obszarach eksploatacji. Może nim być np. cała kopalnia, pole eksploatacyjne lub inna wydzielona część kopalni.

Baza danych o punktach pomiarowych składa się z dwóch elementów: bazy dla punktów osnowy poziomej i osobno dla punktów osnowy wysokościowej.

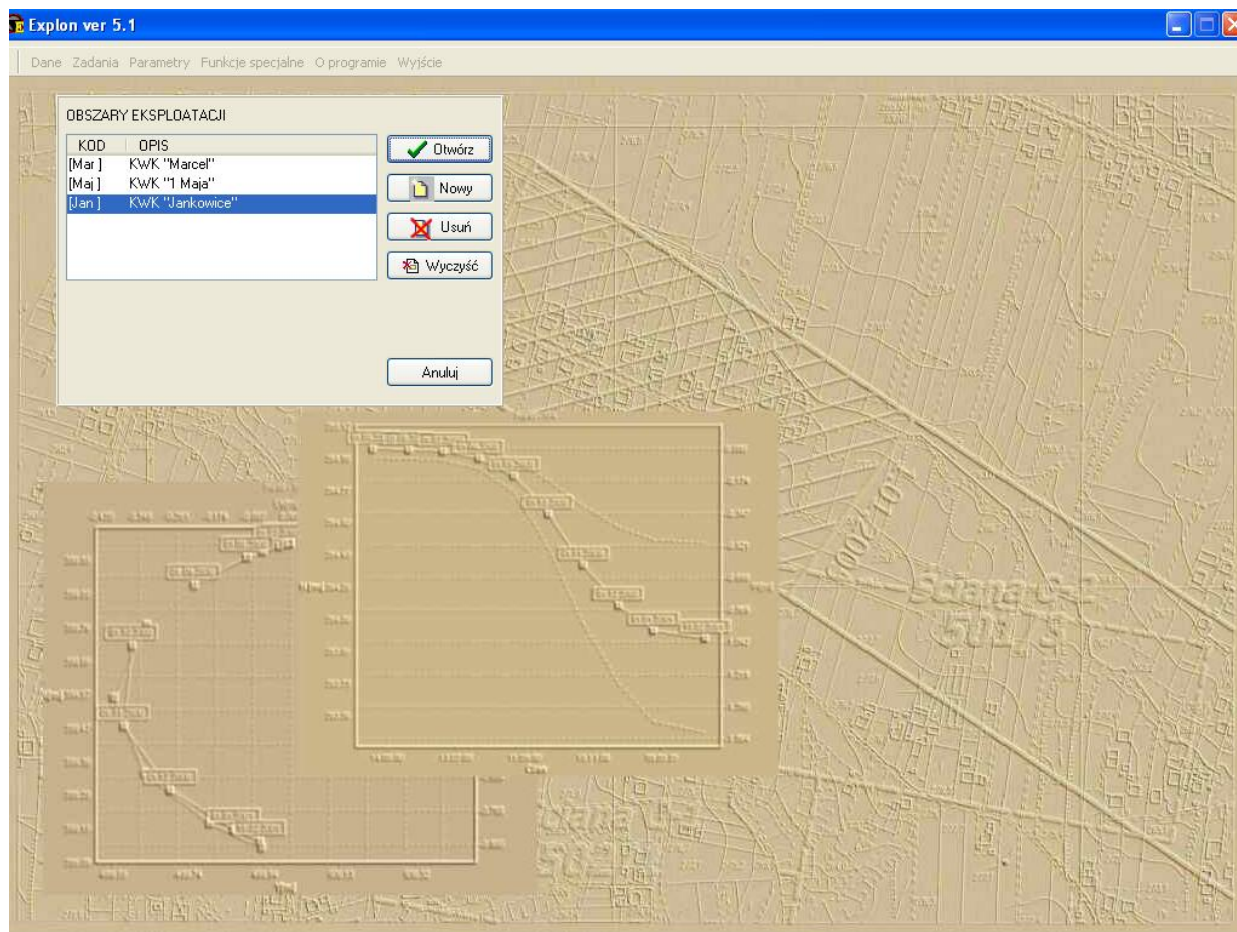
Dla wybranych punktów lub grup punktów tworzy się tzw. zadania. Z bazy danych o punktach wybiera się żądane punkty i na podstawie ich współrzędnych wbudowany algorytm wybiera z bazy danych o eksploatacji te ściany (parcele) eksploatacyjne, które mogły mieć wpływ na przemieszczenia (poziome lub pionowe) punktów geodezyjnych.

Po wykonaniu obliczeń przystępuje się do analizy wyników. Można to przeprowadzić na dwa sposoby: przeglądając wyniki liczbowe lub poprzez analizę graficzną, czyli tworzenie wykresów różnych wskaźników deformacji i porównywaniu ich przebiegu na podstawie pomiarów w stosunku do wykonanych obliczeń.

7.4.1. Baza danych o eksploatacji

Na Rys. 7.12. pokazano przykład zastosowania, gdy do programu wprowadzono dane o eksploatacji trzech kopalń (KWK „Marcel”, KWK „Jankowice” i KWK „1 Maja”) i każdemu z tych trzech obszarów eksploatacji przypisano krótki kod (może składać się maksimum z 4 znaków) pozwalający w trakcie dalszej pracy w prosty sposób zidentyfikować używane do obliczeń dane.

Dane do bazy można wprowadzać z klawiatury lub wczytać całe pliki danych o eksploatacji zapisane w formacie odpowiednim dla programów serii EDN stworzonych przez prof. Białka z Politechniki Śląskiej. Używa się do tego opcji programu **IMPORT** – ten sposób jest bardziej efektywny i zalecany przez autorów. W trakcie importu danych można jednocześnie dokonać transformacji ich współrzędnych.



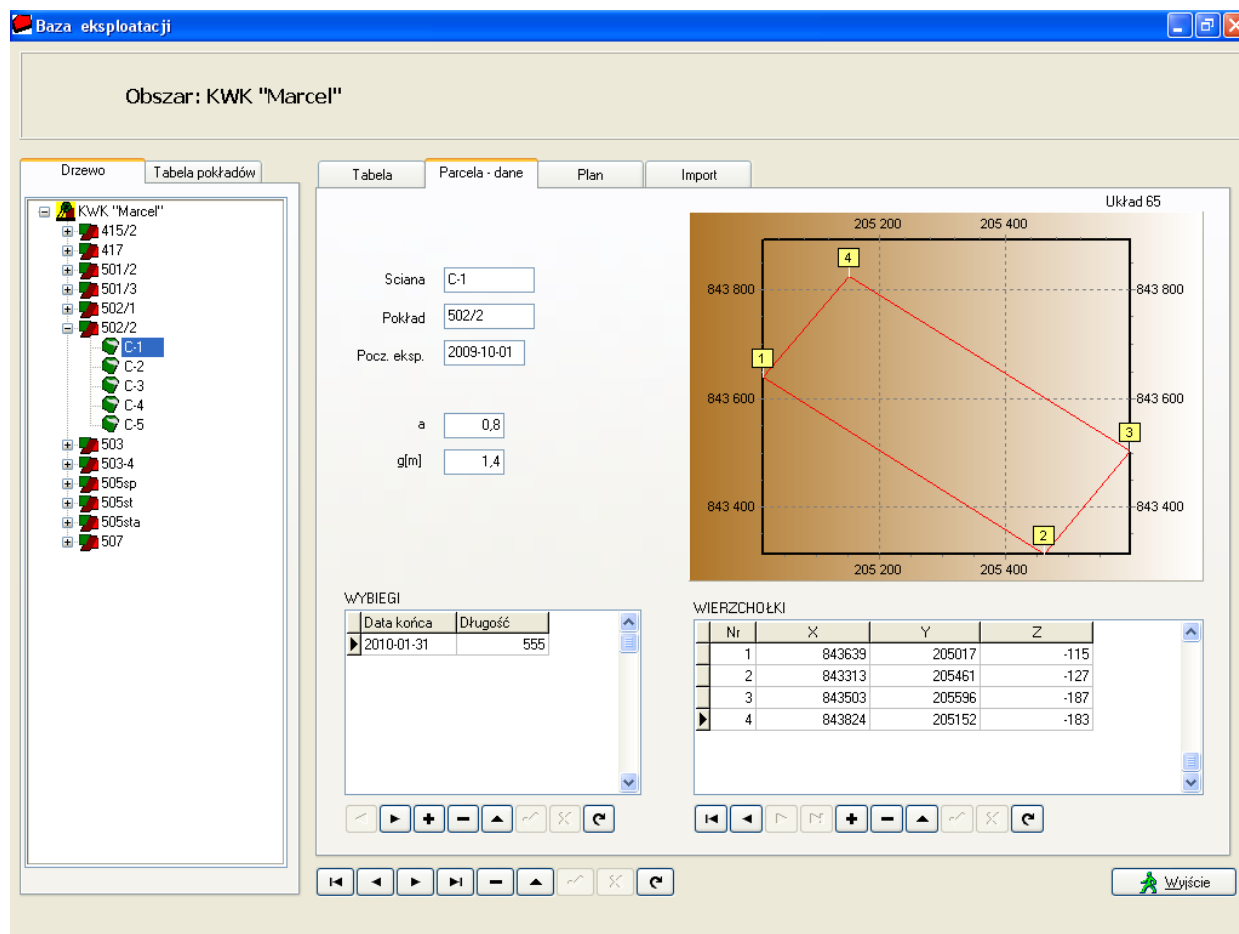
Rys. 7.12. Menu wyboru obszaru eksploatacji

Poniżej na Rys. 7.13. przedstawiono przykładowy wygląd bazy dla obszaru eksploatacji KWK „Marcel”.

Pokazano zbiory danych o wszystkich pokładach i parcelach w nich eksploatowanych, a także dane geometryczne, obliczeniowe i opisowe.

Wszystkie wielkości w bazie można dowolnie edytować, dodawać nowe, kasować itp.

Więcej na temat znajduje się w *Instrukcji obsługi programu Explon ver. 5.1.* stanowiącej załącznik 5.



Rys.7.13. Przykład danych dla obszaru eksploatacji

7.4.2. Baza danych o punktach pomiarowych

Składa się ona z dwóch elementów: bazy dla punktów osnowy poziomej i osobno dla punktów osnowy wysokościowej. Na Rys. 7.14. pokazano przykład jak zorganizowane są dane w drugiej z wymienionych baz.

Górna tabela zawiera wykaz wszystkich wpisanych do niej punktów geodezyjnych, w dolnej tabeli znajdują się dane o zmianach wysokości w czasie dla wybranego punktu, w tym przykładzie 754-0030.

Dane można w dowolny sposób edytować: dodawać nowe, uzupełniać, kasować itp.

Można także na wykresie prześledzić zmiany wysokości (na podstawie pomiarów) punktu w czasie – przykłady znajdują się w załączniku 5.

Punkty geodezyjne - obsługa bazy

OSNOWA WYSOKOŚCIOWA

Nazwa punktu: 7540030

Znajdź punkt: [] [] [] []

Nazwa	Ostatni pomiar	X	Y	H	Klasa	mp	Opis
7540030	2003-12-01	842757	206986	271,4544	II	0,0019	Marklowice, Wyzwolenia 54
7540031	1997-12-15	842962	206193	265,3303	II	0,0019	Marklowice, Wyzwolenia 98
7540032	1996-10-15	842832	205690	256,7338	II	0,0026	Marklowice, Wyzwolenia 128
7540033	1996-10-15	842909	205560	266,1445	II	0,0019	Marklowice, Wyzwolenia 134
7540034	1996-10-15	843032	205260	252,1607	II	0,0019	Marklowice, Wyzwolenia 154
7540035	1996-10-15	842857	204149	247,7446	II	0,0017	Marklowice, Wyzwolenia 208
7541042	1996-10-15	842984	204853	252,3690	II	0,0018	Marklowice, Szyb II

Ilość pozycji: 7

Edytuj tabele [] [] [] []

Data pomiaru	X	Y	H	Klasa	mp	Uwagi
1970-07-01	842757	206986	272,5062	II	0,0026	220/14/24/73
1973-01-01	842757	206986	272,4987	II	0,0026	220/14/27/74
1974-07-01	842757	206986	272,4951	II	0,0026	220/14/39/76
1986-01-01	842757	206986	272,4655	I	0,0026	220/14/27/86
1994-09-15	842757	206986	271,4965	II	0,0026	400/26/94
1996-10-15	842757	206986	271,4544	II	0,0019	400/53/97

Wykres [] Wyjście []

Raport punktów

Tytuł raportu: [] Wykonaj []

Rys. 7.14. Przykład danych o punktach osnowy wysokościowej

7.4.3. Zadania obliczeniowe

Dla wybranych punktów lub grup punktów tworzy się tzw. zadania. Z bazy danych o punktach (osnowy poziomej lub wysokościowej) wybiera się żądane punkty i na podstawie ich współrzędnych wbudowany algorytm wybiera z bazy danych o eksploatacji te ściany (parcele) eksploatacyjne, które mogły mieć wpływ na przemieszczenia (poziome i pionowe) punktów obserwacyjnych. Poniżej – na Rys. 7.15. - wygląd programu po wybraniu danych dla zadania **Rzeźba terenu**. Dotyczy ono osnowy wysokościowej. Na ekranie pokazane są kolejno: dane opisowe i parametry obliczeniowe, z prawej u góry – wybrane do obliczeń punkty i parcele eksploatacyjne, w dolnej części szkic tych parcel i lokalizację punktów, a z prawej strony u dołu listę pokładów – można na szkicu wyświetlać zaznaczone, pozostałe wygasić i w ten sposób analizować wzajemne położenie parcel i punktów.

Zadania Punkty Parcele Obliczenia Wyniki Wyjście

Nazwa P1ezsba terenu

Opis Aktualizacja rzezyby terenu w Marklowicach

Osnowa wysokościcciowa

Data otwarcia 2008-06-26 **Prognoza na dzien** 1996-10-15

Parametry

$tg \beta$ 2,00 c 0,01

B 0,40 Vg 12,00

Punkty	Obszar/Poklad	Parcele	Data pocz.
7540030	(Maj) 603	DM-2	1986-03-01
7540031	(Maj) 603	DM-4a	1991-03-01
7540032	(Maj) 603	DM-4b	1990-03-01
7540033	(Maj) 603	DM-6	1992-04-01
7540034	(Maj) 603	DM-6a	1993-03-01
7540035	(Maj) 607	DM-2	1994-01-01
7541042	(Maj) 607	DM4	1995-02-01
	(Mar) 415/2	C-7	1995-04-01
	(Mar) 415/2	C-8	1996-05-15
	(Mar) 415/2	P-1	1979-10-01
	(Mar) 415/2	P-1a	1988-04-01
	(Mar) 415/2	P-2	1980-07-01

Plan sytuacyjny

Wybór pokladów do prezentacji

Nazwa pokladu	Wybór
(Maj) 603	<input checked="" type="checkbox"/>
(Maj) 607	<input checked="" type="checkbox"/>
(Mar) 415/2	<input checked="" type="checkbox"/>
(Mar) 417	<input checked="" type="checkbox"/>
(Mar) 501/2	<input checked="" type="checkbox"/>
(Mar) 501/3	<input checked="" type="checkbox"/>

Oznacz parcele

Poklady: (Maj) 603, (Maj) 607, (Mar) 415/2, (Mar) 417, (Mar) 501/2, (Mar) 501/3

Map coordinates: X-axis (0 to 208 000), Y-axis (0 to 845 600). Grid lines are spaced every 100 units.

Rys. 7.15. Przykład zadania obliczeniowego

Po wykonaniu obliczeń przystępuje się do analizy wyników. Można to przeprowadzić na dwa sposoby: przeglądając wyniki liczbowe lub analizę graficzną. Druga metoda polega na tworzeniu wykresów różnych wskaźników deformacji i porównywaniu ich przebiegu na podstawie pomiarów w stosunku do wykonanych obliczeń.

Dla osnowy wysokościowej program może wyświetlić następujące wykresy:

- **W(czas)** - zmian wysokości w czasie,
- **W(czas)+pom** - zmian wysokości w czasie łącznie z danymi z pomiarów,
- **U_x(czas)** - przemieszczeń po osi X w czasie,
- **U_x(czas)+pom** - przemieszczeń po osi X w czasie łącznie z pomiarami,
- **U_y(czas)** przemieszczeń po osi Y w czasie,
- **U_y(czas)+pom** - przemieszczeń po osi Y w czasie łącznie z pomiarami,
- **U_{max}(czas)** - przemieszczeń maksymalnych,
- **W'(czas)** - prędkości osiadań punktu w czasie,
- **U'_x(czas)** - prędkości przemieszczeń w czasie po osi X,
- **U'_y(czas)** - prędkości przemieszczeń w czasie po osi Y,
- **U'_{max}(czas)** - maksymalnych prędkości przemieszczeń w czasie,
- **U_x(U_y)** - przemieszczeń poziomych w płaszczyźnie poziomej,
- **U_x(U_y)+pom** - przemieszczeń poziomych razem z danymi z pomiarów,
- **U'_x(U'_y)** - prędkości przemieszczeń w płaszczyźnie poziomej

Należy przy tym pamiętać, że dla punktów wysokościowych współrzędne sytuacyjne nie są podawane dokładnie, zwykle graficznie odczytywane z mapy, stąd też wykresy dotyczące przemieszczeń poziomych trzeba traktować tylko orientacyjnie.

Poniżej – na Rys. 7.16. - przykładowo pokazano wykres zmian wysokości (osiadań) w czasie zawierający wyniki obliczeń i dane z pomiarów.

Linią zieloną pokazano wykres osiadań utworzony na podstawie pomiarów, natomiast linią czerwoną wykres z obliczeń wykonanych przez program.

Dla osnowy poziomej również można utworzyć odrębne zadania obliczeniowe.



Rys. 7.16. Przykład wykresu zmian osiadań w czasie

Na Rys. 7.17. pokazano jego przykład o nazwie **Wodociąg Marklowice**. Sprawdzano w nim, czy wybrane do pomiaru inwentaryzacyjnego punkty poziomej osnowy geodezyjnej mogły zmienić swoje współrzędne na skutek prowadzonej tam eksploatacji górniczej.

Tak samo jak dla punktów osnowy wysokościowej, na ekranie pokazane są kolejno: dane opisowe i parametry obliczeniowe, z prawej u góry – wybrane do obliczeń punkty i parcele eksploatacyjne, w dolnej części szkic tych parcel i lokalizację punktów, a z prawej strony u dołu listę pokładów – można na szkicu wyświetlać zaznaczone, pozostałe wygasić i w ten sposób analizować wzajemne położenie parcel i punktów.

Podobnie jak dla osnowy wysokościowej, po wykonaniu obliczeń przystępuje się do analizy wyników. Można to przeprowadzić na dwa sposoby: przeglądając wyniki liczbowe lub analizę graficzną. Pierwsza metoda nie wymaga komentarza, natomiast druga polega na tworzeniu wykresów różnych wskaźników deformacji i porównywaniu ich przebiegu na podstawie pomiarów w stosunku do wykonanych obliczeń.

Dla osnowy poziomej program może wyświetlić te same wykresy, co dla osnowy wysokościowej. Pamiętać trzeba jednak o tym, że wykresy dotyczące zmian wysokości (osiadań) mogą być dalekie od rzeczywistości, ponieważ punkty te najczęściej nie posiadają określonej wysokości lub jest ona ustalona w przybliżeniu np. graficznie z mapy. Wykresy takie mogą tylko służyć do oszacowania osiadań w terenie, w którym nie ma osnowy wysokościowej.

Na Rys. 7.18. pokazano przykład wykresu **U_x(U_y)+pom** dla punktu 754-1500. Linia zieloną pokazano wyniki pomiarów, natomiast linią czerwoną wyniki obliczeń.

Wersję instalacyjną programu Explon ver. 5.1 zamieszczono na płycie CD-R – załącznik 4.

Zadania

Punkty Parcele Obliczenia Wyniki Wyjście

Nazwa Wodociąg Markłowice

Opis Pomiar wodociągu w Markłowicach przy ulicy Wyzwolenia

Osnowa pozioma

Data otwarcia 2008-06-26 **Prognoza na dzień** 1996-11-15

Parametry

tg β 2,00 **c** 0,01

B 0,40 **Vg** 12,00

Punkty	Obszar/Pokład	Parcele	Data pocz.
7541079	(Maj) 603	DM-2	1986-03-01
7541080	(Maj) 603	DM-4a	1991-03-01
7541089	(Maj) 603	DM-4b	1990-03-01
7541092	(Maj) 603	DM-6	1992-04-01
7541499	(Maj) 603	DM-6a	1993-03-01
7541500	(Maj) 607	DM-2	1994-01-01
7541501	(Maj) 607	DM4	1996-04-01
7541502	(Mar) 415/2	C-1	1994-07-01
7541503	(Mar) 415/2	C-2	1992-01-01
7541534	(Mar) 415/2	C-3	1990-01-01
	(Mar) 415/2	C-4	1987-11-01
	(Mar) 415/2	P-1	1979-10-01

[Plan sytuacyjny](#)

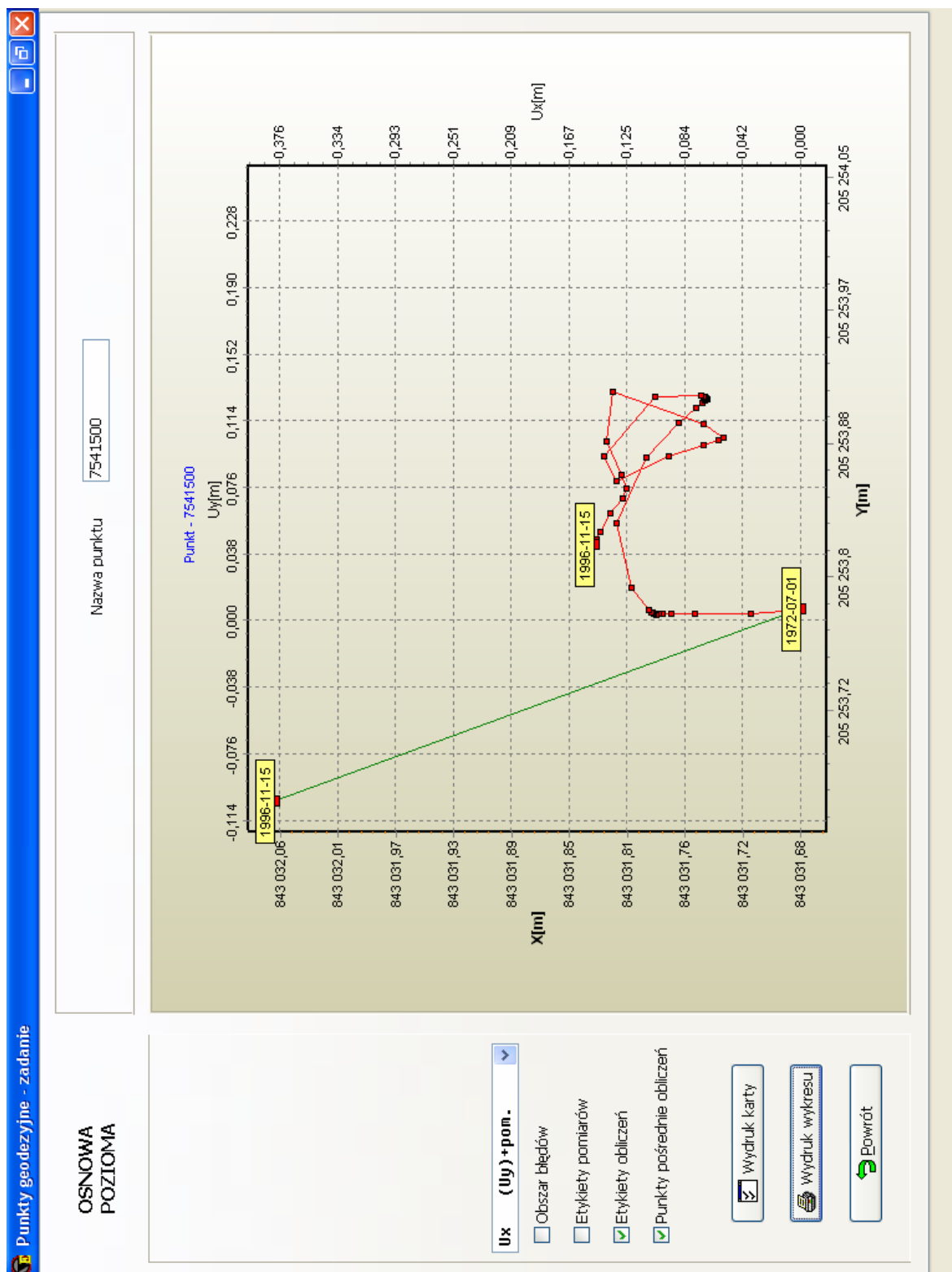
Wybór pokładów do prezentacji

Nazwa pokładu	Wybór
(Maj) 603	<input checked="" type="checkbox"/>
(Maj) 607	<input checked="" type="checkbox"/>
(Mar) 415/2	<input checked="" type="checkbox"/>
(Mar) 417	<input checked="" type="checkbox"/>
(Mar) 501/2	<input checked="" type="checkbox"/>
(Mar) 501/3	<input checked="" type="checkbox"/>

Oznacz parcele

Pokłady: (Maj) 603, (Maj) 607, (Mar) 415/2, (Mar) 417, (Mar) 501/2, (Mar) 501/3

Rys. 7.17. Przykład zadania obliczeniowego dla osnowy poziomej



Rys. 7.18. Przykład wykresu przemieszczeń punktu osnowy poziomej

7.5. Założenia przyjęte do badań

Dane do obliczeń opisane w punkcie 7.3. zostały wprowadzone do baz danych programu Explon ver. 5.1. Dane o punktach osnów geodezyjnych wpisano do odpowiednich baz danych, natomiast dla danych o eksploatacji utworzono trzy obszary eksploatacji o nazwach takich jak kopalnie, których dotyczą, czyli: KWK „1-Maja”, KWK „Marcel” i KWK „Jankowice”.

Algorytm programu Explon jest oparty na wzorach teorii Budryka-Knothego. Podstawowe parametry tej teorii przyjęto opierając się na wynikach opracowań wykonanych przez dwa zespoły:

– J. Białka⁷⁹, który ustalił ich wartości na:

$$\operatorname{tg}\beta = 2,0,$$

$$a = 0,85 \text{ (dla eksploatacji z zawałem stropu),}$$

– W. Dziurzyńskiego⁸⁰, który określił ich wartości na:

$$\operatorname{tg}\beta = 2,0,$$

$$a = 0,80 \text{ (dla eksploatacji z zawałem stropu),}$$

$$a = 0,15 - 0,36 \text{ (dla eksploatacji z podsadzką hydrauliczną).}$$

Określone w tych opracowaniach parametry są zgodne z wcześniejszymi doświadczeniami kopalń, szczególnie KWK „Marcel”, dlatego do obliczeń przyjęto:

$$\operatorname{tg}\beta = 2,0,$$

$$a = 0,80 \text{ (dla eksploatacji z zawałem stropu),}$$

$$a = 0,85 \text{ (dla eksploatacji wielokrotnej z zawałem stropu),}$$

$$a = 0,15 - 0,20 \text{ (dla eksploatacji z podsadzką hydrauliczną).}$$

Osobnym problemem było ustalenie, z jaką dokładnością są wyliczane wskaźniki deformacji wg teorii Budryka-Knothego. Z wielu opracowań wynika, że prognozowane wartości tych wskaźników są znacznie zawyżone

⁷⁹ Białek J., zespół wykonawców: *Analiza pomiarów deformacji terenu w Polu Marklowice wraz z optymalizacją zakresu i metodyki ich prowadzenia*. PPHU Góreks sp. z o. o., Gliwice, Rybnik, 2006

⁸⁰ Dziurzyński W. i zespół: *Określenie parametrów górotworu z części marklowickiej KW S.A. Oddział KWK „Marcel” na podstawie pomiarów geodezyjnych*. Instytut Mechaniki Górotworu PAN, Kraków, 2007

w stosunku do wartości pomierzonych. W tabelicy 7.2. zamieszczono wartości współczynnika zmienności wskaźników wg różnych autorów.

Wartość współczynnika zmienności wskaźników deformacji

Tabela 7.2.

Wskaźnik deformacji	według Popiołka ⁸¹ [%]	według Ostrowskiego ⁸² [%]	według Stocha ⁸³ [%]
Obniżenie W	±3,6	±6,0	±1,3
Nachylenie T	±13,2	±4,4	±7,0
Przemieszczenie poziome u	±12,9	±65,8	±4,5
Krzywizna K	±42,9	±13,2	±47,8
Odkształcenie poziome rozciągające +ε	±20,0	±30,0	±20,5
Odkształcenie poziome ściskające -ε	±30,0	±45,0	±25,9

Można zauważyć duże rozbieżności wśród autorów, szczególnie w odniesieniu do przemieszczeń poziomych. Dla potrzeb niniejszej pracy, bazując na zawartych w tabelicy wartościach, a także biorąc pod uwagę doświadczenia

⁸¹ Popiołek E., Ostrowski J.: *Próba ustalenia głównych przyczyn rozbieżności prognozowanych i obserwowanych poeksploatacyjnych wskaźników deformacji*. Ochrona Terenów Górniczych, nr 58, 1981

⁸² Ostrowski J.: *Probabilistyczna ocena zagrożenia powierzchni deformacjami górnictwami*. Prace naukowe GIG. Górnictwo i środowisko. Katowice, Nr V/2007

⁸³ Stoch T.: *Wpływ warunków geologiczno-górnictwowych eksploatacji złoża na losowość procesu przemieszczeń i deformacji powierzchni terenu*. Praca doktorska (niepublikowana), AGH, Kraków, 2005

kopalń przy obliczeniach prognozowanych wskaźników deformacji, przyjęto poniższe wskaźniki zmienności:

- dla obniżeń $M_D = \pm 10\%$,
- dla przemieszczeń poziomych $M_D = \pm 60\%$.

7.6. Badanie punktów geodezyjnej osnowy poziomej

Niestety wiele punktów (20) wpisanych do bazy danych nie jest przydatnych do analizy przemieszczeń poziomych, ponieważ wykonano tylko jeden pomiar współrzędnych sytuacyjnych, nie można więc prześledzić zmian ich wartości w czasie. Z tego powodu odrzucono punkty: 1385, 1497, 1499, 1501, 1502, 1503, 1504, 1522, 1523, 1524, 1530, 1534, 1577, 1579, 1580, 1583, 1584, 1586, 1587 i 1588. Dla pozostałych 29 punktów wykonano po dwa pomiary i właśnie dla nich wstępnie utworzono zadanie obliczeniowe. W dalszej kolejności wybrano eksploatację, która mogła mieć wpływ na ich przemieszczenia – Rys. 7.19.

Punkty zastabilizowane w zachodniej części obszaru badań przy ulicach Marklowickiej i Wiosny Ludów nie były pod wpływem eksploatacji górniczej. Pod ich wpływem były za to punkty zastabilizowane przy ulicach Zana, Bławatkowej i Wyzwolenia.

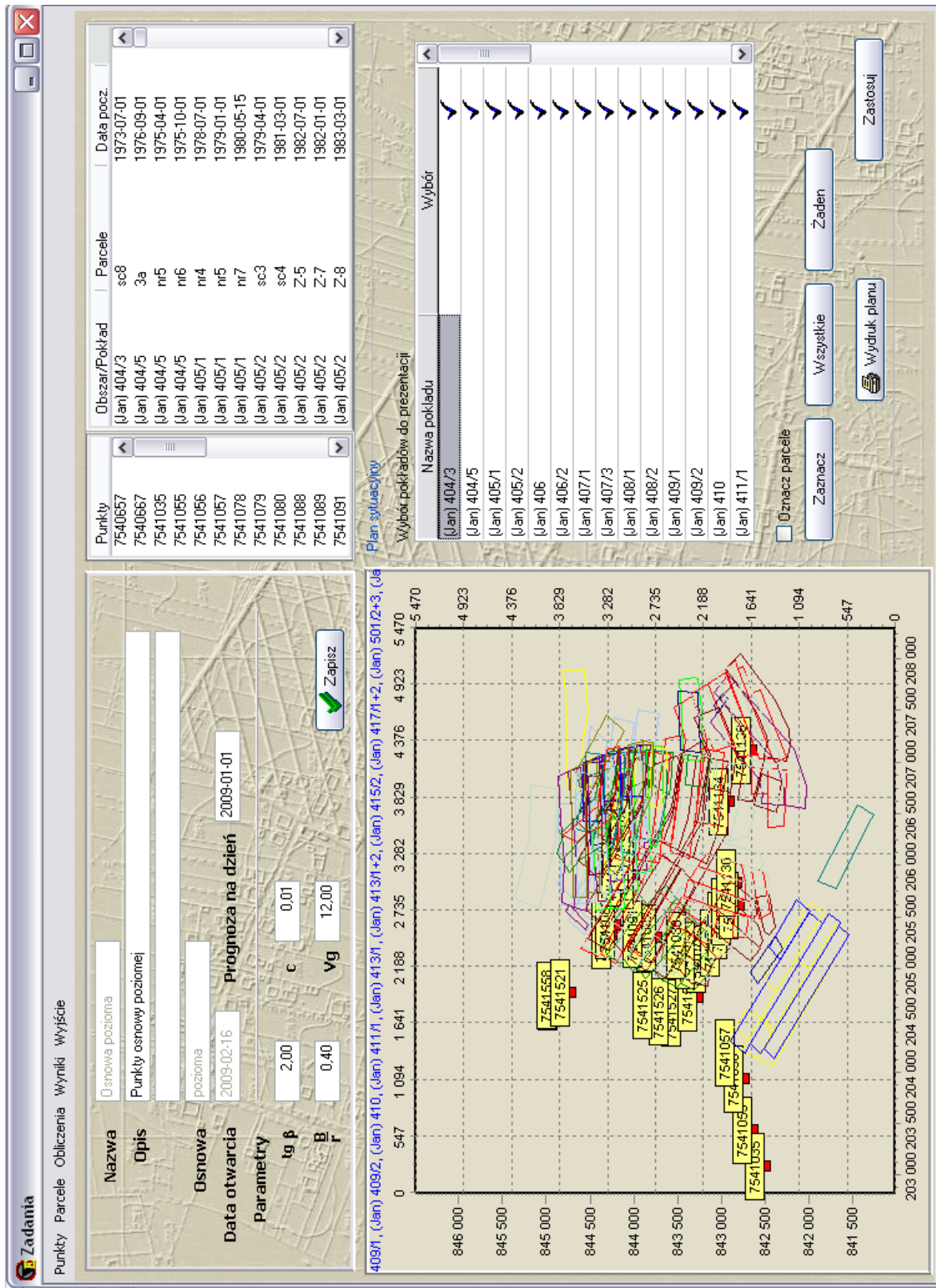
Do analizy wybrano po dwa punkty z każdej grupy.

7541136

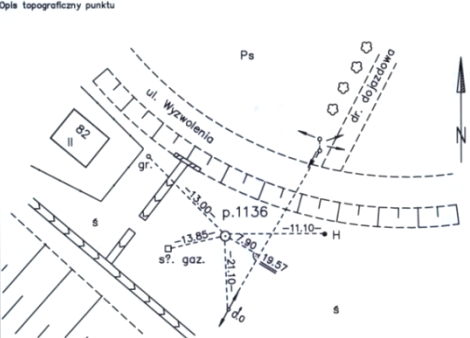

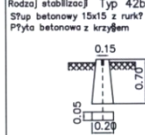
Na Rys. 7.20. pokazano kartę informacyjną tego punktu. Jest to punkt III klasy, dla którego wykonano dwa pomiary współrzędnych sytuacyjnych, jeden 1986 roku, a drugi w listopadzie 1996 roku. Ponieważ podane daty pomiaru są mało precyzyjne przyjęto w programie taką, która reprezentuje środek tego okresu tzn. dla 1986 roku przyjęto 1.07.1986, a dla XI.1996 – 15.11.1996 roku. Należy również dodać, że tak duża rozbieżność w ustalaniu czasu pomiaru ma bardzo poważny wpływ na dokładność wykonywanych obliczeń.

Dla punktu 7541136 utworzono zadanie obliczeniowe o nazwie takiej, jak jego numer, czyli w tym wypadku 7541136. Przyjęto, dla tego, jak i pozostałych analizowanych punktów, że prognoza będzie wykonana na

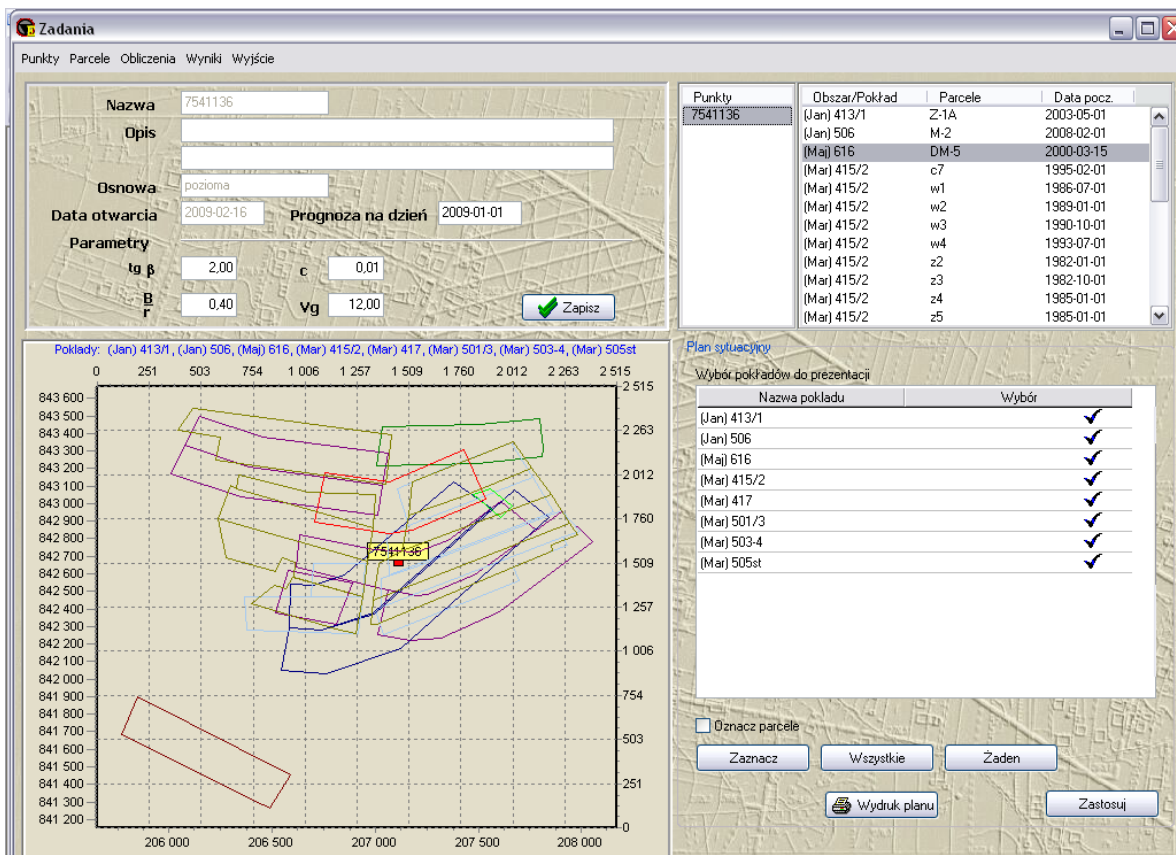
1.01.2009 roku – na Rys. 7.21. pokazano wygląd programu po utworzeniu tego zadania.



Rys. 7.19. Zadanie obliczeniowe Osnowa pozioma

KARTA INFORMACYJNA PUNKTU GEODEZYJNEJ OSNOWY POZIOMEJ		Klasa punktu III	Numer punktu 754 1136 00				
Miejsce położenia punktu Marklowice G?rne, ul. Wyzwolenia.		Godło mapy zasadniczej 531.334.151	Pierwotny numer punktu 1136				
Opis topograficzny punktu 		WSPŁĘDZONE PUNKTU					
		OPERAT	DATA	X	Y	H	m _p
		255/16/38/86	1986	842677.72	207115.58	-	-
		754/3/96	1996.11.	842677.32	207115.26	-	0.02
		UKŁAD SG-RÓW					
		754/3/96	1996.11.	-43934.86	-24055.75	-	0.02
Połączenie z innymi punktami 		INWENTARYZACJA PUNKTU					
Rodzaj stabilizacji Typ 42b Stup betonowy 15x15 z rurką Płyta betonowa z krzyżem 		OPERAT	DATA	WYNIKI INWENTARYZACJI			
Stabilizacja i opis przyjęte ze starego opisu. Przydatność punktu do pomiarów : GPS N Fotogram. T				<div style="border: 1px solid red; padding: 5px; width: fit-content;"> Starostwo Powiatowe w Wodzisławiu Śląskim Wydział Geodezji Powiatowy Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej Lp. 3589.108 z oryginału 1136 Data: 01.08.2008 </div>			

Rys. 7.20. Karta informacyjna punktu 7541136⁸⁴



Zadania
Punkty Parcele Obliczenia Wyniki Wyjście

Nazwa: 7541136
Opis:
Osnowa: pozioma
Data otwarcia: 2009-02-16 Prognoza na dzień: 2009-01-01
Parametry: tg β: 2.00, c: 0.01, B: 0.40, vg: 12.00

Punkty	Obszar/Pokład	Parcele	Data pocz.
7541136	(Jan) 413/1	Z-1A	2003-05-01
	(Jan) 506	M-2	2008-02-01
	(Maj) 616	DM-5	2000-03-15
	(Mar) 415/2	c7	1995-02-01
	(Mar) 415/2	w1	1986-07-01
	(Mar) 415/2	w2	1989-01-01
	(Mar) 415/2	w3	1990-10-01
	(Mar) 415/2	w4	1993-07-01
	(Mar) 415/2	z2	1982-01-01
	(Mar) 415/2	z3	1982-10-01
	(Mar) 415/2	z4	1985-01-01
	(Mar) 415/2	z5	1985-01-01

Plan sytuacyjny
Wybór pokładów do prezentacji

Nazwa pokładu	Wybór
(Jan) 413/1	<input checked="" type="checkbox"/>
(Jan) 506	<input checked="" type="checkbox"/>
(Maj) 616	<input checked="" type="checkbox"/>
(Mar) 415/2	<input checked="" type="checkbox"/>
(Mar) 417	<input checked="" type="checkbox"/>
(Mar) 501/3	<input checked="" type="checkbox"/>
(Mar) 503-4	<input checked="" type="checkbox"/>
(Mar) 505st	<input checked="" type="checkbox"/>

Oznacz parcele

Rys. 7.21. Zadanie obliczeniowe 7541136

⁸⁴ Materiały Powiatowego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Wodzisławiu Śląskim

Na punkt miały wpływ eksploatację kopalń: „Jankowice” (2 ściany), „1-Maja” (jedna ściana, znacznie oddalona na południowy zachód) oraz przede wszystkim „Marcel” – 23 ściany w pokładach 415/2, 417, 501/3, 503-504 i 505st.

Na Rys. 7.22. pokazano wykres przemieszczeń poziomych punktu dla okresu, gdy wykonano pomiary współrzędnych. Po osi X położenie punktu zmieniło się o 0,40 m, a po osi Y – o 0,32 m. Wypadkowy wektor przemieszczenia w okresie od 1986 do 1996 roku wynosi 0,51 m.



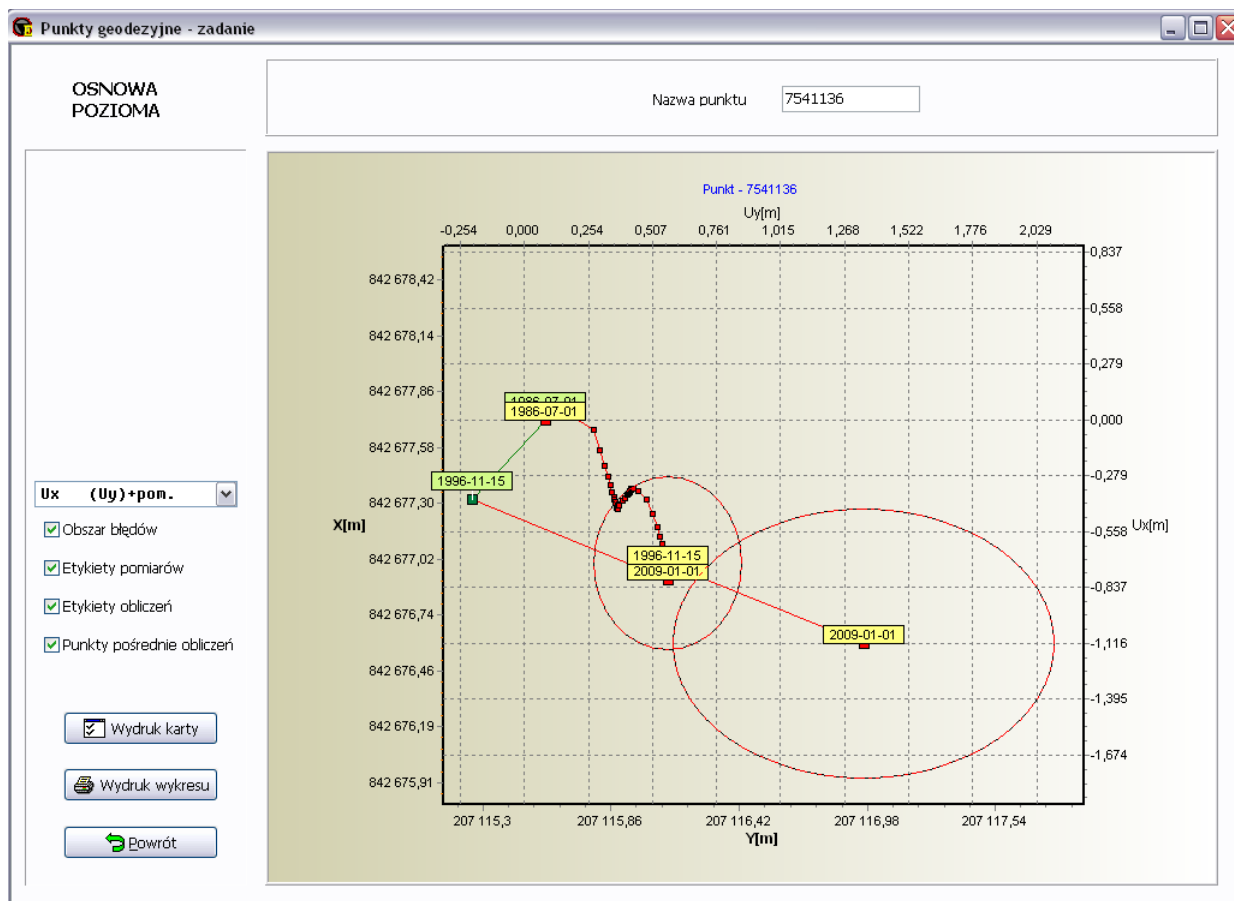
Rys. 7.22. Wykres przemieszczeń poziomych punktu 7541136

Na Rys. 7.23. poprzedni wykres został uzupełniony o wyniki obliczeń. Wartość przemieszczenia w latach 1986-1996 wg prognozy jest podobnego rzędu, jak ta z pomiarów, jednak kierunek zmian znacznie odbiega od pomiarów.



Rys. 7.23. Wykres przemieszczeń poziomych punktu 7541136 z prognozą

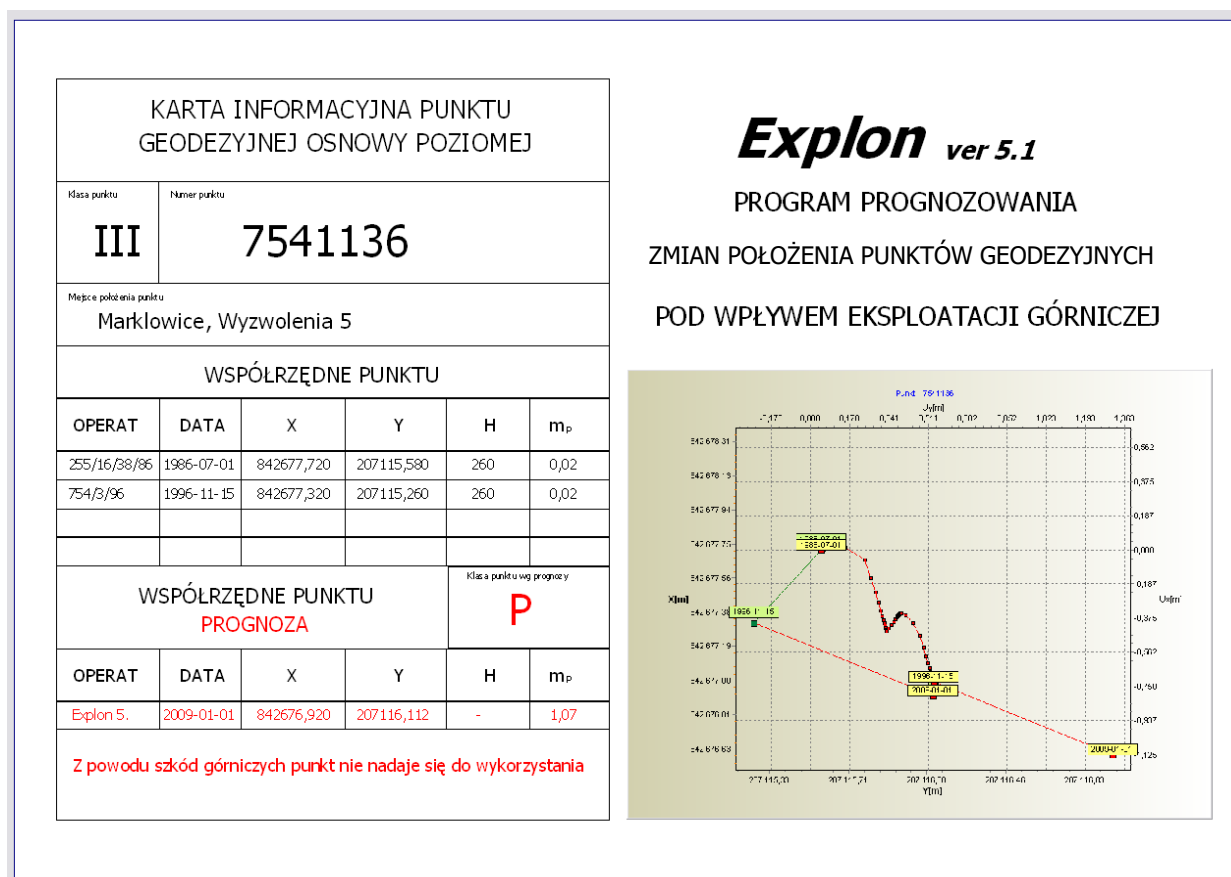
Linia zielona (pomiar) jest ze zrozumiałych względów prosta (tylko dwa pomiary), natomiast linia czerwona jest łamana, jej odcinki zmieniają kierunek, nawet wiele razy. Wynika to z faktu, że w tym rejonie eksploatacja górnicza była prowadzona wielokrotnie, w różnych okresach i wpływała na punkt z różnych kierunków.



Rys. 7.24. Obszar błędów +60%

Wartości przemieszczeń, zarówno te stwierdzone pomiarami (0,51 m), jak i wynikające z prognozy: za okres 1986-1996 wynoszące około 0,80 m, a także okres 1996-2009 – również wynoszące około 0,80 m mają tak duże wartości, że punkt o takiej charakterystyce jest całkowicie nieprzydatny do celów pomiarów geodezyjnych.

Na Rys. 7.25. pokazano przygotowaną do wydruku kartę informacyjną punktu wraz z prognozą.

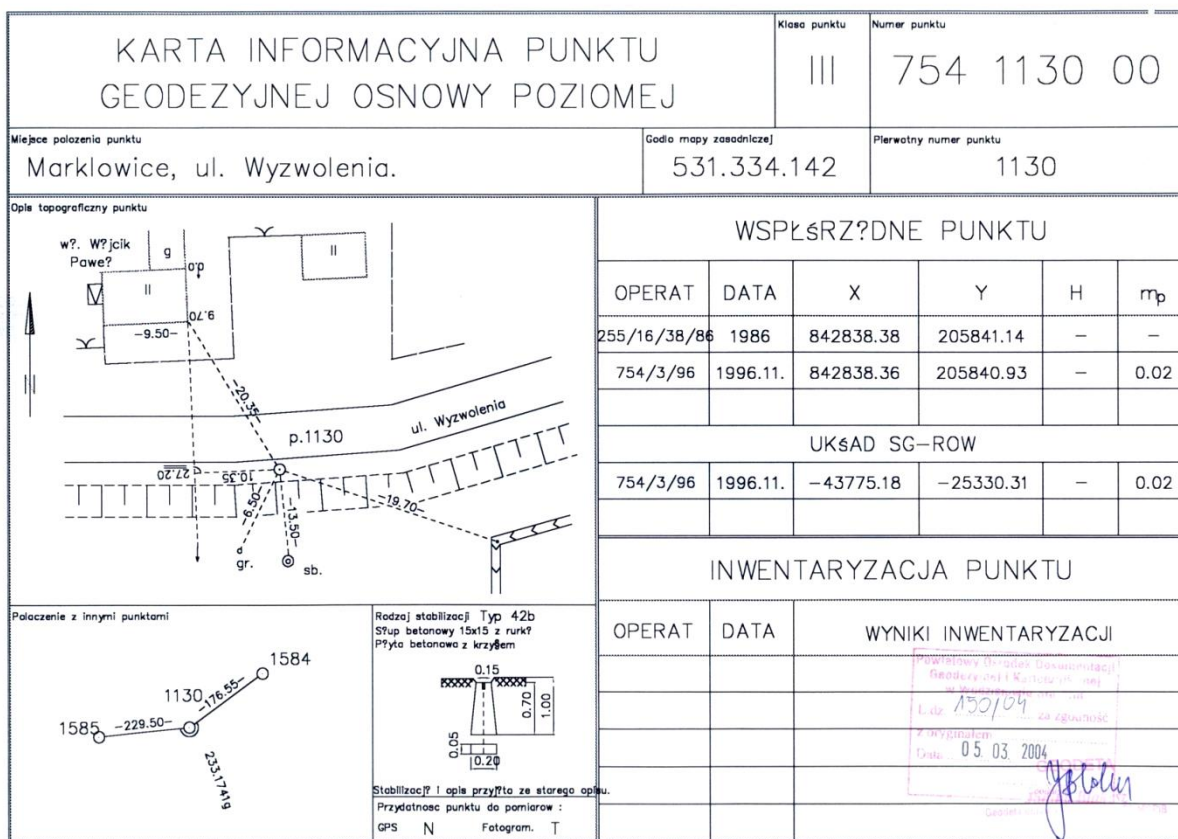


Rys. 7.25. Karta informacyjna punktu 7541136 z prognozą

7541130

Na Rys. 7.26. pokazano kartę informacyjną tego punktu. Jest to punkt III klasy, dla którego wykonano dwa pomiary współrzędnych sytuacyjnych, jeden w 1986 roku, a drugi w listopadzie 1996 roku. Ponieważ podane daty pomiaru są mało precyzyjne, przyjęto w programie – tak jak dla poprzedniego punktu – taką, która reprezentuje środek tego okresu tzn. dla 1986 roku przyjęto 1.07.1986, a dla XI.1996 – 15.11.1996 roku. Należy również dodać, że tak duża rozbieżność w ustalaniu czasu pomiaru ma bardzo poważny wpływ na dokładność wykonywanych obliczeń.

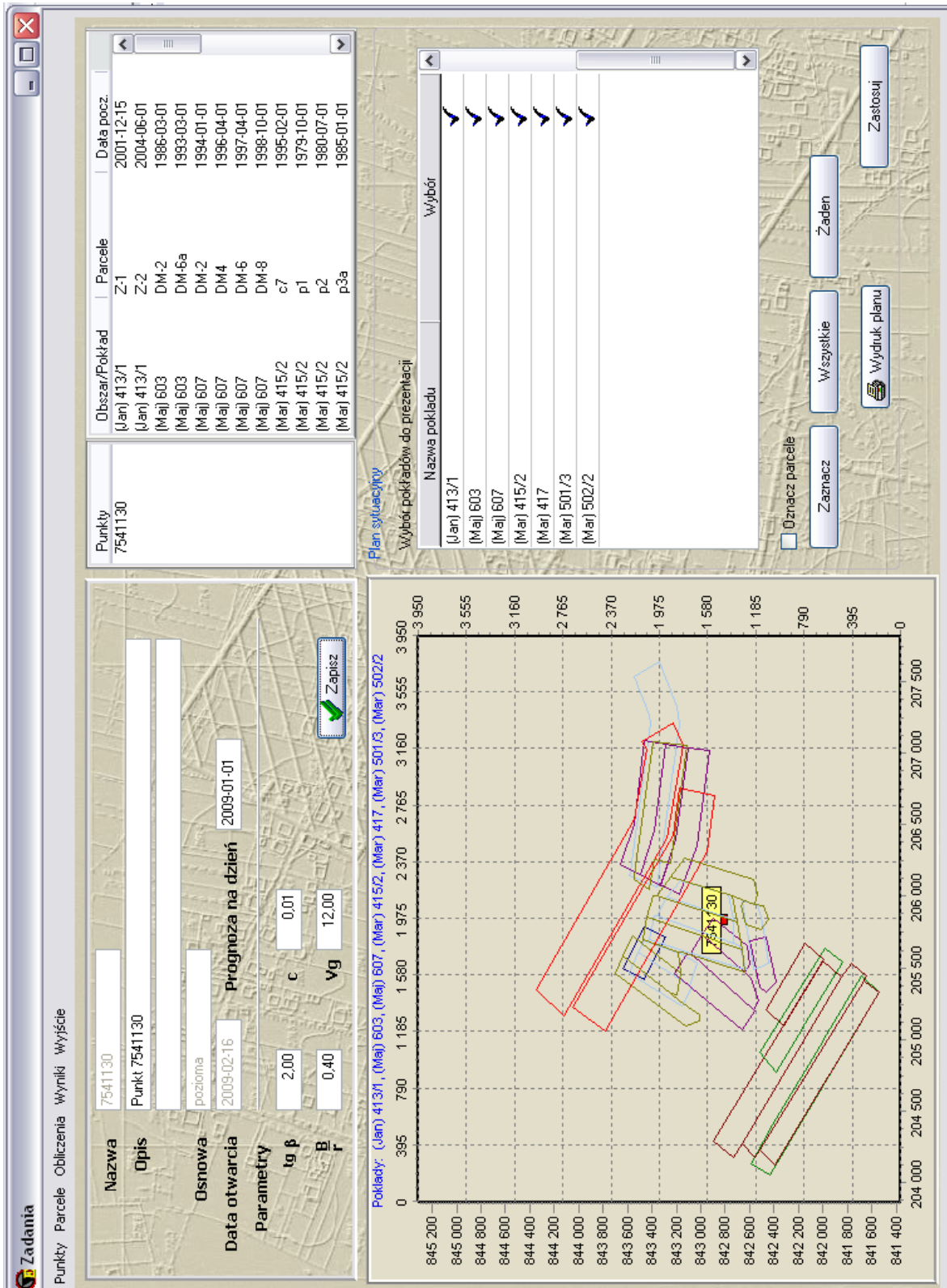
Dla punktu 7541130 utworzono zadanie obliczeniowe o nazwie takiej, jak jego numer, czyli w tym wypadku 7541130. Przyjęto, dla tego, jak i pozostałych analizowanych punktów, że prognoza będzie wykonana na 1.01.2009 roku – na Rys. 7.27. pokazano wygląd programu po utworzeniu tego zadania.



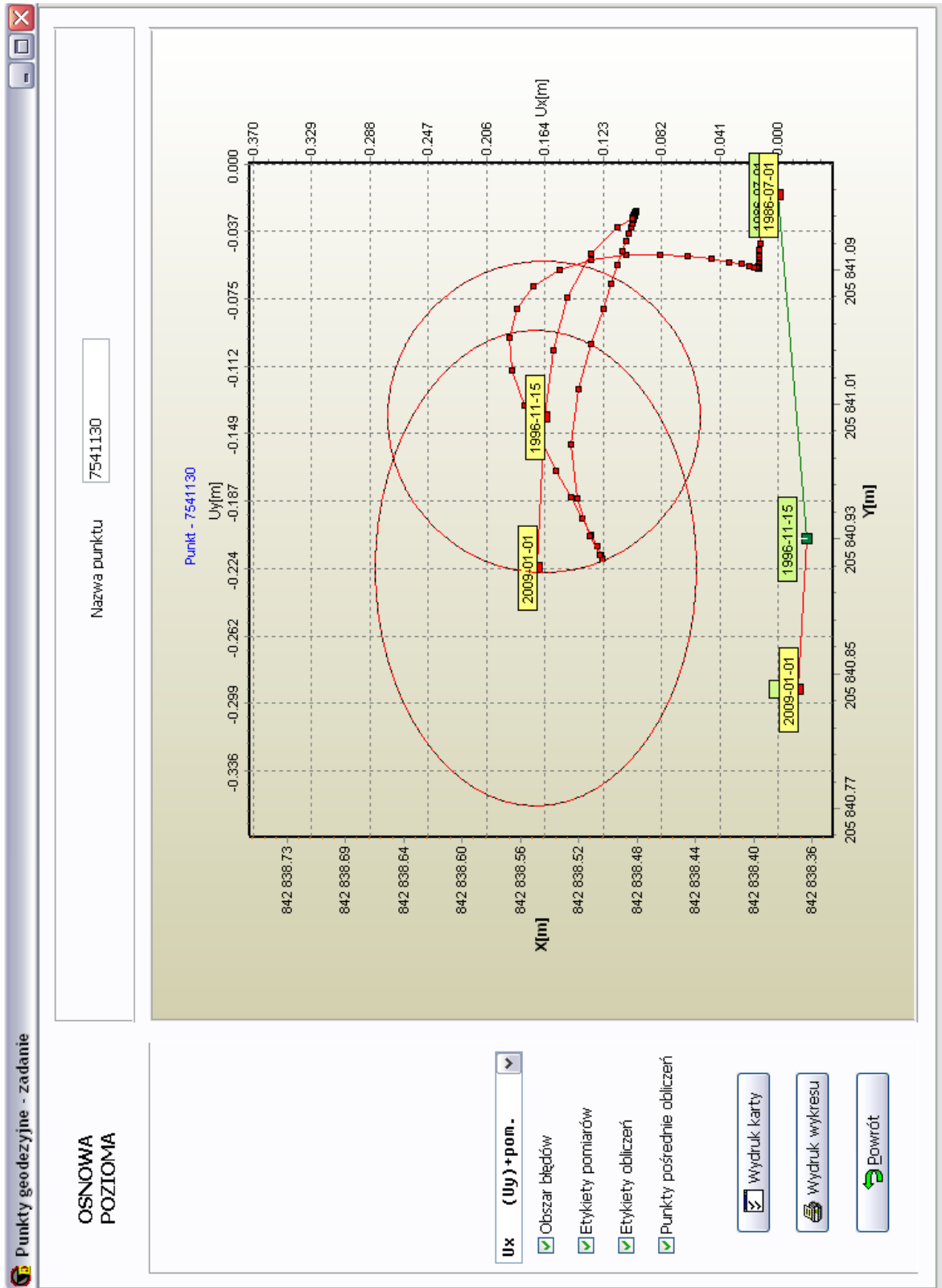
Rys. 7.26. Karta informacyjna punktu 7541130⁸⁵

Na punkt miały wpływ dwie ściany KWK „Jankowice” zlokalizowane na północ od punktu, sześć ścian KWK „1-Maja” – na południe od punktu, jednak największy wpływ na przemieszczenia tego punktu miały ściany KWK „Marcel” eksploatowane bezpośrednio pod punktem w pokładach 415/2, 417, 501/3 i 502/2. Eksploatacja w tym rejonie była prawie bez przerw prowadzona od 1979 roku aż do chwili obecnej i prowadzona jest nadal. Jak już wcześniej wspomniano, eksploatowane ściany były w bardzo różnicowany sposób zlokalizowane w stosunku do położenia punktu, co miało bardzo duży wpływ na kierunek zmian jego położenia. Bardzo dobrze ilustruje to wykres zamieszczony na Rys. 7.28.

⁸⁵ Materiały Powiatowego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Wodzisławiu Śląskim



Rys. 7.27. Zadanie obliczeniowe 7541130



Rys. 7.28. Wykres przemieszczeń punktu 7541130 wraz z prognozą

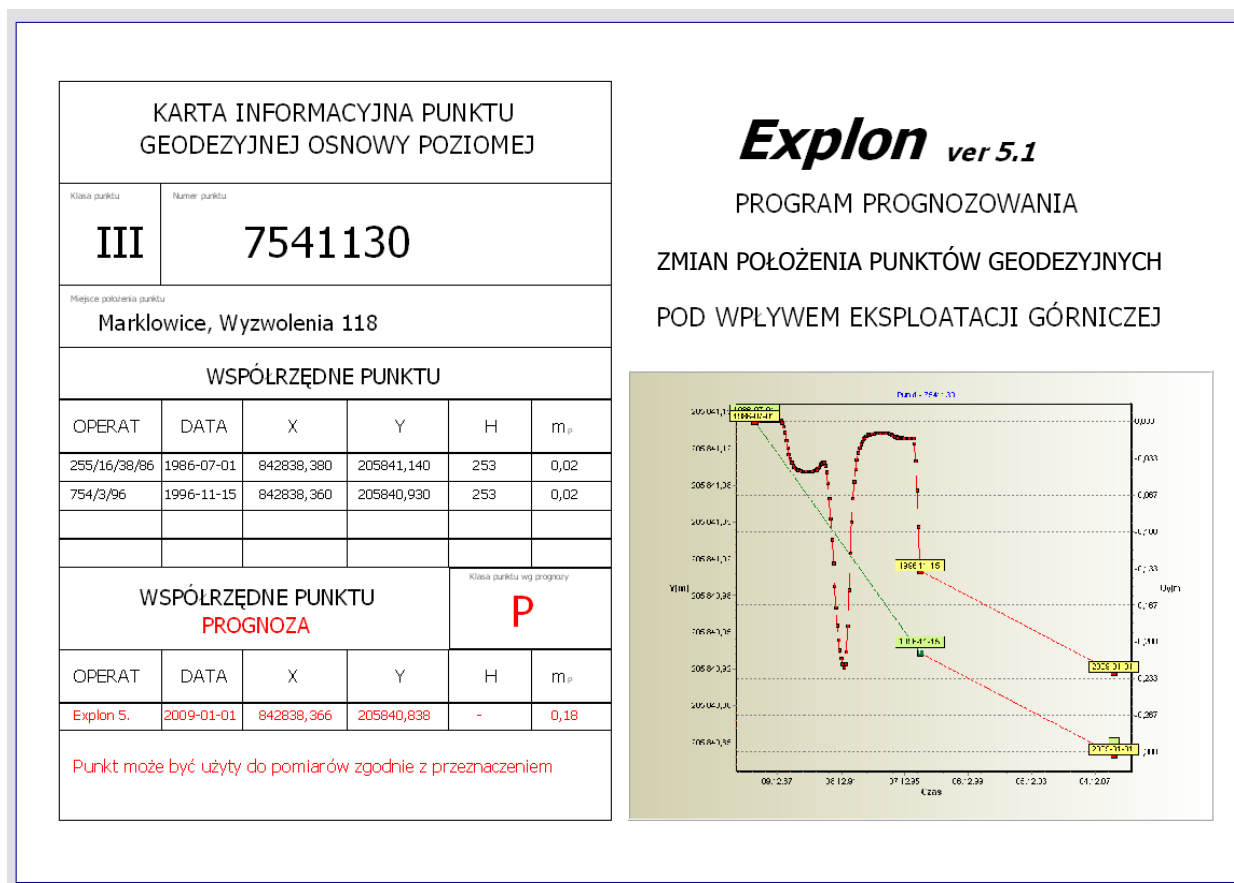
Z wykresu wykonanego na podstawie pomiarów (linia zielona) wynika, że zmiana położenia w okresie 1986-1996 nastąpiła głównie wzdłuż osi Y i wyniosła około 0,21 m. Wartości przemieszczeń wg obliczonej prognozy są bardzo podobne, jednak kierunek tych zmian jest nieco inny. Jeśli jednak porówna się tylko składowe przemieszczeń U_y z pomiaru z prognozą, to różnica między nimi okazuje się bardzo niewielka – Rys. 7.29.



Rys. 7.29. Wykres przemieszczeń punktu 7541130 po osi Y

Wartości przemieszczeń, zarówno te stwierdzone pomiarami (0,21 m), jak i wynikające z prognozy: za okres 1986-1996 wynoszące również około 0,21 m, a także okres 1996-2009 – wynoszące około 0,10 m mają wartości, które pozwalają na wykorzystanie tego punktu do celów pomiarów geodezyjnych.

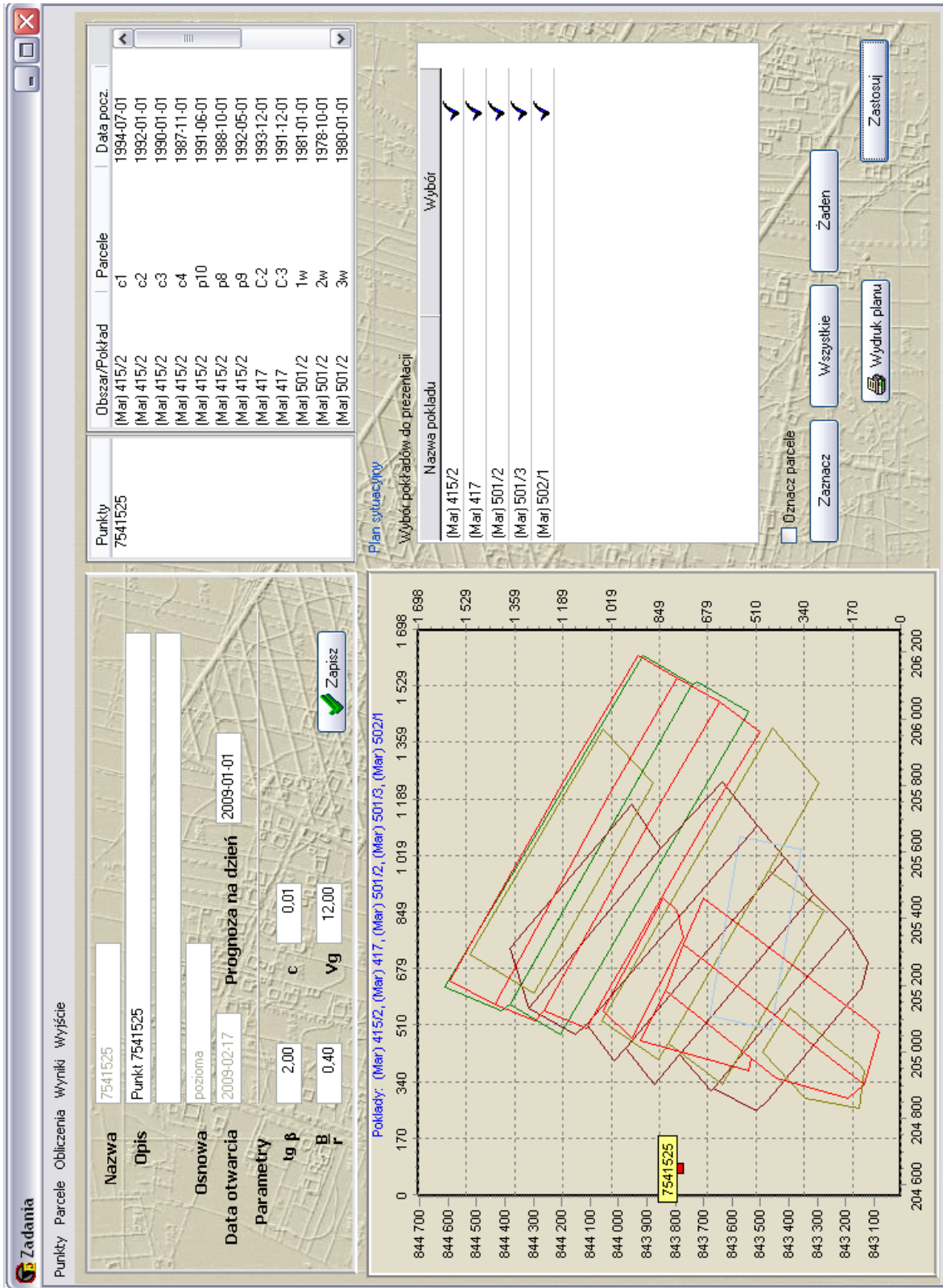
Na Rys. 7.30. pokazano przygotowaną do wydruku kartę informacyjną punktu wraz z prognozą.



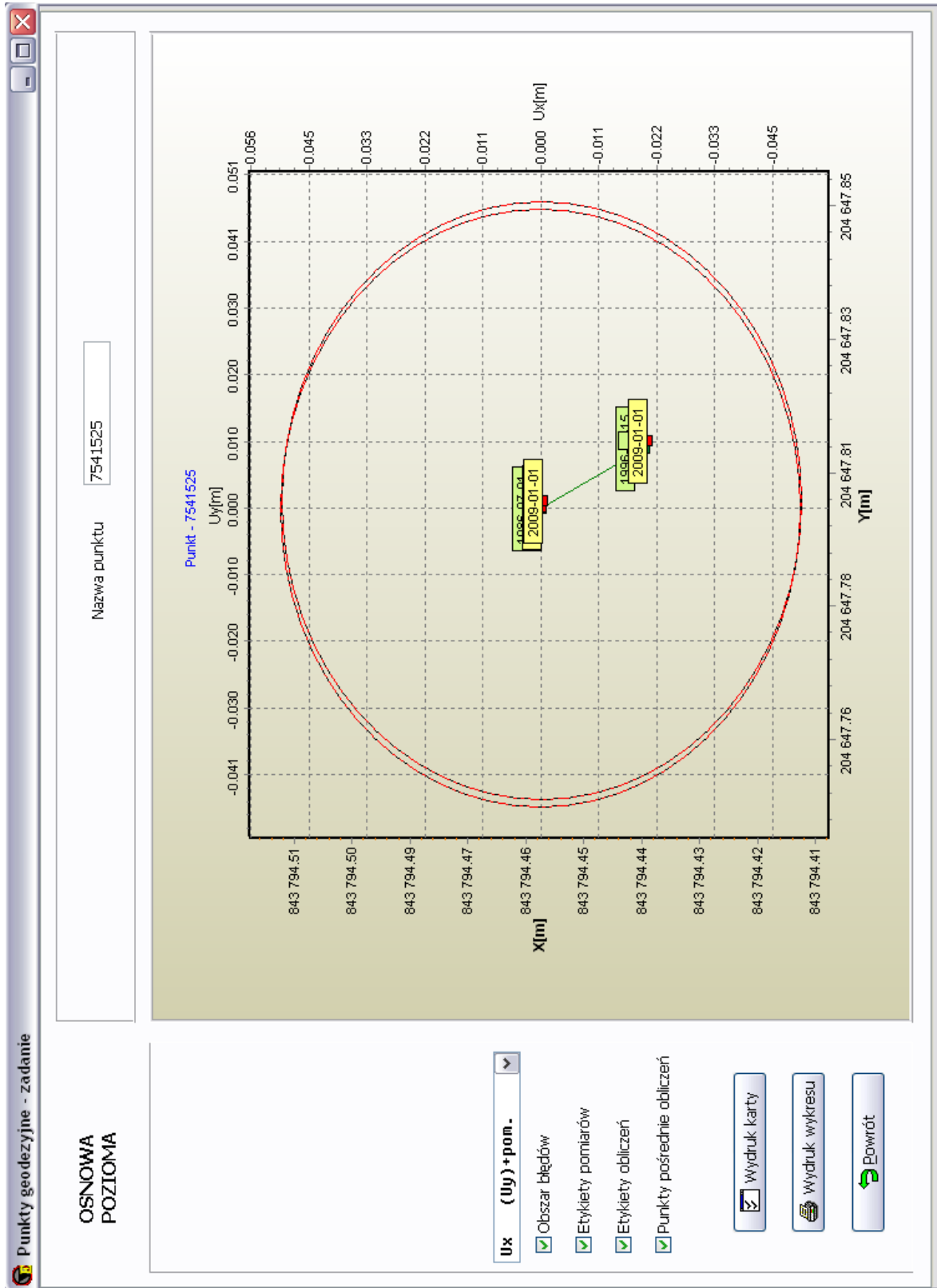
Rys. 7.30. Karta informacyjna punktu 7541130 wraz z prognozą

7541525

Na Rys. 7.31. pokazano kartę informacyjną tego punktu. Jest to punkt III klasy, dla którego wykonano dwa pomiary współrzędnych sytuacyjnych, jeden 1986 roku, a drugi w listopadzie 1996 roku. Ponieważ podane daty pomiaru są mało precyzyjne przyjęto w programie – tak jak dla poprzednich punktów – taką, która reprezentuje środek tego okresu tzn. dla 1986 roku przyjęto 1.07.1986, a dla XI.1996 – 15.11.1996 roku. Należy również dodać, że tak duża rozbieżność w ustalaniu czasu pomiaru ma bardzo poważny wpływ na dokładność wykonywanych obliczeń.



Rys. 7.32. Zadanie obliczeniowe 7541525

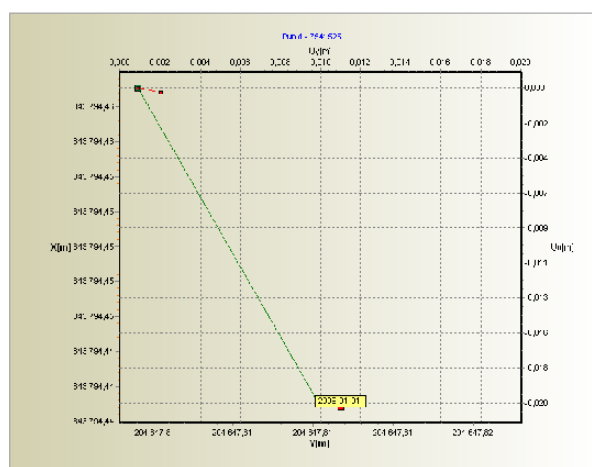


Rys. 7.33. Wykres przemieszczeń punktu 7541525 wraz z prognozą

Na Rys. 7.34. pokazano przygotowaną do wydruku kartę informacyjną punktu wraz z prognozą.

KARTA INFORMACYJNA PUNKTU GEODEZYJNEJ OSNOWY POZIOMEJ					
Klasa punktu		Numer punktu			
III		7541525			
Miejsce położenia punktu					
Markłowice, Wiosny Ludów 47					
WSPÓLRZĘDNE PUNKTU					
OPERAT	DATA	X	Y	H	m _p
255/16/39/86	1986-07-01	843794,460	204647,800	283	0,03
754/3/96	1996-11-15	843794,440	204647,810	283	0,03
WSPÓLRZĘDNE PUNKTU PROGNOZA					Klasa punktu wg prognozy
					III
OPERAT	DATA	X	Y	H	m _p
Explon 5.	2009-01-01	843794,440	204647,811	-	0,07
Punkt może być użyty do pomiarów zgodnie z przeznaczeniem					

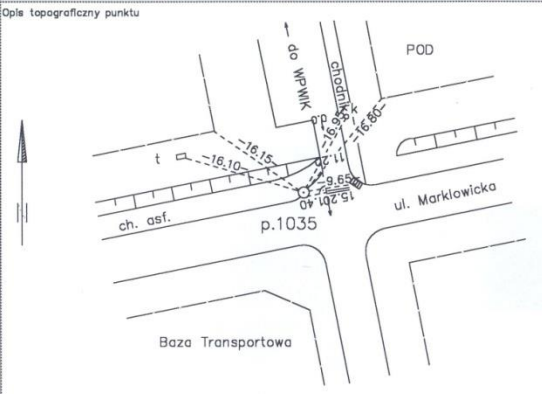
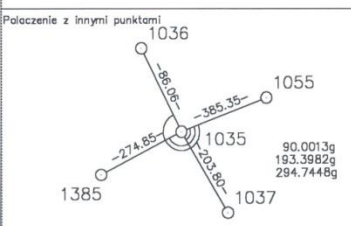
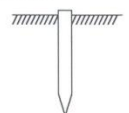
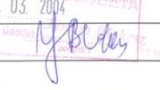
Explon ver 5.1
PROGRAM PROGNOZOWANIA
ZMIAN POŁOŻENIA PUNKTÓW GEODEZYJNYCH
POD WPLYWEM EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ



Rys. 7.34. Karta informacyjna punktu 7541525 wraz z prognozą

7541035

Na Rys. 7.35. pokazano kartę informacyjną tego punktu. Jest to punkt III klasy, dla którego wykonano dwa pomiary współrzędnych sytuacyjnych, jeden w 1986 roku, a drugi w listopadzie 1996 roku. Ponieważ podane daty pomiaru są mało precyzyjne, przyjęto w programie – tak jak dla poprzedniego punktu - taką, która reprezentuje środek tego okresu tzn. dla 1986 roku przyjęto 1.07.1986, a dla XI.1996 – 15.11.1996 roku. Należy również dodać, że tak duża rozbieżność w ustalaniu czasu pomiaru ma bardzo poważny wpływ na dokładność wykonywanych obliczeń.

KARTA INFORMACYJNA PUNKTU GEODEZYJNEJ OSNOWY POZIOMEJ		Klasa punktu III	Numer punktu 754 1035 00				
Miejsce położenia punktu Wodzisław – Marklowice, ul. Marklowicka.		Godło mapy zasadniczej 531.334.122		Pierwotny numer punktu 1035			
Opis topograficzny punktu 		WSPŁĘDZONE PUNKTU					
		OPERAT	DATA	X	Y	H	m _p
		255/16/38/86	1986	842519.51	203083.27	-	-
		754/3/96	1996.11.	842519.50	203083.30	-	0.02
		UKŁAD SG-ROW					
		754/3/96	1996.11.	-44097.02	-28087.73	-	0.02
		INWENTARYZACJA PUNKTU					
Połączenie z innymi punktami 		Rodzaj stabilizacji Typ 12b trzcina? metalowy, zostrzony w dolnym kołcu. 		WYNIKI INWENTARYZACJI			
		OPERAT	DATA	Stabilizacja? i opis przyjęto ze starego opisu. Przydatność punktu do pomiarów: GPS N Fotogram. T			
				Powiatowy Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Wodzisławiu Śląskim Lub 150/04... za zgodność Data 05.03.2004 			

Rys. 7.35. Karta informacyjna punktu 7541035⁸⁷

Dla punktu 7541035 utworzono zadanie obliczeniowe o nazwie takiej, jak jego numer, czyli tutaj 7541035. Przyjęto, że prognoza będzie wykonana na 1.01.2009 roku.

Po uruchomieniu obliczeń w tym zadaniu okazało się, że punkt był i jest w dalszym ciągu poza wpływami eksploatacji górniczej. Mimo tego faktu, w okresie od 1986 do 1996 roku zanotowano na nim niewielkie przemieszczenia: 1 cm po osi X, 3 cm po osi Y.

Zmiany położenia tego punktu są prawdopodobnie spowodowane wyrównaniem ciągu sytuacyjnego, którego ten punkt jest częścią.

⁸⁷ Materiały Powiatowego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Wodzisławiu Śląskim

Na Rys. 7.36. pokazano wykres przemieszczeń tego punktu utworzonego na podstawie dotychczasowych pomiarów. Należy również dodać, że ze względu na brak oddziaływania eksploatacji, punkt nadaje się do wykorzystania do pomiarów geodezyjnych.



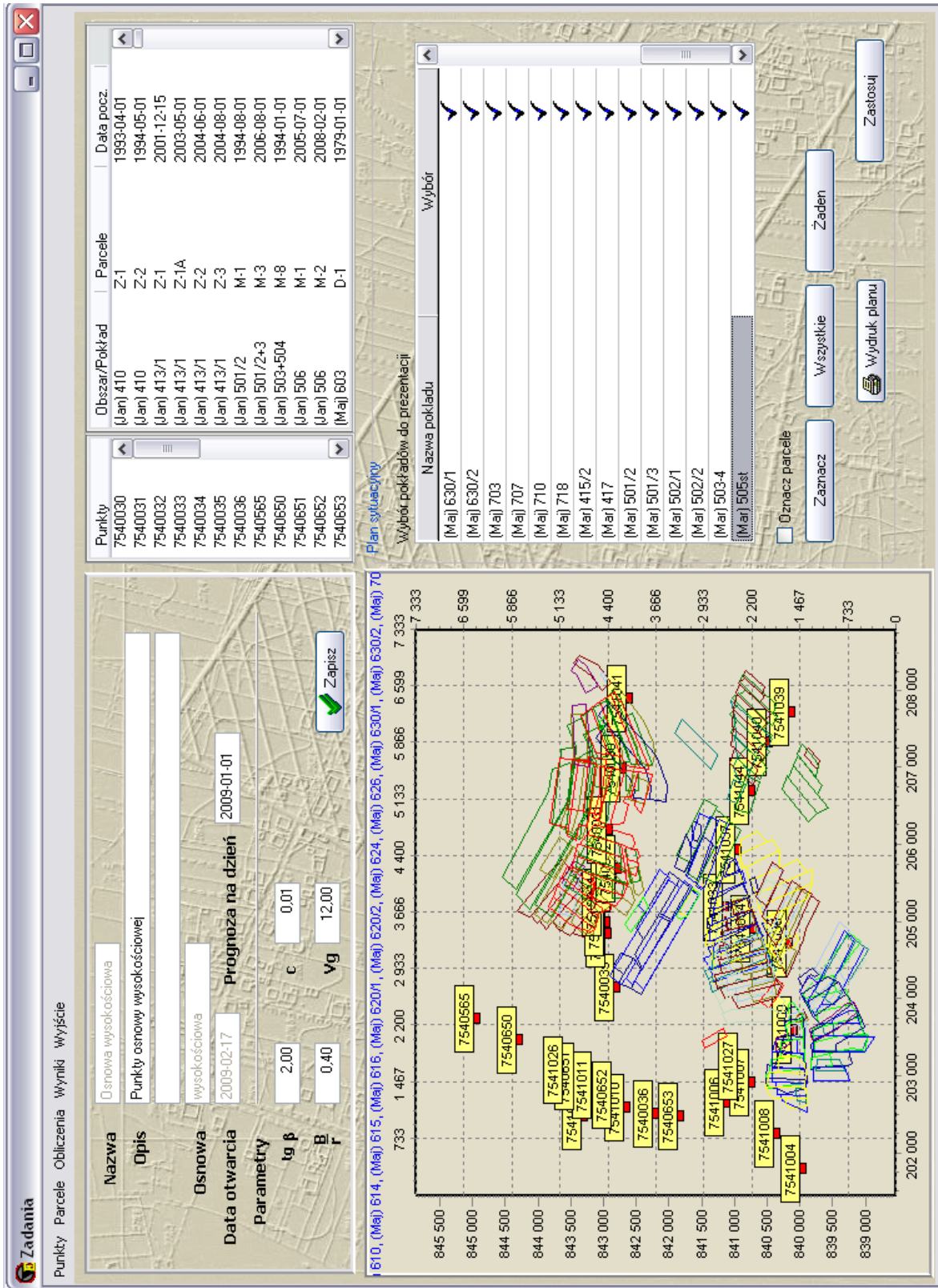
Rys. 7.36. Wykres przemieszczeń w czasie punktu 7541035

7.7. Badanie punktów geodezyjnej osnowy wysokościowej

Zadanie obliczeniowe pokazane na Rys. 7.37. ilustruje lokalizację 32 wybranych punktów geodezyjnej osnowy wysokościowej na tle dokonanej w tym rejonie eksploatacji. Ciągi niwelacyjne są tu zastabilizowane:

- wzdłuż ulicy Wyzwolenia w Markłowicach (centralna część rysunku),
- wzdłuż ulicy Rybnickiej w Wodzisławiu Śląskim (część wschodnia, poza wpływami eksploatacji górniczej,
- punkty na obszarze górniczym „Wilchwy” (zlikwidowana KWK „1-Maja”).

Analizie poddano po jednym punkcie z każdej grupy.



Rys. 7.37. Zadanie obliczeniowe Osnowa wysokościowa

7540031

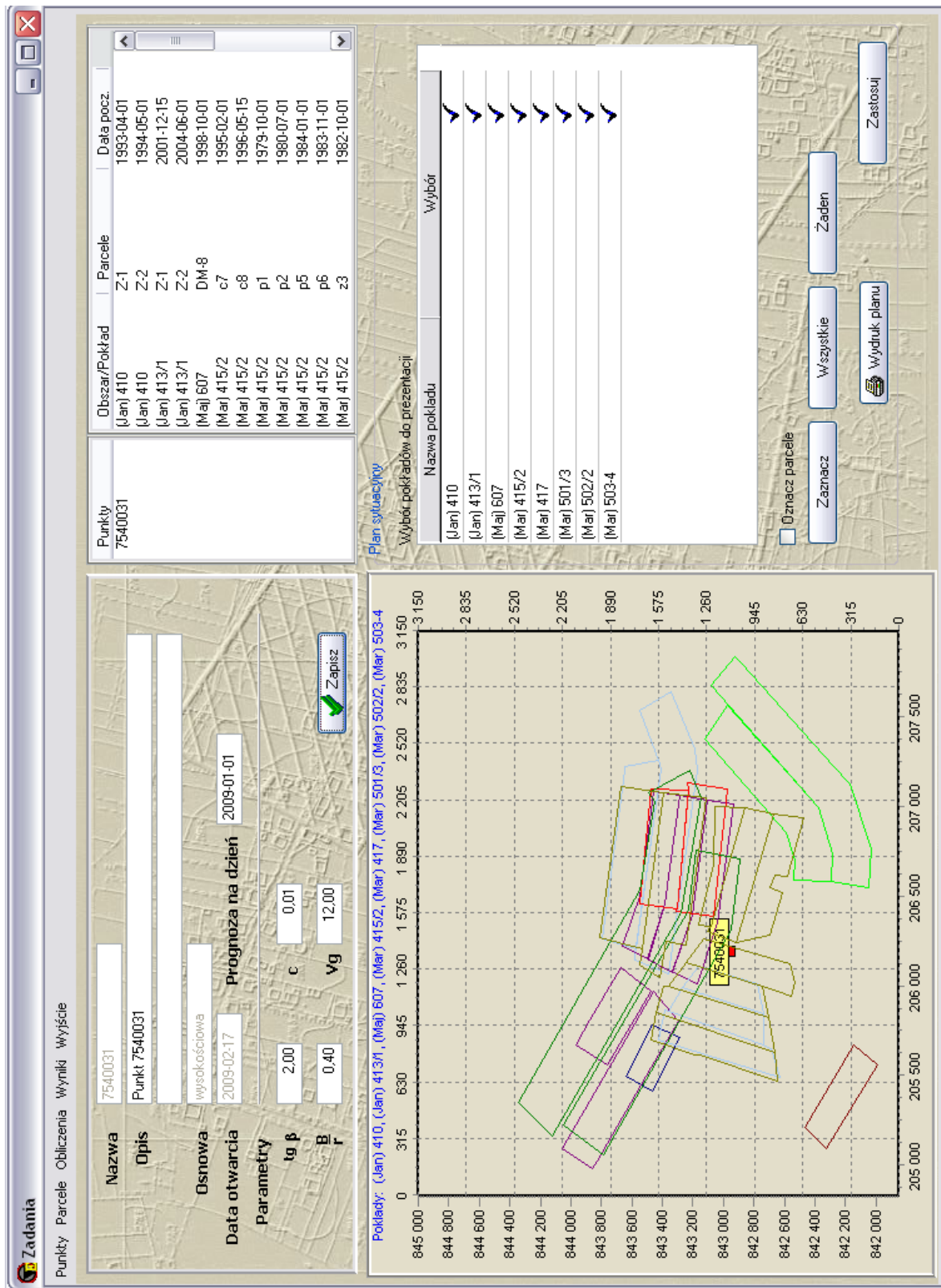
Na Rys. 7.38. pokazano kartę informacyjną tego punktu. Jest to punkt I klasy, dla którego wykonano sześć pomiarów wysokości w okresie od 1970 do października 1996 roku. Ponieważ podane daty pomiaru są mało precyzyjne przyjęto w programie – tak jak dla poprzednich punktów - taką, która reprezentuje środek tego okresu tzn. np. dla 1974 roku przyjęto 1.07.1974, a dla X.1996 – 15.10.1996 roku. Należy również dodać, że tak duża rozbieżność w ustalaniu czasu pomiaru ma bardzo poważny wpływ na dokładność wykonywanych obliczeń.

Dla punktu 7540031 utworzono zadanie obliczeniowe o nazwie 0031, czyli takiej, jak jego numer. Przyjęto, że prognoza będzie wykonana na 1.01.2009 roku – na Rys. 7.39. pokazano wygląd programu po utworzeniu tego zadania.

KARTA INFORMACYJNA PUNKTU GEODEZYJNEJ OSNOWY WYSOKOŚCIOWEJ		Klasa punktu	Numer punktu																																			
Miejsce położenia punktu Markłowice, ul. Wyzwolenia 159		I	754 0031																																			
Opis topograficzny punktu 		Pierwotny numer punktu 5313 31																																				
Główny numer zasadowiczy 531.334.142		POZIOM ODNIESIENIA KRONSZTADT - 86																																				
$X = 842962.00$ $Y = 206193.00$		WYSOKOŚĆ PUNKTU																																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>OPERAT</th> <th>DATA</th> <th>H</th> <th>m_H</th> <th>UWAGI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>220/14/24/73</td> <td>1970</td> <td>267.0882</td> <td></td> <td>KRONSZTADT - 86 II kl.</td> </tr> <tr> <td>220/14/27/74</td> <td>1972-73</td> <td>267.0780</td> <td></td> <td>KRONSZTADT - 86 II kl.</td> </tr> <tr> <td>220/14/39/76</td> <td>1974</td> <td>267.0744</td> <td></td> <td>KRONSZTADT - 86 II kl.</td> </tr> <tr> <td>220/14/27/86</td> <td>1985-86</td> <td>267.0449</td> <td></td> <td>KRONSZTADT - 86 II kl.</td> </tr> <tr> <td>400/26/94</td> <td>1994.09</td> <td>266.3664</td> <td>0.0026</td> <td>KRONSZTADT - 86 II kl.</td> </tr> <tr> <td>400/53/97</td> <td>1996-10</td> <td>266.3303</td> <td>0.0019</td> <td>KRONSZTADT - 86 II kl.</td> </tr> </tbody> </table>		OPERAT	DATA	H	m _H	UWAGI	220/14/24/73	1970	267.0882		KRONSZTADT - 86 II kl.	220/14/27/74	1972-73	267.0780		KRONSZTADT - 86 II kl.	220/14/39/76	1974	267.0744		KRONSZTADT - 86 II kl.	220/14/27/86	1985-86	267.0449		KRONSZTADT - 86 II kl.	400/26/94	1994.09	266.3664	0.0026	KRONSZTADT - 86 II kl.	400/53/97	1996-10	266.3303	0.0019	KRONSZTADT - 86 II kl.
OPERAT	DATA	H	m _H	UWAGI																																		
220/14/24/73	1970	267.0882		KRONSZTADT - 86 II kl.																																		
220/14/27/74	1972-73	267.0780		KRONSZTADT - 86 II kl.																																		
220/14/39/76	1974	267.0744		KRONSZTADT - 86 II kl.																																		
220/14/27/86	1985-86	267.0449		KRONSZTADT - 86 II kl.																																		
400/26/94	1994.09	266.3664	0.0026	KRONSZTADT - 86 II kl.																																		
400/53/97	1996-10	266.3303	0.0019	KRONSZTADT - 86 II kl.																																		
Miejsce osadzenia punktu 		INWENTARYZACJA PUNKTU																																				
Rodzaj stabilizacji Typ 91 Bolec metalowy $\phi = 0.50\text{mm}$		<table border="1"> <thead> <tr> <th>OPERAT</th> <th>DATA</th> <th>WYNIKI INWENTAR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400/53/97</td> <td>1996.09</td> <td>aktualizacja opisu topograficznego</td> </tr> </tbody> </table>		OPERAT	DATA	WYNIKI INWENTAR	400/53/97	1996.09	aktualizacja opisu topograficznego																													
OPERAT	DATA	WYNIKI INWENTAR																																				
400/53/97	1996.09	aktualizacja opisu topograficznego																																				
Czy punkt znajduje się pod wpływem eksploatacji górniczej																																						

Rys. 7.38. Karta informacyjna punktu 7540031⁸⁸

⁸⁸ Materiały Powiatowego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Wodzisławiu Śląskim



Rys. 7.39. Zadanie obliczeniowe 7540031

W okresie od 1978 roku do 1.01.2009 roku eksploatację w tym rejonie prowadziły wszystkie trzy kopalnie, w różnym zakresie:

- KWK „Jankowice” wybrała cztery ściany w pokładach 410 i 413/1,
- KWK „1-Maja” eksploatowała jedną ścianę w pokładzie 607,
- KWK „Marcel” prowadziła eksploatację 22 ścian w pokładach: 415/2, 417, 501/3 502/2 i 503-504.

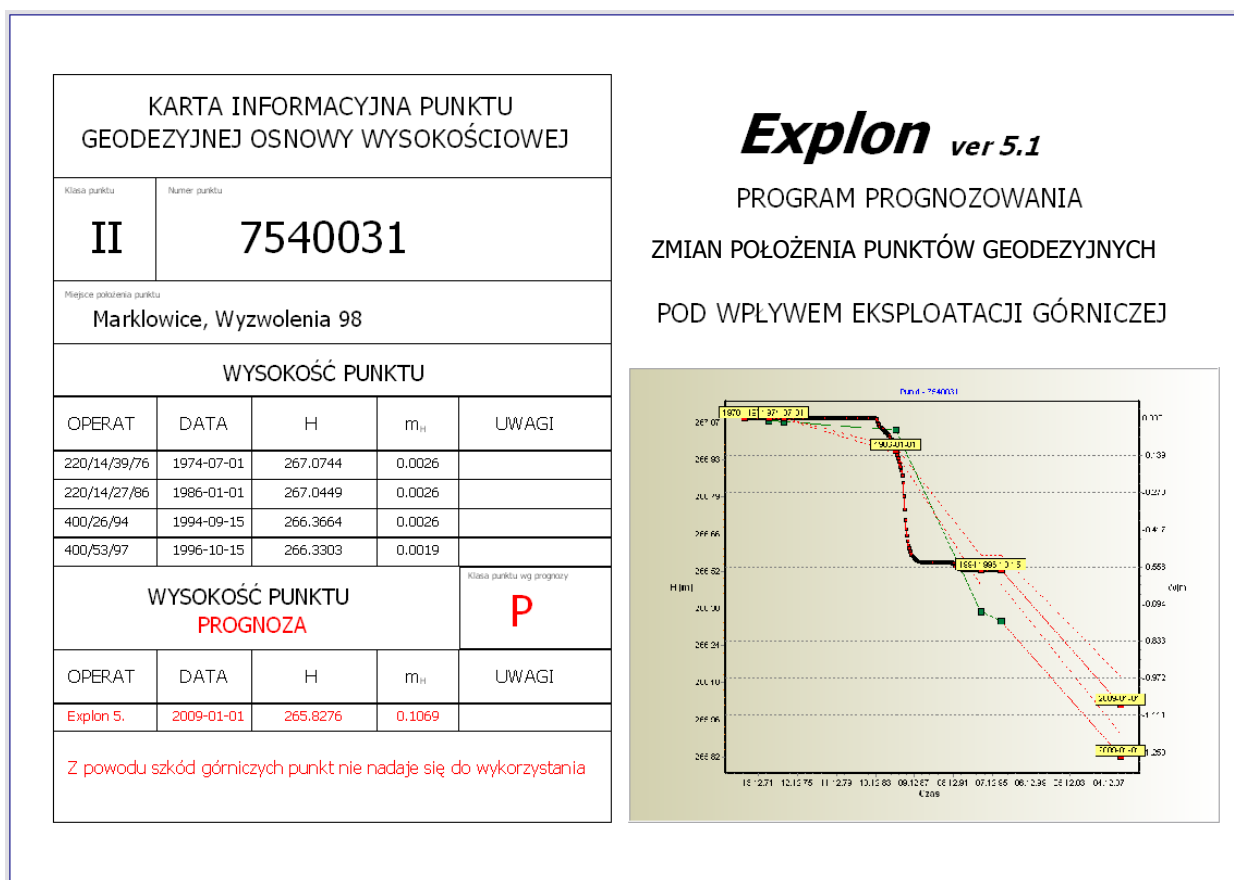
Większość tej eksploatacji przebiegała bezpośrednio pod zastabilizowanym punktem.

W wyniku obliczeń uzyskano prognozowany wykres osiadań dla okresów od 1970 do 1996 roku, a także od 1996 do 1.01.2009 roku, który nałożono na wykres osiadań utworzony na podstawie pomiarów. Efekt tego porównania pokazano na Rys. 7.40.

Na wykresie widać, że punkt do roku 1996 osiadł prawie 0,80 m, a prognozowana wartość tego osiadania jest nieco niższa – około 0,56 m. Prognoza na okres 1996-2009 przewiduje dalsze osiadanie tego punktu rzędu 0,45 m. Mimo, że przebieg zmian na obu wykresach jest bardzo zbliżony, to jednak różnice między nimi powodują, że punkt nie nadaje się do zastosowania do celów geodezyjnych – Rys. 7.41.



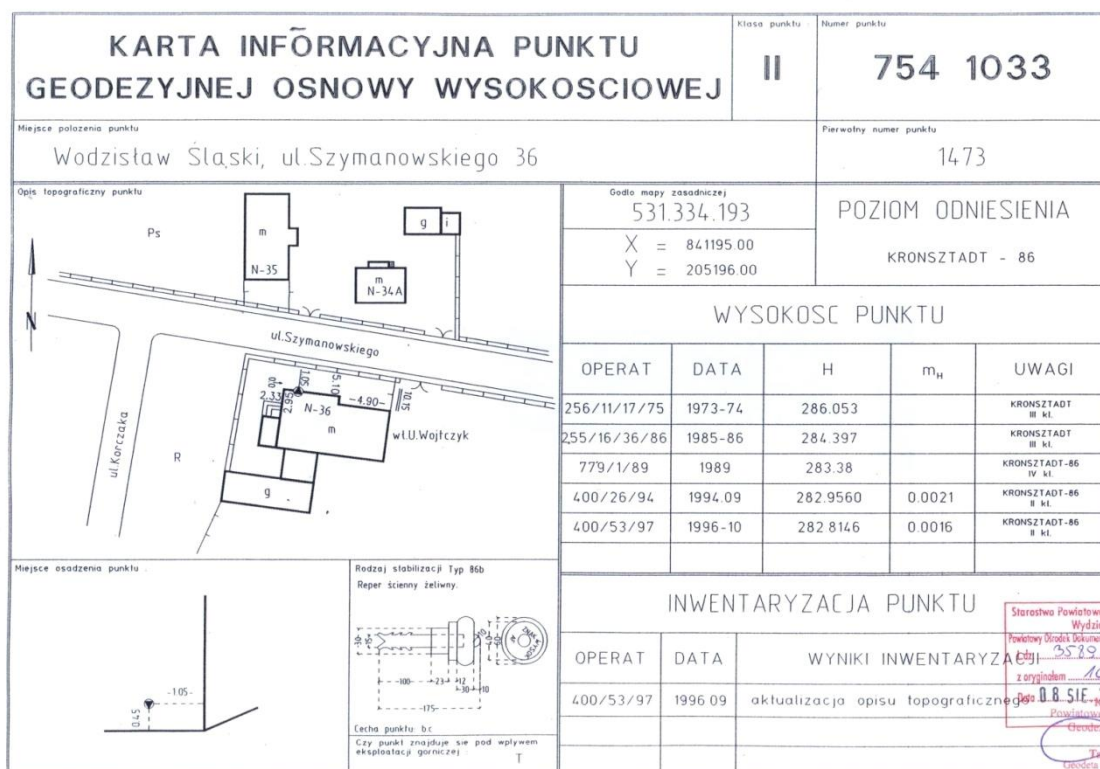
Rys. 7.40. Wykres zmian osiadań w czasie punktu 7540031



Rys. 7.41. Karta informacyjna punktu 7540031 wraz z prognozą

7541033

Na Rys. 7.42. pokazano kartę informacyjną tego punktu. Jest to punkt II klasy, dla którego wykonano pięć pomiarów wysokości w okresie od 1973 do października 1996 roku. Ponieważ podane daty pomiaru są mało precyzyjne przyjęto w programie – tak jak dla poprzednich punktów - taką, która reprezentuje środek tego okresu tzn. np. dla 1973-1974 roku przyjęto 1.01.1974, a dla X.1996 – 15.10.1996 roku. Należy również dodać, że tak duża rozbieżność w ustalaniu czasu pomiaru ma bardzo poważny wpływ na dokładność wykonywanych obliczeń.

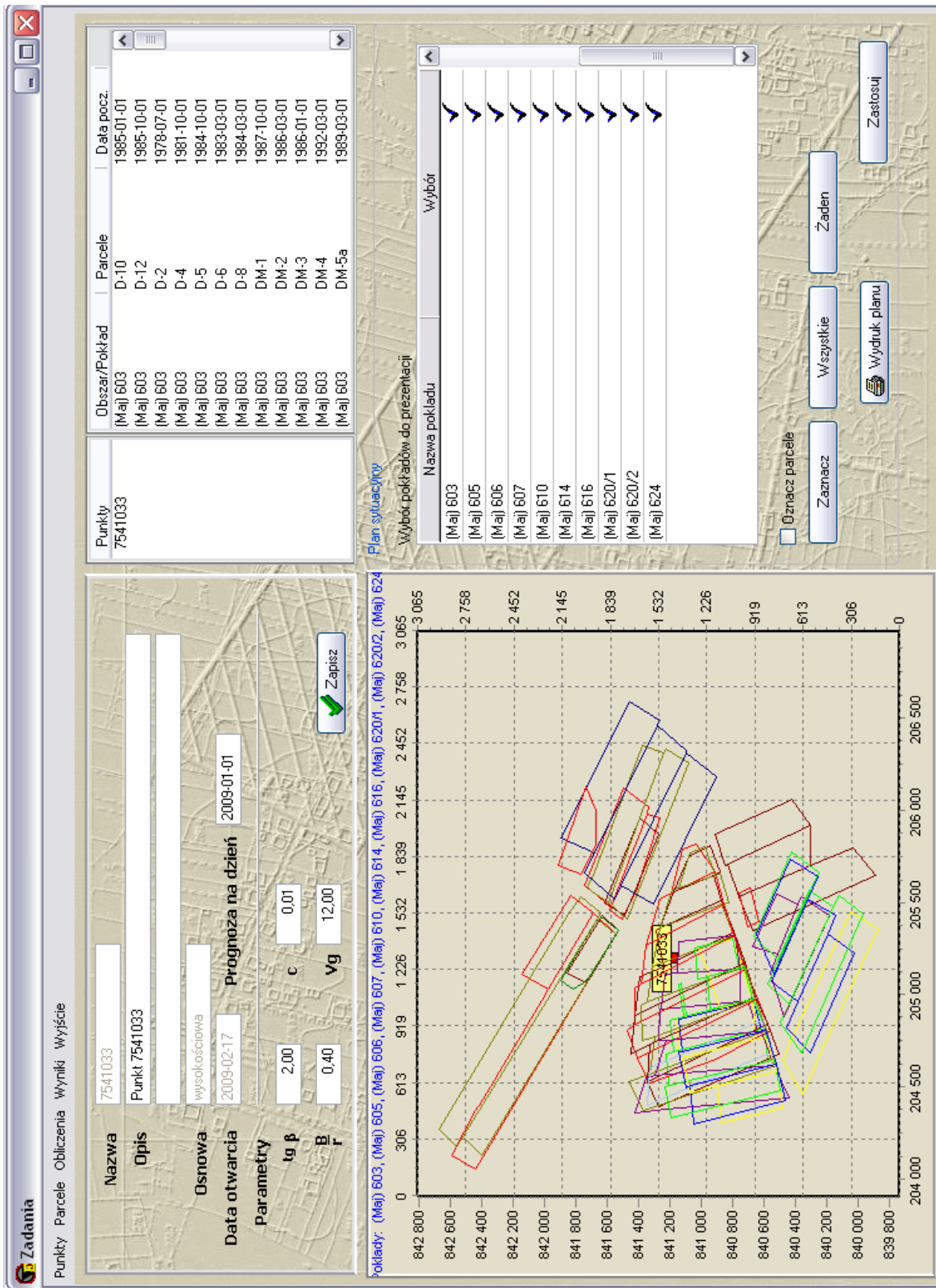


Rys. 7.42. Karta informacyjna punktu 7541033⁸⁹

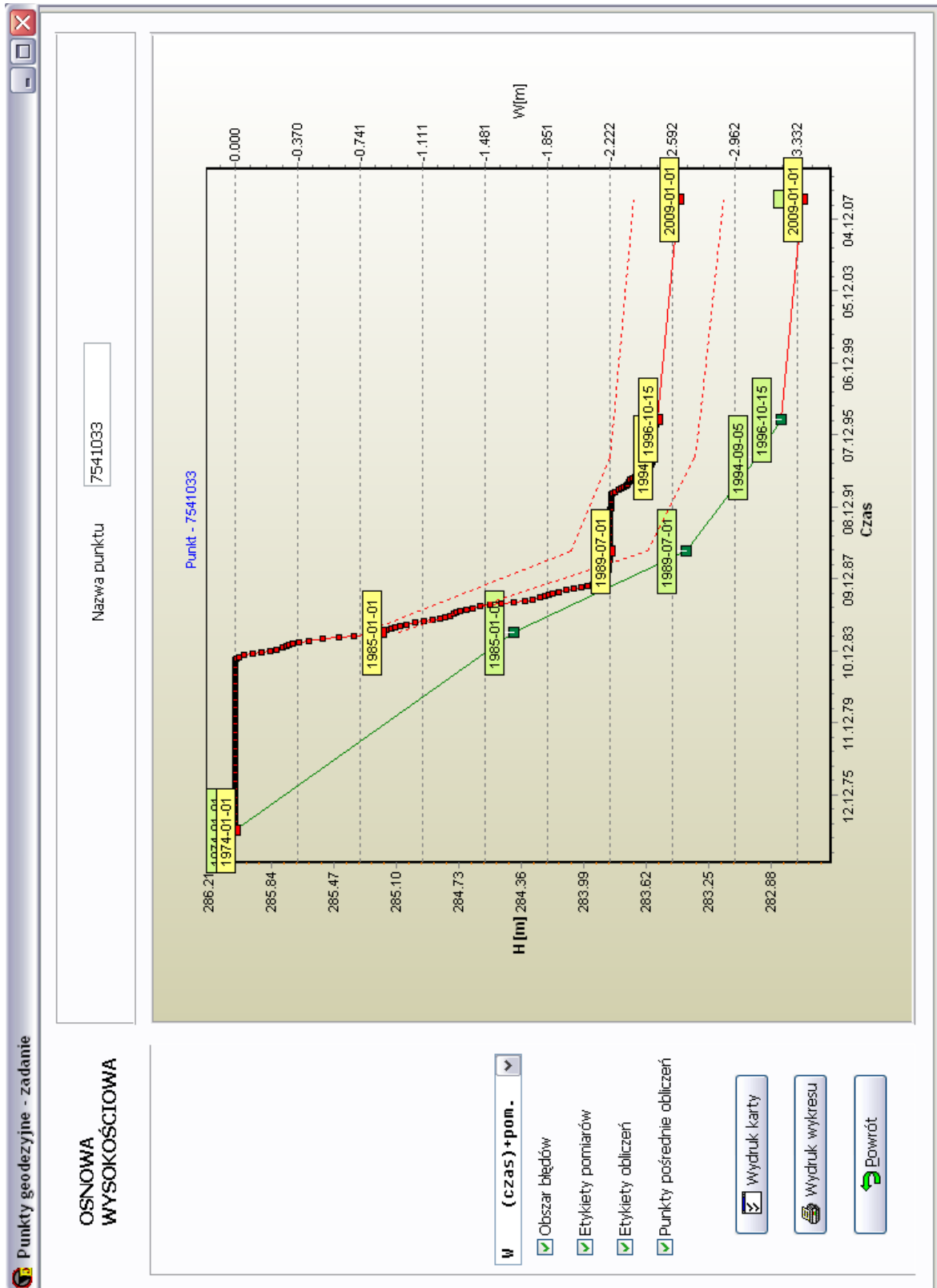
Dla punktu 7540031 utworzono zadanie obliczeniowe o nazwie takiej, jak jego numer, czyli 7541033. Przyjęto, dla tego, jak i pozostałych analizowanych punktów, że prognoza będzie wykonana na 1.01.2009 roku – na Rys. 7.43. pokazano wygląd programu po utworzeniu tego zadania.

W okresie od 1978 roku do 2000 roku eksploatację w tym rejonie prowadziła KWK „1-Maja”. Wybrała 67 ścian w pokładach 603, 605, 606, 607, 610, 614, 616, 620/1, 620/2 i 624. Tak znaczna liczba eksploatacji, mimo niewielkiej grubości wymienionych pokładów, musiała spowodować znaczne osiadanias terenu, gdzie zastabilizowany jest punkt. Pokazano to na wykresie – Rys. 7.44.

⁸⁹ Materiały Powiatowego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Wodzisławiu Śląskim

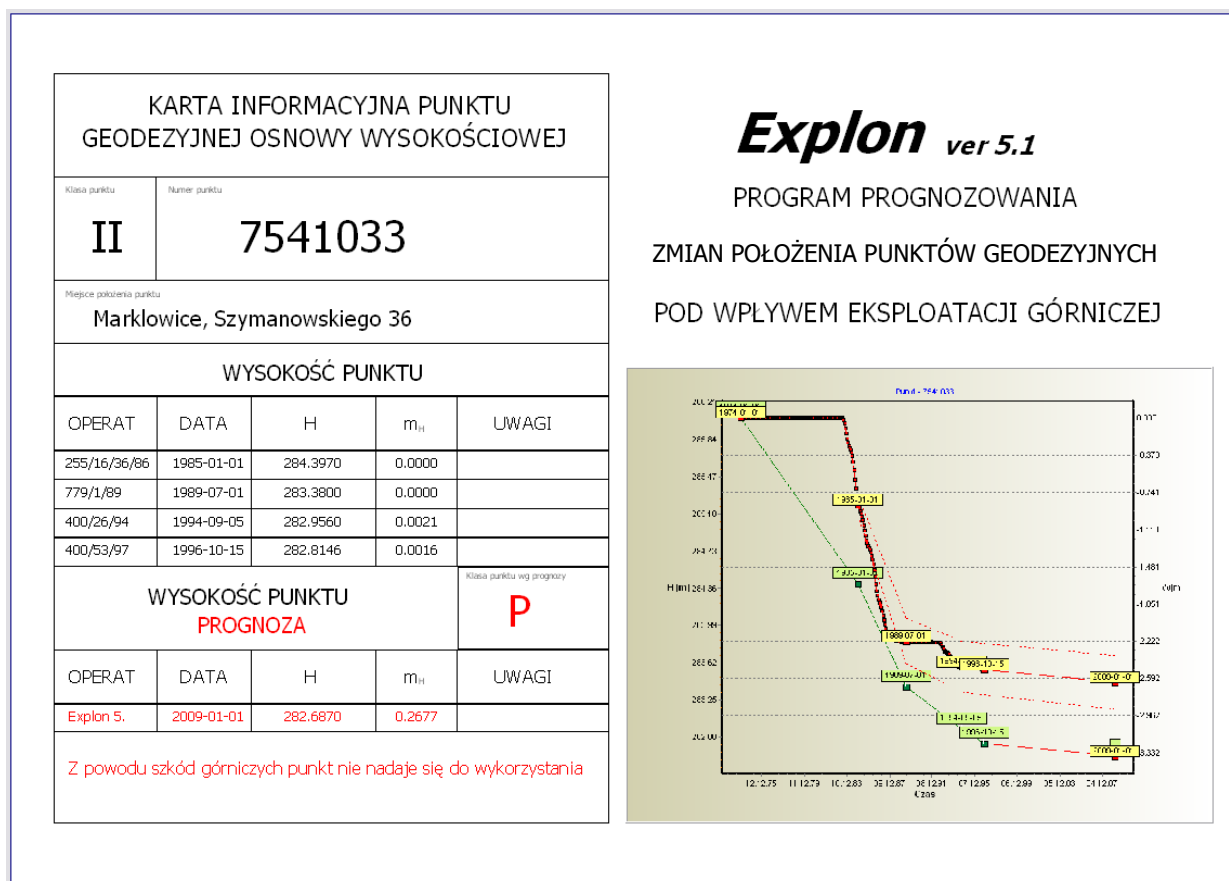


Rys. 7.43. Zadanie obliczeniowe 7541033



Rys. 7.44. Wykres osiadań w czasie punktu 7541033

Jak widać na wykresie, osiadanie na podstawie pomiaru wyniosło ponad 3,3 m, według prognozy wyniosło prawie 2,6 m. Różnica między tymi dwoma wartościami jest więc znaczna, nawet sama ich wielkość sugeruje, że mamy do czynienia z punktem, który nie nadaje się do geodezyjnego wykorzystania. Pokazano to na Rys. 7.45.



Rys. 7.45. Karta informacyjna punktu 7541033 wraz z prognozą

7541011

Na Rys. 7.46. pokazano kartę informacyjną tego punktu. Jest to punkt II klasy, dla którego wykonano sześć pomiarów wysokości w okresie od 1966 do października 1996 roku. Ponieważ podane daty pomiaru są mało precyzyjne przyjęto w programie – tak jak dla poprzednich punktów – taką, która reprezentuje środek tego okresu tzn. np. dla 1985-1986 roku przyjęto 1.01.1986, a dla X.1996 – 15.10.1996 roku. Należy również dodać, że tak duża rozbieżność w ustalaniu czasu pomiaru ma bardzo poważny wpływ na dokładność wykonywanych obliczeń.

KARTA INFORMACYJNA PUNKTU GEODEZYJNEJ OSNOWY WYSOKOSCIOWEJ		Klasa punktu II	Numer punktu 754 1011	
Miejsce położenia punktu Wodzisław Śl.-Radlin, ul. Rybnicka		Pierwotny numer punktu 3650		
Opis topograficzny punktu 	Godło mapy zasadniczej 531.334.074		POZIOM ODNIESIENIA KRONSZTADT - 86	
	X = 843183.00 Y = 202891.00			
WYSOKOŚĆ PUNKTU				
OPERAT	DATA	H	m _H	UWAGI
256/11/11/66	1966	246.3842		KRONSZTADT III
255/16/21/68	1967	246.3820		KRONSZTADT II kl.
255/16/33/82	1981	246.3629		KRONSZTADT II kl.
255/16/36/86	1985-86	246.360		KRONSZTADT II kl.
400/26/94	1994.09	246.3026	0.0020	KRONSZTADT-86 II kl.
400/53/97	1996-10	246.3035	0.0015	KRONSZTADT-86 II kl.
INWENTARYZACJA PUNKTU				
OPERAT	DATA	WYNIKI INWENTAR		
400/53/97	1996-08	stan dobry		
Miejsce osadzenia punktu 		Rodzaj stabilizacji Typ 86b Reper ścienny żelazny 		
[Echa punktu, nieczył] Czy punkt znajduje się pod wpływem eksploatacji górniczej?		<div style="border: 1px solid red; padding: 2px;"> Starostwo Powiatowe w Wodzisławiu Śląskim Wydział Geodezji i Kartograficznej Rezerwa Geodezji i Kartograficznej Litr. 35.39.10.8 z oryginałem 10.11 Data 0.8 SIE 2008 K. TERESA W. J. K. (Pieczęć i podpis) </div>		

Rys. 7.46. Karta informacyjna punktu 7541011⁹⁰

Dla punktu 7541011 utworzono zadanie obliczeniowe o nazwie takiej, jak jego pełny numer. Przyjęto, dla tego, jak i pozostałych analizowanych punktów, że prognoza będzie wykonana na 1.01.2009 roku.

Po rozpoczęciu analizy tego zadania okazało się, że żadna z wprowadzonych do bazy danych eksploatacji nie mogła mieć wpływu na osiadania tego punktu, mimo, że pomiary wykazują znaczne osiadania (ponad 80 mm) – Rys. 7.47. Zmiany wysokości punktu 7541011 mogą być więc spowodowane innymi przyczynami o czym więcej w rozdziale 7.8.

⁹⁰ Materiały Powiatowego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Wodzisławiu Śląskim



Rys. 7.47. Wykres osiadań w czasie punktu 7541011

7.8. Dodatkowe przemieszczenia punktów geodezyjnych

7.8.1. Przyczyny dodatkowych przemieszczeń punktów osnowy sytuacyjnej

Złoże węgla kamiennego zalegające pod terenem gminy Marklowice ma bardzo skomplikowaną budowę tektoniczną – Rys. 7.48. Wykształcone jest w postaci niecki (południowa część niecki chwałowickiej), w której wychodnie pokładów serii 400 i 500 znajdują się zarówno w południowej części Pola Marklowice, jak również na jego wschodzie i zachodzie, obok dwóch wielkich deformacji tektonicznych. Od wschodu niecka chwałowicka jest zakończona nasunięciem orłowskim, o zrzucie dochodzącym nawet do 2000 m, natomiast od zachodu – nasunięciem michałkowickim mającym zrzut od 800 do nawet 1500 m.

Eksploracja górnicza była i jest prowadzona zarówno w samej niecce chwałowickiej (KWK „Jankowice” i KWK „Marcel”), na wschód od nasunięcia orłowskiego (kopalnie Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A.), a także na zachód od nasunięcia michałkowickiego (KWK „Marcel”, KWK „Rydułtowy-Anna”).

Zachodzi bardzo uzasadnione podejrzenie, że eksploatacja po obu stronach dużej, regionalnej deformacji tektonicznej może powodować przemieszczenia jednego lub obu jej skrzydeł. Ubocznym skutkiem tych ruchów są również wstrząsy górnicze, których energie dochodzą nawet $1 \cdot 10^7$ J.

Prawie połowa analizowanych punktów osnowy poziomej znajduje się w strefie nasunięcia michałkowickiego, nie można więc wykluczyć, że – mimo braku bezpośrednich wpływów eksploatacji górniczej – punkty te się przemieściły. Nie można jednak, nawet w przybliżeniu, określić wartości tych przemieszczeń.

7.8.2. Przyczyny dodatkowych osiadań punktów osnowy wysokościowej

Teorie wpływów eksploatacji górniczej określają wskaźniki deformacji różnymi zależnościami, najczęściej w postaci wzorów całkowych. Na przykład w teorii Budryk-Knothe, składową pionową przemieszczenia wg wzoru (7.1)⁹²:

$$w = \iint_F \omega(x, y) dF \quad (7.1)$$

Obserwacje terenowe wskazują jednak, że zależność tę należy uzupełnić o stały czynnik Δw :

$$w = \iint_F \omega(x, y) dF + \Delta w \quad (7.2)$$

Znajomość wartości tego dodatkowego obniżenia pozwoli lepiej zanalizować wpływ eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu, obiekty na niej posadowione oraz także na zastabilizowane punkty osnowy geodezyjnej.

⁹² Kwiatek J.: *Obiekty budowlane na terenach górniczych*. Wydanie II zmienione i rozszerzone. Główny Instytut Górnictwa. Katowice 2007

Na podstawie obserwacji i analizy dwóch rejonów – terenu miasta Jastrzębie Zdrój i Pola Marklowice, można wyróżnić dwa procesy: dodatkowe długookresowe obniżenia oraz dodatkowe obniżenia budowli na fundamentach ławowych.

Dodatkowe długookresowe obniżenia (szczególnie dobrze widoczne na liniach obserwacyjnych) wynikające z odwodnienia górotworu, jako pośredniego skutku eksploatacji górniczej. Zasięg tego oddziaływania jest wielokrotnie szerszy niż wpływy bezpośrednie, dlatego osiadania wynikające z tego powodu, mogą pojawić się nawet na punktach, które znajdują się poza terenami górniczymi. Wartości takich osiadań zaobserwowanych na liniach obserwacyjnych są bardzo różne, można tylko w przybliżeniu określić je na:

$$\Delta w_t = 1 \text{ do } 3 \text{ mm/rok}$$

W obu wymienionych wcześniej rejonach eksploatacja rozpoczęła się w połowie lat 70. XX. wieku, więc długookresowe dodatkowe obniżenia można oszacować na około 30 do 100 mm.

Często punkty osnowy wysokościowej (repery) stabilizowane są na budowlach (domy, kościoły, wiadukty bądź mosty). Interakcja pomiędzy budowlą a deformującym się podłożem powoduje dodatkowe obniżenie tej budowli, tym samym też reperów ściennych.

Dodatkowe obniżenia budowli o fundamentach ławowych, posadowionych na deformującym się podłożu można określić przy pomocy wzoru z opracowania Kwiatka⁹³:

$$\Delta w = A \frac{q\varepsilon}{\gamma} \quad (7.3)$$

gdzie: $A = 0,7$,

q – obciążenie podłoża przez fundament,

γ – ciężar objętościowy gruntu,

ε – odkształcenie w jednostkach niemianowanych.

⁹³ Kwiatek J.: *Obiekty budowlane na terenach górniczych*. Wydanie II zmienione i rozszerzone. Główny Instytut Górnictwa. Katowice 2007

Dla przykładu, gdy:

$$q = 1 \text{ kG/cm}^2,$$

$$\gamma = 0,002 \text{ kG/cm}^3 \text{ (2000 kG/m}^3\text{)}$$

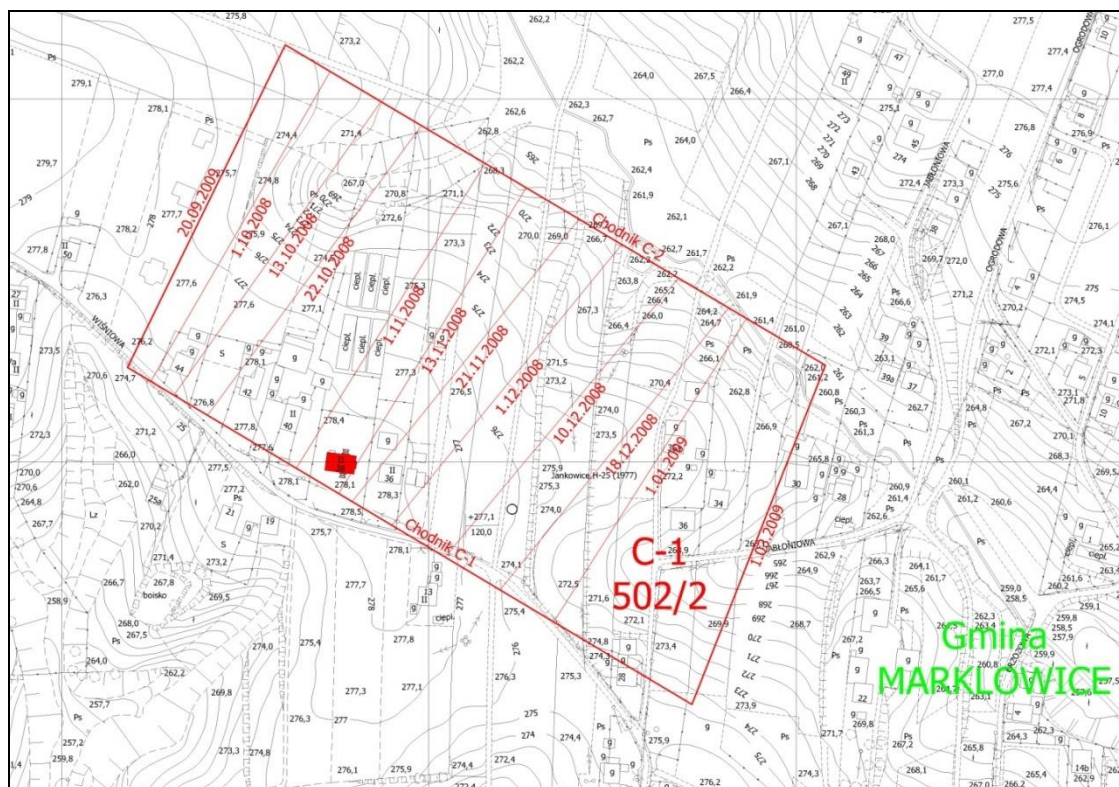
$$\varepsilon = 0,006 \text{ (6 mm/m)},$$

wtedy $\Delta w = 2,1 \text{ mm}$.

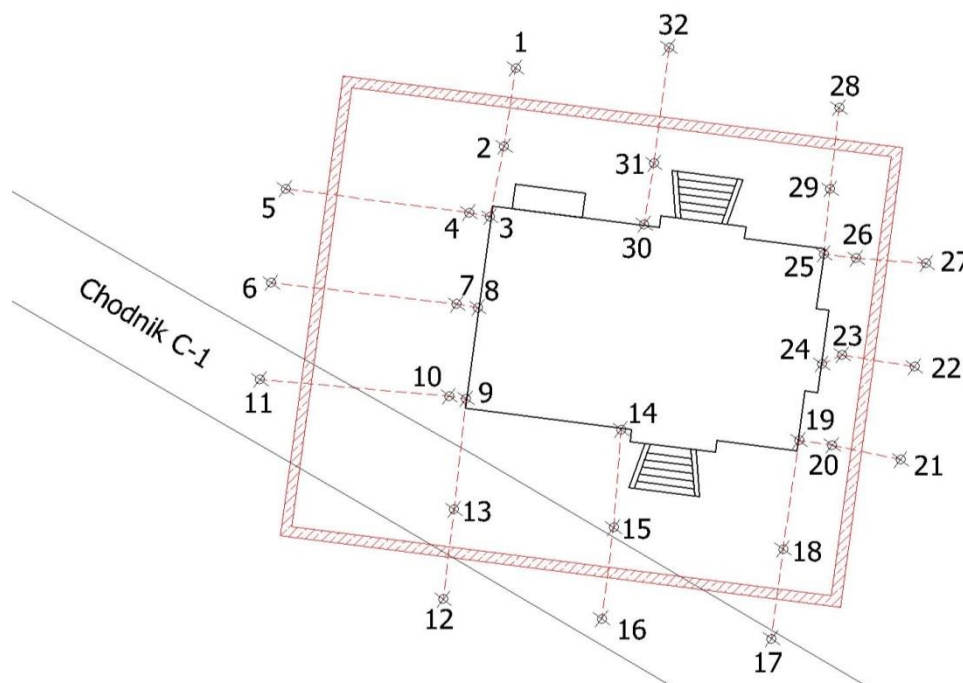
W roku 2008 na kopalniach Jankowice i Marcel przeprowadzono eksperyment polegający na otoczeniu budynków drenażem wgłębnym (ekran podatny) w celu zmniejszenia wpływu odkształceń ściskających. Dla obserwacji procesu, założono sieć punktów wokół budynków oraz liczne repery zarówno na budynku jak i na terenie wokół niego. Na podstawie pomiarów można określić wartości odkształceń poziomych ε i porównać z wartościami teoretycznymi podanymi w wyżej wspomnianym opracowaniu Kwiatka.

Rys. 7.49. przedstawia szkic eksploatacji dokonanej w pokładzie 502/2 na tle mapy sytuacyjno-wysokościowej z wyróżnionym budynkiem przy ulicy Wiśniowej 38 w Markłowicach, wokół którego założono sieć punktów obserwacyjnych – ich rozmieszczenie pokazano na kolejnym rysunku – 7.50. Na każdym boku zastabilizowano 3 linie obserwacyjne, każda z nich składa się z 3 punktów pomiarowych. Jeden z punktów jest umieszczony na budynku, drugi obok niego, przed ekranem podatnym, natomiast trzeci – za tym ekranem.

Dla każdej linii obserwacyjnej wykonywano pomiary niwelacyjne (różnice wysokości) oraz długości boków między nimi. Na Rys. 7.51. pokazano różnice osiadań dla par punktów „budynek-grunt obok budynku”.



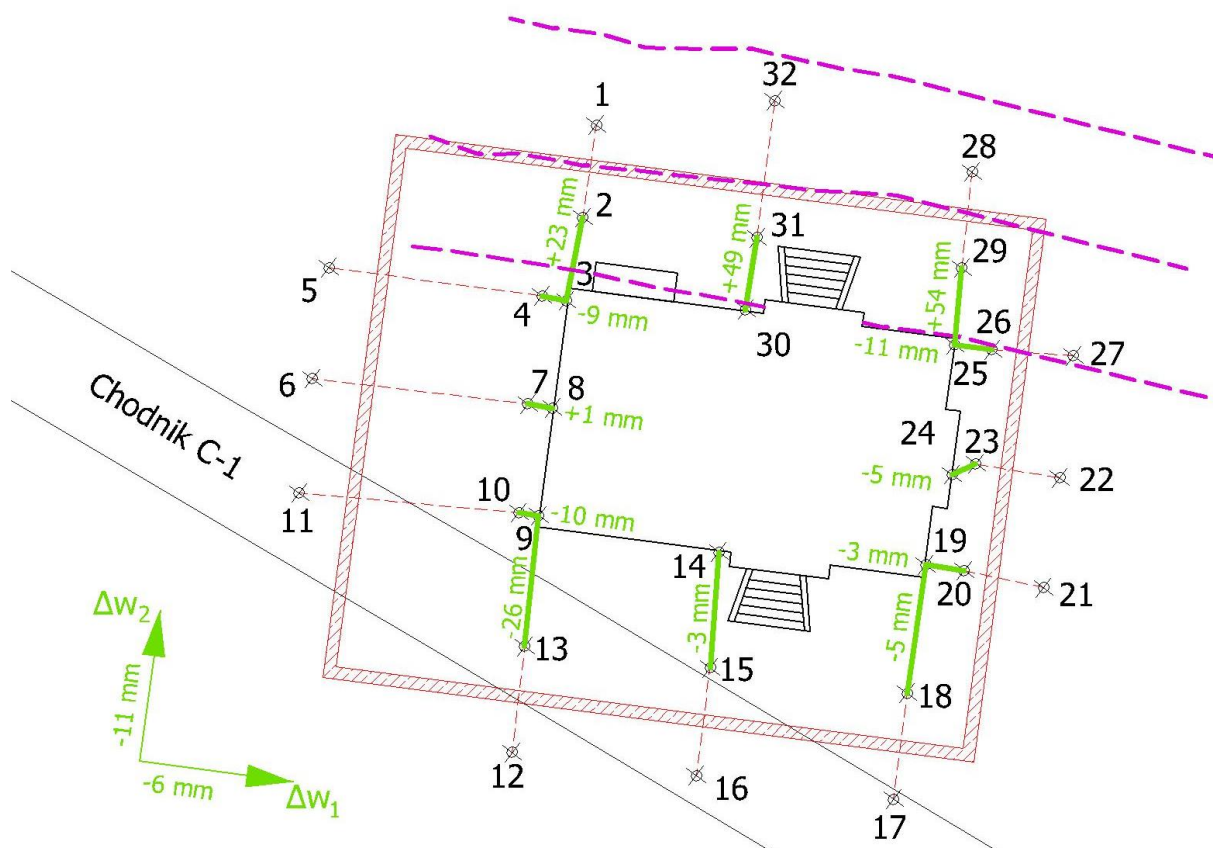
Rys. 7.49. Szkic eksploatacji ściany C-1 w pokładzie 502/2 na tle mapy sytuacyjno-wysokościowej⁹⁴



Rys. 7.50. Sieć punktów obserwacyjnych wokół i na budynku przy ulicy Wiśniowej w Markłowicach⁹⁵

⁹⁴ Dokumentacja mierniczo-geologiczna KW S.A. KWK „Marcel”

⁹⁵ Dokumentacja mierniczo-geologiczna KW S.A. KWK „Marcel”



Rys. 7.51. Różnice osiadań budynku w stosunku do gruntu obok⁹⁶

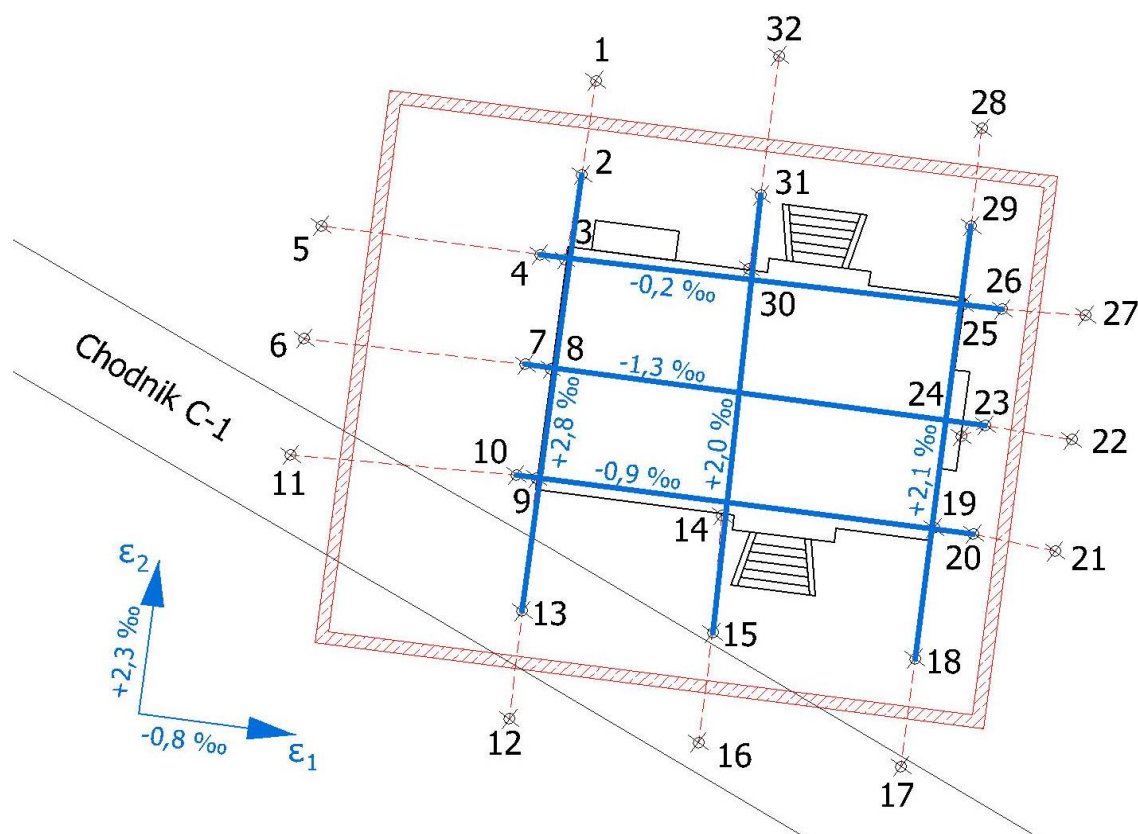
Ujemne wartości sugerują, że repery na budynku osiadły więcej od tych zastabilizowanych w gruncie. Jednak na trzech bokach od strony północnej zaobserwowano duże wartości dodatnie oznaczające, że repery ziemne osiadły więcej. Jest to efekt ujawnienia się w tym miejscu serii deformacji nieciągłych, których pionowe przemieszczenia wynosiły od kilku do nawet 16 cm. Trzy największe symbolicznie zaznaczono przerywaną linią fioletową.

Do obliczenia wzajemnego osiadania budynku w stosunku do otaczającego terenu nie wzięto więc pod uwagę pomiarów na bokach 2-3, 31-30 oraz 29-26, a na podstawie pomiarów na pozostałych bokach można stwierdzić, że średnia wartość tej różnicy osiadań wynosi -8 mm.

W celu weryfikacji powyższej wartości przeanalizowano również odkształcenia poziome ustalone na podstawie pomiarów długości boków.

⁹⁶ Dokumentacja mierniczo-geologiczna KW S.A. KWK „Marcel”

Nie brano jednak pod uwagę pojedynczych boków, ale ciągi boków przebiegające pod budynkiem, co pokazano na Rys. 7.52.



Rys. 7.52. Odształcenia poziome pod budynkiem⁹⁷

Na podstawie obliczonych średnich odształceń w dwóch kierunkach, w dalszej kolejności można przystąpić do określenia wartości różnic osiadań przy pomocy wcześniej wspomnianego wzoru Kwiatka (7.3.):

$$\Delta w_1 = 0,3 \text{ mm} \quad \Delta w_2 = 0,8 \text{ mm}$$

W roku 1986 nastąpiła zmiana układu odniesienia dla pomiarów wysokościowych. Układ Kronsztadt 60 został zastąpiony przez Kronsztadt 86. Do sieci zostały wprowadzone nowe punkty wysokościowe i cała osnowa wysokościowa została ponownie wyrównana. W związku z tym od tego roku wysokość powinna być korygowana o -28 mm (repery w układzie Kronsztadt 86 mają zawsze mniejszą wysokość).

⁹⁷ Dokumentacja mierniczo-geologiczna KW S.A. KWK „Marcel”

7.9. Weryfikacja prognoz symulacyjnych za pomocą bezpośrednich pomiarów terenowych techniką GPS

W celu weryfikacji badań przeprowadzonych w rozdziałach 7.6. i 7.7. w lipcu 2009 roku wykonano pomiary analizowanych tam punktów geodezyjnych przy pomocy techniki GPS. Użyto instrumentu typu Trimble SPS 881, którym dla każdego dostępnego punktu wykonano sześciokrotny pomiar współrzędnych sytuacyjnych i wysokości.

Niestety, dwa z czterech analizowanych punktów osnowy sytuacyjnej (7541136 i 7541035) zostały w ostatnim czasie zniszczone podczas robót drogowych. Trzy analizowane punkty osnowy wysokościowej były dostępne podczas pomiaru. W tabelicy 7.3. zaprezentowano wyniki tych pomiarów GPS łącznie z wcześniej wykonanymi dla analizowanych punktów sytuacyjnych.

Wyniki pomiaru punktów sytuacyjnych techniką GPS

Tablica 7.3.

Operat	Data pomiaru	X	Y	m _p
7541035				
255/16/38/86	1986	842519,51	203083,27	-
754/3/96	1996.11	842519,50	203083,30	0,02
GPS	2009.07	zniszczony		
7541130				
255/16/38/86	1986	842838,38	205841,14	-
754/3/96	1996.11	842238,36	205840,93	0,02
GPS	2009.07	842838,55	205840,99	0,02
7541136				
255/16/38/86	1986	842677,72	207115,58	-
754/3/96	1996.11	842677,32	207115,26	0,02
GPS	2009.07	zniszczony		
7541525				
255/16/38/86	1986	843794,46	204647,80	-
754/3/96	1996.11	843794,44	204647,71	0,03
GPS	2009.07	843794,55	204647,89	0,01

Natomiast w tablicy 7.4. zaprezentowano wyniki tych pomiarów GPS łącznie z wcześniej wykonanymi dla analizowanych punktów sytuacyjnych.

Wyniki pomiaru punktów wysokościowych techniką GPS

Tablica 7.4.

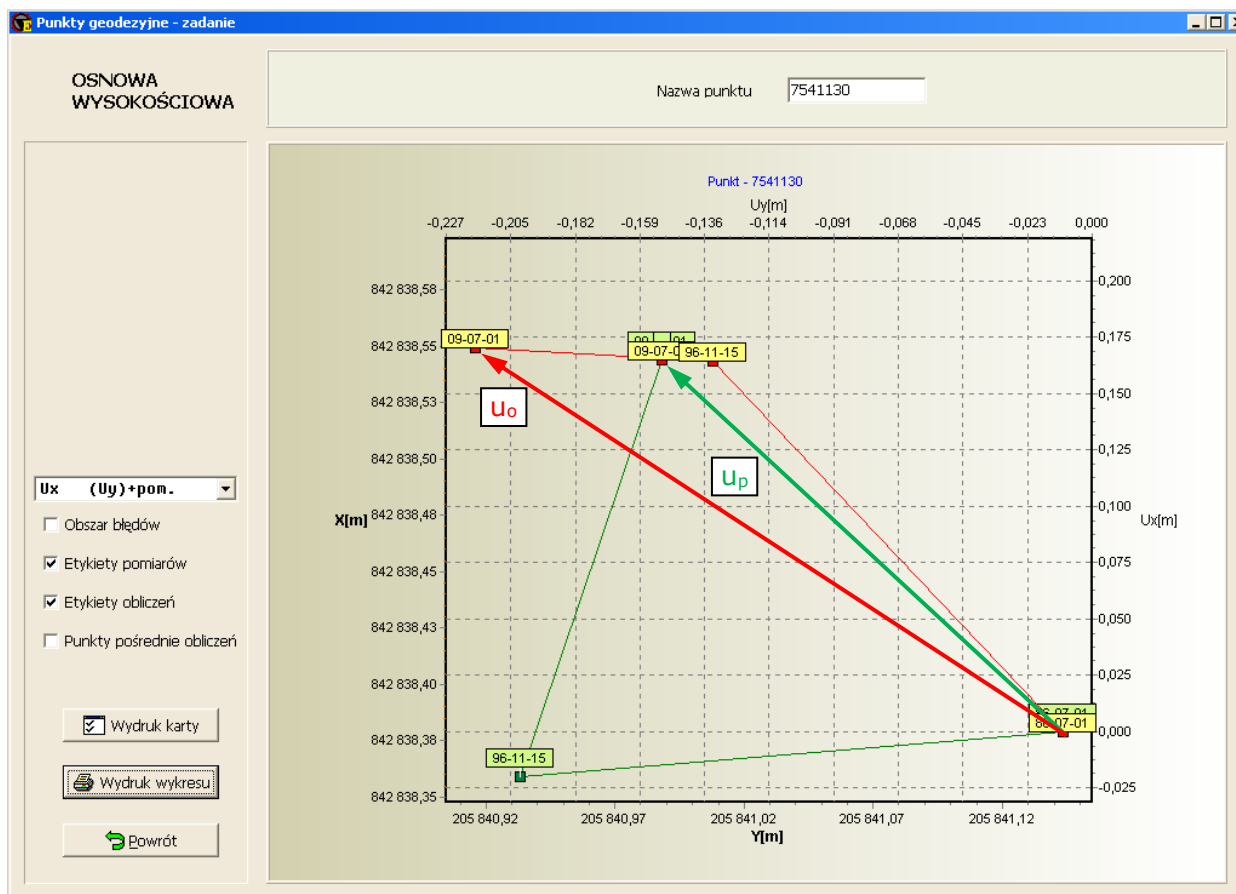
Operat	Data pomiaru	H	m _p	Uwagi
7540031				
220/14/24/73	1970	267,0882	-	Kronszadt
220/14/27/74	1972-73	267,0780	-	Kronszadt
220/14/39/76	1974	267,0744	-	Kronszadt
220/14/27/86	1985-86	267,0449	-	Kronszadt-86
400/26/94	1994.09	266,3664	0,0026	Kronszadt-86
400/53/97	1996.10	266,3303	0,0019	Kronszadt-86
GPS	2009.07	265,7800	0,0029	Kronszadt-86
7541011				
220/11/11/66	1966	246,3842	-	Kronszadt
220/16/21/68	1967	246,3820	-	Kronszadt
220/16/33/82	1981	246,3629	-	Kronszadt
220/16/36/86	1985-86	246,3600	-	Kronszadt
400/26/94	1994.09	246,3026	0,0020	Kronszadt-86
400/53/97	1996.10	246,3035	0,0015	Kronszadt-86
GPS	2009.07	246,2760	0,0017	Kronszadt-86
7541033				
256/11/17/75	1973-74	286,0530	-	Kronszadt
255/16/36/86	1985-86	284,3970	-	Kronszadt
779/1/89	1989	283,3800	-	Kronszadt-86
400/26/94	1994.09	282,9560	0,0021	Kronszadt-86
400/53/97	1996.10	282,8146	0,0016	Kronszadt-86
GPS	2009.07	282,2230	0,0015	Kronszadt-86

7.9.1. Osnowa pozioma

7541130

Na Rys. 7.53. pokazano wykres przemieszczeń poziomych tego punktu w czasie. Obliczenia wykonano tylko dla takich samych momentów czasowych, w jakich były wykonywane pomiary.

Z pomiarów wynika, że od pierwszego pomiaru (1986 rok) do pomiaru kontrolnego GPS (2009 rok) punkt przemieścił się o $u_p=0,226$ m ($u_x=0,165$, $u_y=-0,155$). Natomiast w tym samym okresie według obliczeń punkt powinien się przemieścić o $u_o=0,284$ m ($u_x=0,170$, $u_y=-0,227$). Wynika z tego, że wartość prognozowana jest większa o $0,058$ m, czyli o $+25\%$. Również nieznacznie różnią się kierunki wektorów przemieszczeń w obu przypadkach – o około 15° .



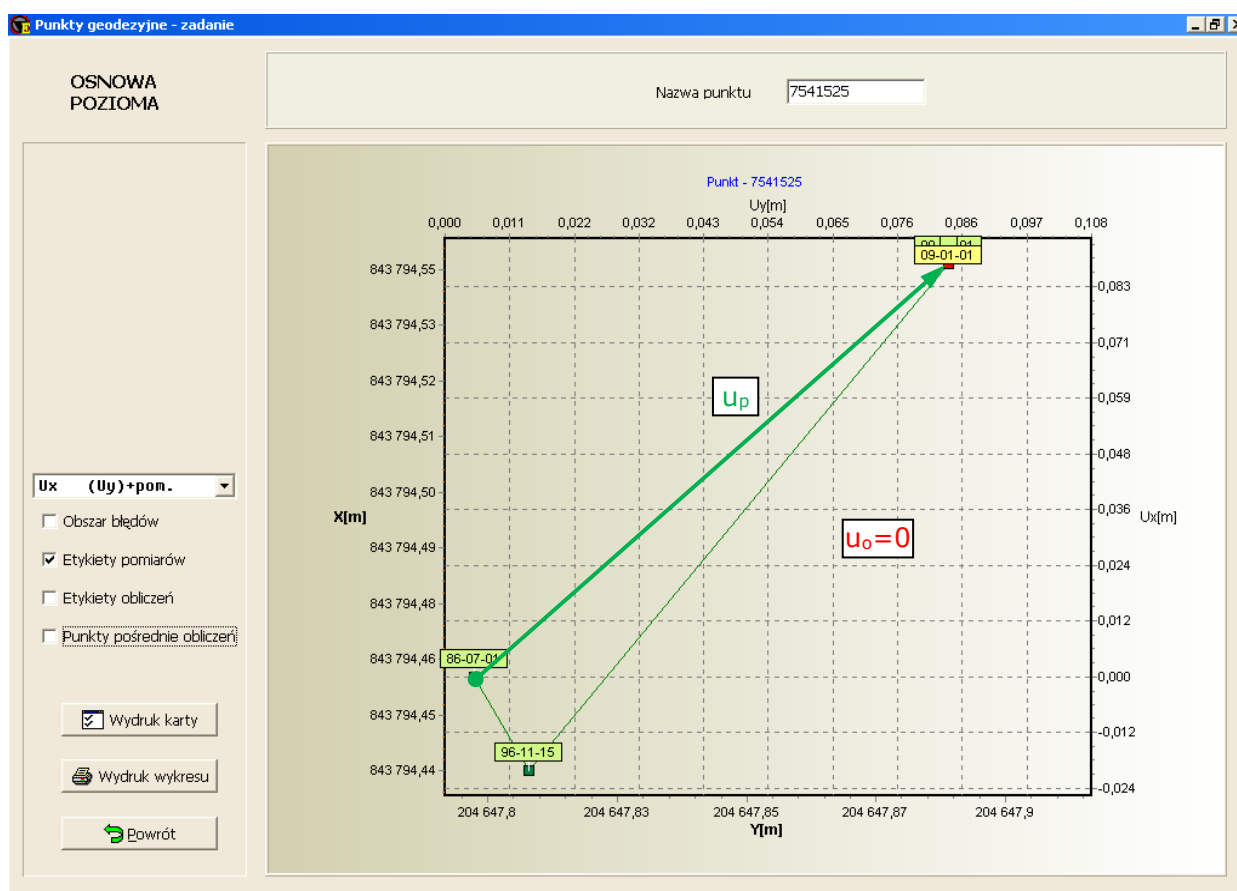
Rys. 7.53. Wykres przemieszczeń w czasie punktu 7541130

Podane powyżej różnice wartości prognozowanych w stosunku do zmierzonych (patrz rozdział 7.5) są wystarczające do tworzenia przez kopalnie map wpływów eksploatacji na powierzchnię terenu, jednak dla celów geodezyjnych są zbyt duże – punkty określone z tak małą dokładnością nie mogą być użyte do pomiarów.

7541525

Na Rys. 7.54. pokazano wykres przemieszczeń poziomych tego punktu w czasie. Obliczenia wykonano tylko dla takich samych momentów czasowych, w jakich były wykonywane pomiary.

Z pomiarów wynika, że od pierwszego pomiaru (1986 rok) do pomiaru kontrolnego GPS (2009 rok) punkt przemieścił się o $u_p=0,124$ m ($u_x=0,088$, $u_y=-0,087$). Z obliczeń programem Explon wynika, że punkt w całym analizowanym okresie był poza bezpośrednim oddziaływaniem eksploatacji górniczej.



Rys. 7.54. Wykres przemieszczeń w czasie punktu 7541525

Należy więc przypuszczać, że tak znaczna – z punktu widzenia geodety – zmiana współrzędnych sytuacyjnych może wynikać z dwóch powodów:

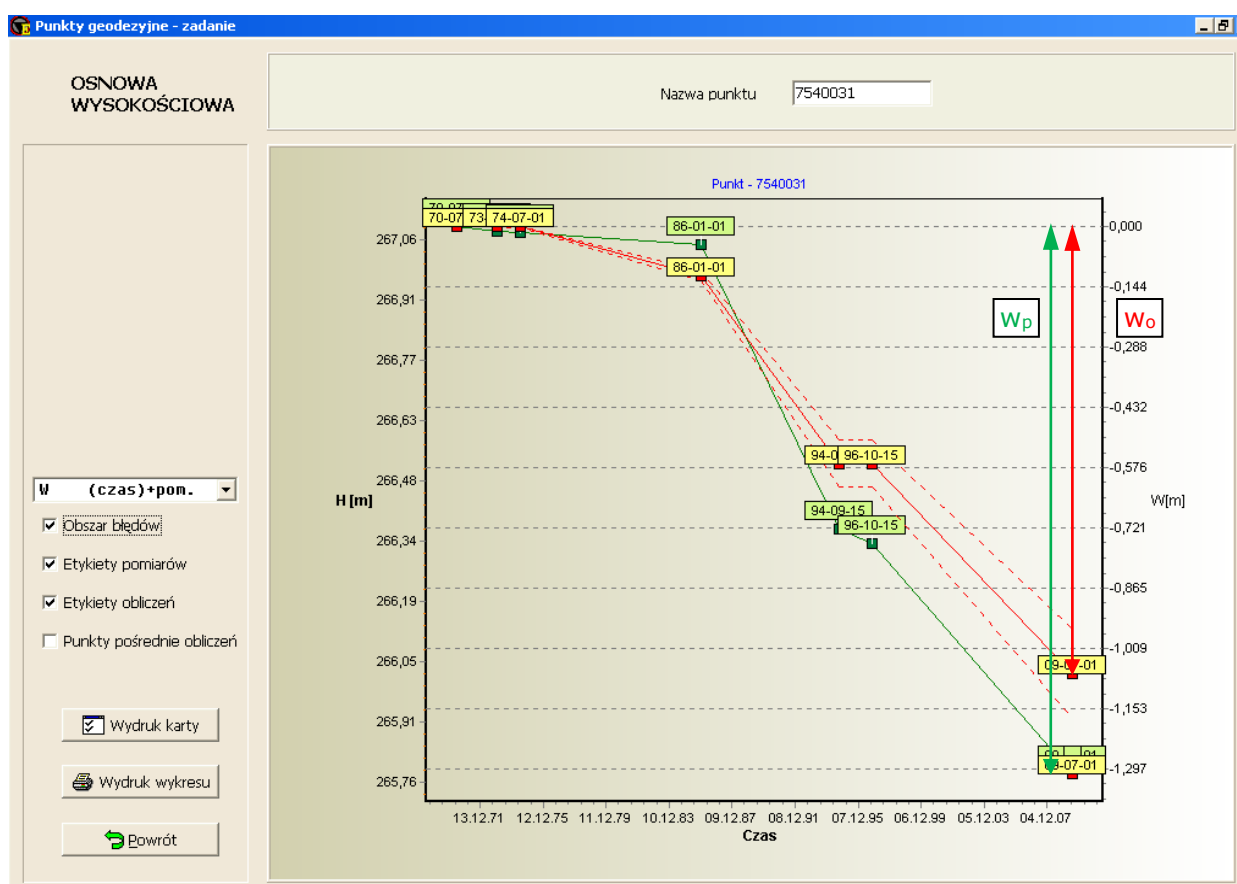
- pośrednich wpływów eksploatacji górniczej – patrz rozdział 7.8.1.,
- z przyczyn geodezyjnych: ciąg poligonowy, którego elementem jest ten punkt osnowy, został wyrównany w oparciu o błędne – np. z powodu wpływów eksploatacji górniczej - współrzędne punktów dowiązania.

Powyższe przyczyny zmiany współrzędnych nie muszą jednak oznaczać, że punkt nie może być używany w dalszym ciągu do pomiarów geodezyjnych.

7.9.2. Osnowa wysokościowa

7540031

Poniżej, na Rys. 7.55. pokazano wykres osiadań tego punktu w czasie.



Rys. 7.55. Wykres osiadań w czasie punktu 7540031

Obliczenia wykonano dla tych samych momentów czasowych, dla których wykonano pomiary, włączając w to również kontrolny pomiar techniką GPS

w lipcu 2009 roku. Pomiarami od 1970 roku stwierdzono osiadanie punktu o wartości $w_p=1,308$ m, natomiast obliczenia wykonane programem Explon określiły jego wartość na $w_o=1,068$ m. Różnica $\Delta w=w_p-w_o=0,240$ m, a więc $M_D=23\%$. Wartość M_D jest więc większa od założonej (10% - rozdział 7.5. – na wykresie obszar błędów zaznaczony czerwoną, przerywaną linią) dla prognozowania osiadań. W rozdziale 7.8.2. opisano przyczyny dodatkowych osiadań punktów osnów geodezyjnych. Jest ich kilka, a wartość osiadania z nich wynikająca jest bardzo trudna do oszacowania.

7541033

Na Rys. 7.56. pokazano wykres osiadań tego punktu w czasie.



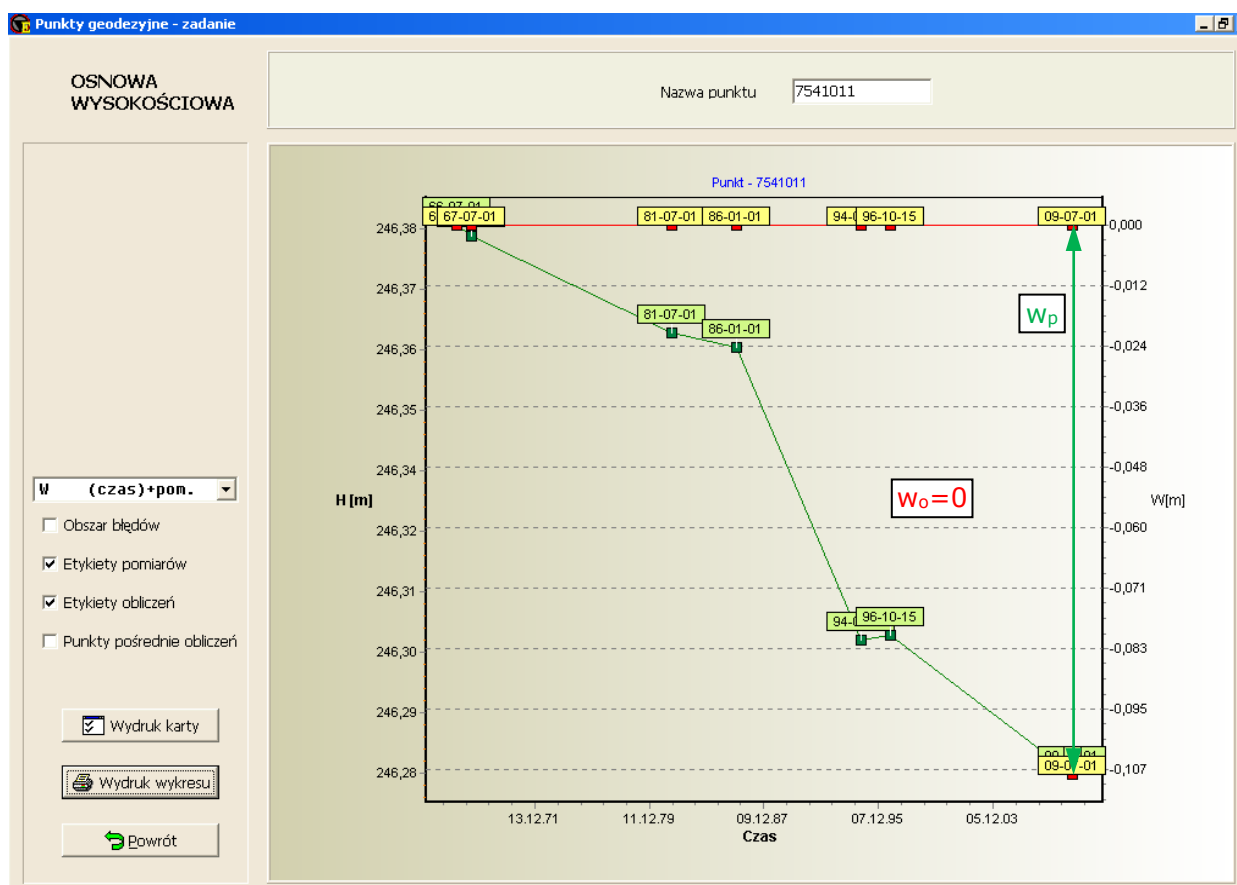
Rys. 7.56. Wykres osiadań w czasie punktu 7541033

Obliczenia wykonano dla tych samych momentów czasowych, dla których wykonano pomiary, włączając w to również kontrolny pomiar techniką GPS w lipcu 2009 roku.

Pomiarami od 1970 roku stwierdzono osiadanie punktu o wartości $w_p=3,830$ m, natomiast obliczenia wykonane programem Explon określiły jego wartość na $w_o=2,637$ m. Różnica $\Delta w=w_p-w_o=1,193$ m, a więc $M_D=31\%$. Tak jak i dla poprzedniego punktu wartość M_D jest większa od założonej (10% - rozdział 7.5. - na wykresie obszar błędów zaznaczony czerwoną, przerywaną linią) dla prognozowania osiadań. W rozdziale 7.8.2. opisano przyczyny dodatkowych osiadań punktów osnów geodezyjnych. Jest ich kilka, a wartość osiadania z nich wynikająca jest bardzo trudna do oszacowania.

7541011

Na Rys. 7.57. pokazano wykres osiadań tego punktu w czasie.



Rys. 7.57. Wykres osiadań w czasie punktu 7541011

Punkt 7541011 znajduje się poza bezpośrednimi wpływami eksploatacji górniczej - obliczenia programem Explon to potwierdziły. Jednak z wykonywanych od 1967 do 2009 roku pomiarów wynika, że omawiany punkt

osiadł o wartość 0,108 m. Tak jak w przypadku poprzednio analizowanych punktów osiadanie to może wynikać z przyczyn – zarówno geodezyjnych, jak i pośrednich związanych z eksploatacją górnictw – opisanych w rozdziale 7.2.

7.10. Podsumowanie badań

7.10.1. Punkty geodezyjnej osnowy poziomej

Do analizy stałości położenia wybrano 49 punktów osnowy poziomej zastabilizowanych na obszarze sekcji 754.

Wstępnie zostało odrzuconych 20 punktów – w przeszłości został wykonany dla nich tylko jeden pomiar współrzędnych, co nie pozwala obliczyć prognozy ich przemieszczenia.

Z pozostałych 29 punktów 2 były II klasy, pozostałe 27 – III klasy.

Z analizy wynika, że oba punkty II klasy mogą być użyte do pomiarów, z tym, że jeden z nich jako punkt III klasy (7540657), natomiast drugi zgodnie z przeznaczeniem (7540667).

Wśród 27 punktów III klasy, 7 było poza wpływami eksploatacji górnictw, więc w dalszym ciągu mogą być wykorzystane do pomiarów.

Kolejnych 6 punktów, mimo, że były objęte wpływami eksploatacji może również być użytych do pomiarów geodezyjnych. Na pozostałych 14 punktach stwierdzono tak znaczne przemieszczenia poziome, że są całkowicie nieprzydatne do celów geodezyjnych.

Można więc stwierdzić, że większości punktów (14 z 20 – 70 %) objętych wpływami eksploatacji górnictw, nie można użyć do pomiarów.

Biorąc pod uwagę 29 analizowanych punktów, 15 z nich, czyli 52 %, można wykorzystać do pomiarów. W stosunku do wszystkich 49 punktów procent przydatnych punktów wynosi już tylko 31 %. Należy jednak zaznaczyć, że niektóre z odrzuconych wstępnie 20 punktów mogą posiadać prawidłowe współrzędne, jednak przy pomocy tej analizy stałości położenia nie sposób tego potwierdzić.

7.10.2. Punkty geodezyjnej osnowy wysokościowej

Do analizy stałości wysokości wybrano 57 punktów osnowy poziomej zastabilizowanych na obszarze sekcji 754.

Wstępnie zostało odrzuconych 25 punktów – znajdują się zbyt daleko od rejonu eksploatacji trzech analizowanych kopalń.

Spośród pozostałych 32 punktów 7 jest I klasy, a 25 – II klasy.

Tylko jeden punkt (7540036) I klasy nadaje się do wykorzystania do pomiarów zgodnie z przeznaczeniem, pozostałe 6 było pod znacznymi wpływami eksploatacji górniczej, więc prognozowane dla nich osiadania nie pozwalają na ich używanie.

Z 25 punktów osnowy II klasy, 11 było pod wpływem eksploatacji i to powoduje, że nie nadają się do użytku. Pozostałe 14 punktów (56 %) nie były objęte wpływami, więc mogą być używane zgodnie z przeznaczeniem.

Łącznie, na 32 analizowane punkty, 15 (47 %) posiada cechy pozwalające używać ich do pomiaru. W stosunku do wszystkich 57 punktów zastabilizowanych na obszarze sekcji 754 procent przydatnych punktów wynosi 70 %.

8. Podsumowanie i wnioski

Znajomość procesu deformacji powierzchni w wyniku prowadzenia eksploatacji górniczej oraz umiejętność prognozowania tych zmian ma istotne znaczenie dla prowadzenia procesu inwestycyjnego na takich obszarach. Przedsięwzięcia realizowane na takich terenach wymagają specyficznego trybu postępowania.

Niniejsza rozprawa stanowi próbę wskazania sposobu postępowania w zakresie wykorzystania osnów geodezyjnych w celu projektowania obiektów na terenach górniczych.

Z ODGiK pozyskujemy karty informacyjne punktów ze współrzędnymi pochodzącymi z pomiarów sprzed kilkunastu lat (1996). Otrzymane dane w połączeniu z bazą danych o eksploatacji oraz z wykorzystaniem programu komputerowego do obliczania deformacji powierzchni podlegają obróbce mającej na celu określenie przemieszczenia punktów, za okres od ostatniego pomiaru do daty wykonywania projektu. Znając wektory przemieszczeń wybranych punktów, w oparciu o wykonane obliczenia, można określić prawdopodobne położenie punktów.

Po wykonaniu obliczeń należy dokonać weryfikacji przydatności współrzędnych punktu do procesu projektowania i realizacji inwestycji, stosując odpowiednie kryteria. Są nimi wartości przyrostów współrzędnych i błędy ich obliczenia. Kryteria te muszą być zgodne z klasyfikacją osnów geodezyjnych.

Na tej podstawie mamy punkty nadające się i nie nadające do wykorzystania w procesie projektowania. Proponuje się wzbogacenie danych na karcie informacyjnej punktu osnowy o zapis: *z powodu szkód górniczych punkt nie nadaje się do wykorzystania oraz wykres zmian osiadania w czasie danego punktu lub wykres przemieszczeń punktu wraz z prognozą.*

Dla rejonu, gdzie większość punktów jest nie nadająca się do dalszego wykorzystania najlepiej sporządzić nowy pomiar osnowy.

Stwierdzono ponadto, że dla lepszej zgodności prognozy z pomiarami geodezyjnymi należy uwzględnić osiadania dodatkowe dla reperów posadowionych na budynkach, bowiem powstająca interakcja pomiędzy budowlą a deformującym się podłożem powoduje dodatkowe obniżenie tej budowli, tym samym też reperów ściennych.

Ponadto:

1. Niestabilność powierzchni terenu, którą charakteryzuje się pole Marklowice, powoduje, że osnowa geodezyjna na tym obszarze zakładana klasycznymi metodami traci swoją podstawową cechę – jako sieć stałych punktów dla odniesienia wszelkiego rodzaju pomiarów geodezyjnych, wykonywanych na tym obszarze.
2. Traci również sens obowiązująca klasyfikacja osnów geodezyjnych, oparta, na kryterium dokładności określania położenia punktów w przestrzeni, gdyż wielkości deformacji powierzchni terenu często przekraczają dopuszczalne błędy współrzędnych punktów osnowy, niezależnie od tego, jakimi metodami zostały pomierzone.
3. Wyniki pomiarów osnowy geodezyjnej wykonywanych z konieczności na ograniczonym zasięgu zleceń obszarze są obciążone znacznymi błędami nawiązania do osnowy wyższego rzędu, ze względu na trudności w identyfikacji punktów stałych w sieci wyższego rzędu oraz błędami

położenia poszczególnych punktów osnowy, spowodowanymi ruchem górotworu pod wpływem robót górniczych.

4. Przedstawiony problem wymaga niekonwencjonalnych rozwiązań, polegających na sprzężeniu procesu pomiarów geodezyjnych z funkcjami ruchu górotworu, obliczonymi na podstawie danych odnoszących się do rzeczywiście prowadzonych robót górniczych.

Wnioski

1. Zgodnie z obowiązującymi przepisami pomiary geodezyjne związane z projektowaniem, budową oraz eksploatacją obiektów należy wykonywać w nawiązaniu do osnowy geodezyjnej. Natomiast pomiary geodezyjne wykonywane na terenach objętych wpływami eksploatacji górniczej nie muszą być nawiązywane do punktów osnowy państwowej. Powinno się je odnosić do istniejących trwałych szczegółów terenowych lub nowych osnów wpasowanych w układ państwowy. Pomiary inwentaryzacyjne, zwłaszcza urządzeń podziemnych wykonywać w stosunku do trwałych szczegółów sytuacyjnych I grupy dokładnościowej, uwidocznionych na mapie i istniejących w terenie (istniejące budowle, trwałe granice).
2. W planowaniu, programowaniu i projektowaniu inwestycji należy wykorzystywać przydatne do tych celów materiały geodezyjno-kartograficzne z ośrodków geodezyjno-kartograficznych. Otrzymane materiały należy zaktualizować, a w przypadku gdy brak materiałów nadających się do wykorzystania wykonać nowy pomiar.

Dane otrzymywane z ośrodka dla obszaru objętego eksploatacją nie są niestety zgodne ze stanem faktycznym, obrazują one niekiedy stan sprzed wielu lat.

Zgodnie zapisem w ustawie prawo geodezyjne i kartograficzne w ramach zasobu prowadzony jest szereg rejestrów określanych mianem „publicznych”, z którymi wiąże się problem domniemania prawdziwości danych wpisanych do rejestru, wiarygodności publicznej danych objętych rejestrem, skutków wpisania do rejestru czy odpowiedzialności podmiotu obowiązującego do złożenia wniosku o wpis.

Kto zatem ponosi odpowiedzialność za szkody powstałe z tytułu wadliwej dokumentacji z zasobu geodezyjno-kartograficznego?

Wydawane z zasobu geodezyjnego dokumenty powinny potwierdzać istniejący stan faktyczny oraz prawny uwidoczniony w urzędowych rejestrach i mieć cechy nadające im moc dokumentów urzędowych.

Dokonując oceny przydatności danych z zasobu geodezyjno-kartograficznego, warto mieć na uwadze tzw. wiarygodność faktyczną.

Na obecną chwilę brak wyraźnej normy ustalającej wprost odpowiedzialność organu za skutki wydania wadliwej dokumentacji.

3. Fakt, że górnictwo jest uciążliwe dla otoczenia, widać gołym okiem wszędzie tam gdzie wydobywa się kopaliny. Wśród szkód spowodowanych eksploatacją górnictwem dominują te ujawniające się w obiektach budowlanych, w infrastrukturze kolejowej i drogowej oraz szkody natury hydrologicznej i szkody w gruntach rolnych i leśnych.

Ewidentną szkodą górnictwa jest szkoda w danych mapowych innych danych w zasobie. Kopalnie wykonują pomiary, ale nie zmienia się przy tym treść mapy zasadniczej. Taką na własny koszt musi wykonać inwestor lub gmina. Obowiązkiem przedsiębiorcy górnictwa jest naprawienie wyrządzonych szkód, może więc powinna być konieczność partycypowania w kosztach tworzenia mapy pomiędzy zakładem górnictwem a inwestorem.

Nowe pomiary inwentaryzacyjne z wykorzystaniem GPS powinny być wykonywane do granicy wpływów eksploatacji. (Kto ma zapłacić za tak duży obszar pomiaru? Kopalnia, bo zrobiła szkodę w terenie?)

4. Istniejące wszelkiego rodzaju wytyczne techniczne opracowywane przez GUGiK, wykładnie czy różnego rodzaju zalecenia stanowiące podstawę prowadzenia prac geodezyjnych i kartograficznych nie są podzielone na te, które dotyczą terenów objętych wpływami eksploatacji górnictwa i pozostałe obszary.

Zapis zawarty w G-2 „niniejsze przepisy nie dotyczą obszarów o szczególnie intensywnych ruchach powierzchni np. obszary górnictwa kopalń i inne, gdzie technologia pomiarów, okresowość ich powtarzania i

inne elementy pomiaru i opracowania ich wyników mogą być różne od zalecanych tą instrukcją”.⁹⁸

Jedynym dokumentem odnoszącym się do terenów górniczych są „Zasady prowadzenia mapy zasadniczej na terenach górniczych”. Jest to jednak dokument, który nie stanowi źródła prawa jak zresztą wszystkie inne geodezyjne instrukcje i wytyczne.

Udostępniane dane o punktach osnów geodezyjnych geodetom, zainteresowanym gminom i innym podmiotom prowadzącym działalność w obszarze zagrożonymi uszkodzeniami górnymi powinny mieć postać uzupełnionej karty informacyjnej o dane uzyskane z prognozy czyli z informacją o wielkości zmian współrzędnych np. Rys. 7.34, Rys.7.41 (czerwone dane).

Wykonywanie pomiarów techniką satelitarną GPS dla obszarów górniczych, mocno zurbanizowanych jest utrudnione ze względu na konieczność odkrytego horyzontu. Jest to metoda nadal droga ze względu na specjalistyczny i kosztowny sprzęt oraz specjalistyczne oprogramowanie.

⁹⁸ Instrukcja techniczna G-2 - *Wysokościowa osnowa geodezyjna*

Literatura

- [1] Barlik M., Pachuta A.: *Geodezja fizyczna i grawimetria geodezyjna. Teoria i praktyka*, Politechnika Warszawska, 2007
- [2] Białek J.: *Algorytmy i programy komputerowe do prognozowania deformacji terenu górniczego*. Monografia. Gliwice, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2003
- [3] Białek J., zespół wykonawców: *Analiza pomiarów deformacji terenu w Polu Markłowice wraz z optymalizacją zakresu i metodyki ich prowadzenia*. PPHU Góreks sp. z o. o., Gliwice, Rybnik, 2006
- [4] Czarnecki K.: *Geodezja współczesna w zarysie*, Wiedza i Życie, 1997
- [5] Dziurzyński W. i zespół: *Określenie parametrów górotworu z części markłowskiej KW S.A. Oddział KWK „Marcel” na podstawie pomiarów geodezyjnych*. Instytut Mechaniki Górotworu PAN, Kraków, 2007
- [6] Greń K., Popiołek E.: *Wpływ eksploatacji górniczej na górotwór i powierzchnię*. Skrypt AGH nr 1179. Kraków, 1990
- [7] Hycner R., Dobrowolska-Wesołowska M.: *Geodezja, geodezyjne pomiary szczegółowe i etyka zawodowa - wybrane teksty źródłowe z tłumaczeniem dla studentów, nauczycieli i wykonawców* Wydawnictwo GALL, 2008
- [8] Jagielski A.: *Geodezja II*. Wydawnictwo „Stabill”, Kraków, 2003
- [9] Jędrzejec E.: *32-bitowa aplikacja Szkody 4.0 do prognozowania poeksploatacyjnych deformacji górotworu*. Prace Naukowe GIG, 2002. Seria Konferencje Nr 41. Problemy ochrony terenów górniczych, s. 193-200
- [10] Jędrzejec E., Gruchlik P., Muszyński L.: *W. Nowe rozwiązania programu Szkody. Problemy Ochrony Obiektów Budowlanych Na Terenach Górniczych*. Prace zbiorowa. Katowice, GIG, 2007
- [11] Kłosek K.: *Dodatkowe osiadanie budowli i parcie gruntu w ośrodkach poziomo odkształcalnych*. Ochrona terenów górniczych, 48/1979.

- [12] Kłosek K., Pruszyński W.: *Wykorzystanie metod geodezyjnych w ocenie stanu geometrycznego budowli*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2008
- [13] Knothe S.: *Prognozowanie wpływów eksploatacji górniczej*. Katowice, Wydawnictwo „Śląsk”, 1984
- [14] Knothe S.: *Równanie profilu ostatecznie wykształconej niecki osiadania*. Archiwum Górnictwa i Hutnictwa t. 1, z. 1., 1953
- [15] Kochmański T.: *Obliczenia ruchów punktów górotworu pod wpływem eksploatacji górniczej*. Warszawa, PAN, 1956
- [16] Kowalski A.: *Nieustalone górnicze deformacje powierzchni w aspekcie dokładności prognoz*. Prace Naukowe GIG, 2007. Nr 871
- [17] Krawczyk A.: *System Informacji o terenach przekształconych działalnością przemysłową w rejonie Olkusza*. Praca dyplomowa. AGH Kraków, 1994
- [18] Krawczyk A., Perski Z.: *Zastosowanie satelitarnej interferometrii radarowej na terenach eksploatacji rud miedzi w LGOM*. Mat. XI Kongresu ISM Kraków, 2000
- [19] Kwiatek J.: *Obiekty budowlane na terenach górniczych*. Wydanie II zmienione i rozszerzone. Główny Instytut Górnictwa. Katowice 2007
- [20] Kwiatek J. i inni: *Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych*. Katowice, GIG, 1997
- [21] Litwiniszyn J.: *Teorie wpływu eksploatacji na powierzchnię wczoraj, dziś i jutro*. Szkoła Eksploatacji Podziemnej '93. Sympozja i Konferencje nr 6. Kraków, PAN, 1993
- [22] Łabanowicz H.: *Regionalna Dynamiczna Osnowa Geodezyjna Województwa Katowickiego*. Terra Cognoscenda 2/1991 Biuletyn GSIT
- [23] Niemiec T.: *A Discrete Random Function of Influence in a Quantum Model of Surface Deformation*. Polska Akademia Nauk Oddział w Krakowie. Prace Komisji Górniczo – Geodezyjnej. Geodezja 31, 1985
- [24] Niemiec T.: *Deformacja górotworu jako skutek eksploatacji górniczej*. Ochrona Terenów Górniczych nr 73/74, 1985

-
- [25] Niemiec T.: *Model Herschela i jego primienienie pri opriedielienij deformacij gornovo massiva wyzwannyh gornymi rabotami*. VII Międzynarodowy Kongres Miernictwa Górniczego. Związek Radziecki, Leningrad, 1988
- [26] Niemiec T.: *Model Herschela, czyli szkody górnicze inaczej*. Polska Akademia Nauk. Centrum Podstawowych Problemów Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią. Akademia Górniczo – Hutnicza, Zakład Górnictwa Podziemnego. Sympozja i Konferencje, nr 20. Szkoła Eksploatacji Podziemnej. Kraków – Szczyrk, 1996
- [27] Niemiec T.: *Dyskretny i stochastyczny charakter deformacji powodowanych eksploatacją górniczą*. Prace naukowe Głównego Instytutu Górnictwa. Seria: Konferencje nr 20 – Ochrona powierzchni i obiektów budowlanych przed szkodami górniczymi. Katowice, 1997
- [28] Niemiec T.: *Warunki stosowania asymetrycznych funkcji wpływów eksploatacji górniczej*. Zarząd Główny Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Górnictwa w Katowicach. Główna Komisja Miernictwa Górniczego i Ochrony Środowiska. III Konferencja naukowo-techniczna: Ochrona środowiska na terenach górniczych. Ustroń Jaszowiec, 1998
- [29] Niemiec T.: *Asymmetrische Funktionen der Abbaueinfluesse und Deformationskennziffern mit ihren Geschwindigkeiten*. Das Markscheidewesen. Nr 3, 2001
- [30] Niemiec T.: *Model Herschela i jego zastosowanie do opisywania deformacji powodowanych eksploatacją górniczą*. Politechnika Śląska. Zeszyty Naukowe. Górnictwo z. Nr 1752. Gliwice, 2007. IX Dni Miernictwa Górniczego i Ochrony Terenów Górniczych. Konferencja Naukowo – Techniczna. Wisła, 20.-22. czerwca 2007
- [31] Niemiec R., Niemiec T.: *Błądzenie losowe i jego zastosowanie do modelowania deformacji górotworu powodowanych eksploatacją górniczą*. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa „Górnictwo i Środowisko” Katowice, 2008. II. Konferencja Naukowo- Szkoleniowa Katowice – Ustroń, 22.-24.10.2008

- [32] Nowak E., Preuss R.: *Regionalna Dynamiczna Osnowa Geodezyjna – wyniki prac doświadczalnych i pilotowych*. Terra Cognoscenda 8/93
Biuletyn GSIT
- [33] Nowak E., Preuss R.: *Zastosowanie fotogrametrii do inwentaryzacji terenów objętych eksploatacją górniczą*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Budownictwo z.82, Gliwice, 1996
- [34] Odlanicki-Poczobutt M.: *Geodezja*, PPWK, 1996
- [35] Ostrowski J. i inni.: *Dynamika ujawniania się bezpośrednich wpływów dokonanej eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu*. O/ZG Rudna, AGH Kraków, 1997
- [36] Ostrowski J.: *Probabilistyczna ocena zagrożenia powierzchni deformacjami górniczymi*. Prace naukowe GIG. Górnictwo i środowisko. Katowice, Nr V/2007
- [37] Pażus R.: *Integracja osnów i sieci*. "Geodeta" nr 4/2009
- [38] Perski Z.: *Monitoring osiadań terenu pod wpływem eksploatacji podziemnej węgla kamiennego metodą InSAR*. Projekt Europejskiej Agencji Kosmicznej: ESA AO3-127
- [39] Piwowarski W., Krawczyk A.: *Koncepcja geoprzestrzennego Systemu Informacji o Terenie Górniczym*. Praca finansowana ze środków KBN. Badania Statutowe. KOTG rok 1994, AGH Kraków
- [40] Piwowarski W., Krawczyk A.: *Koncepcja Geoprzestrzennego Systemu Informacji o Terenie Górniczym*. Materiały V Konferencji – „Dni Miernictwa Górniczego i Ochrony Terenów Górniczych”. Szczyrk, 1999
- [41] Poniewiera M.: *Pakiet programów wspomagających tworzenie i obsługę kopalnianych map numerycznych GEOLISP*
- [42] Popiołek E.: *Analiza rozwoju wielkopowierzchniowej niecki obniżeniowej terenu na obszarze LGOM w oparciu o wyniki obserwacji geodezyjnych od początku eksploatacji do 31.12.1997 wywołanej odwodnieniem warstw trzeciorzędowych i czwartorzędowych*. AGH Kraków, 1998, praca niepublikowana

- [43] Popiołek E. i zespół: *Aktualizacja inwentaryzacji zabudowy kubaturowej powierzchni w Brzezinach Śląskich w granicach terenu górniczego KWK „Andaluzja”*. SIOTG Katowice, 1997
- [44] Popiołek E., Ostrowski J.: *Próba ustalenia głównych przyczyn rozbieżności prognozowanych i obserwowanych poeksploatacyjnych wskaźników deformacji*. Ochrona Terenów Górniczych, nr 58, 1981
- [45] Praca zbiorowa: *Ochrona powierzchni przed szkodami górniczymi*. Katowice, Wydawnictwo „Śląsk” 1980
- [46] Przewłocki S.: *Geodezja inżyniersko-drogowa*, PWN, 2009
- [47] Przewłocki S.: *Geomatyka*, PWN, 2008
- [48] Stoch T.: *Wpływ warunków geologiczno-górniczych eksploatacji złoża na losowość procesu przemieszczeń i deformacji powierzchni terenu*. Praca doktorska (niepublikowana), AGH, Kraków, 2005
- [49] Śledziński J.: *EUPOS a sprawa polska*. "Geodeta" nr 2/93, luty 2003
- [50] Śledziński J., Rogowski J.: *Satelitarne pomiary GPS w badaniach deformacji powierzchni terenu Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego*. Terra Cognoscenda 3/91 Biuletyn GSIT
- [51] Wawrzyn J., Antosiewicz M.: *Aktywna Sieć Geodezyjna ASG-PL*. Opracowanie Komisji Geodezji Satelitarnej oraz Sekcji Sieci Geodezyjnych PAN dla Głównego Geodety Kraju ze wspólnego posiedzenia komisji w dniu 8. stycznia 2002 roku
- [52] Wereszczański L., Kozakiewicz W.: *Relacja z prac wykonanych techniką GPS na terenie województwa katowickiego*. Terra Cognoscenda 3/91 Biuletyn GSIT
- [53] Wysocki J.: *Geodezja z fotogrametrią i geomatyką dla inżynierii i ochrony środowiska oraz budownictwa*, Wydawnictwo SGGW, 2000

Akty prawne

- [54] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 roku - *Prawo budowlane* (jednolity tekst z 2006 roku, Dz. U. Nr 156 poz. 1118 z późniejszymi zmianami)

- [55] Ustawa z dnia 17 lipca 1989 roku - *Prawo geodezyjne i kartograficzne* (jednolity tekst Dz. U. z 2000 roku Nr 100, poz. 1086 z późniejszymi zmianami)
- [56] Ustawa z dnia 27 marca 2003 roku – *O planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym*, Dz. U. Nr 80 poz. 717 (z późniejszymi zmianami)
- [57] Rozporządzenie Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa z dnia 2 kwietnia 2001 roku w sprawie geodezyjnej ewidencji sieci uzbrojenia terenu oraz zespołów uzgadniania dokumentacji projektowej (Dz. U. Nr 38, poz. 455)
- [58] Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 21 lutego 1995 roku w sprawie rodzaju i zakresu opracowań geodezyjno-kartograficznych oraz czynności geodezyjnych obowiązujących w budownictwie (Dz. U. Nr 25, poz. 133)
- [59] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 15 kwietnia 1999 roku w sprawie ochrony znaków geodezyjnych, grawimetrycznych i magnetycznych (Dz. U. Nr 45, poz. 454 z późniejszymi zmianami)
- [60] Rozporządzenie Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa z dnia 16 lipca 2001 roku w sprawie zgłaszania prac geodezyjnych i kartograficznych, ewidencjonowania systemów i przechowywania kopii zabezpieczających bazy danych, a także ogólnych warunków umów o udostępnianie tych baz (Dz. U. Nr 78, poz. 837)
- [61] Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 14 grudnia 1994 r. w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać budynki i ich utrzymanie (Dz. U. z 1995 roku Nr 10, poz. 46 z późniejszymi zmianami)
- [62] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 marca 1999 roku w sprawie standardów technicznych dotyczących geodezji, kartografii oraz krajowego systemu informacji o terenie (Dz. U. Nr 30, poz. 297)
- [63] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 maja 1999 roku w sprawie określenia rodzajów materiałów

stanowiących państwowy zasób geodezyjny i kartograficzny, sposobu i trybu ich gromadzenia i wyłączenia z zasobu oraz udostępniania zasobu (Dz. U. z dnia 31 maja 1999 roku)

Wykorzystane materiały

- [64] Dokumentacja mierniczo-geologiczna KW S.A. KWK „Marcel”
- [65] Dokumentacja mierniczo-geologiczna KW S.A. KWK „Jankowice”
- [66] Materiały Powiatowego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Wodzisławiu Śląskim
- [67] Instrukcja techniczna K-1 *Mapa zasadnicza*
- [68] Instrukcja techniczna O-1
- [69] Instrukcja techniczna O-2
- [70] Instrukcja techniczna G-1 *Pozioma osnowa geodezyjna*
- [71] Instrukcja techniczna G-2 *Wysokościowa osnowa geodezyjna*
- [72] Instrukcja techniczna G-4 *Pomiary sytuacyjne i wysokościowe*
- [73] Wytyczne techniczne K-1.8, GUGiK
- [74] *Słownik geomatyczny – na podstawie wydania System Informacji Przestrzennej w Lasach Państwowych - podręcznik użytkownika leśnej mapy numerycznej*, Warszawa, 2000
- [75] *Wytyczne GGK dla prowadzenia mapy zasadniczej na terenach objętych eksploatacją górnictwem. Wytyczne Techniczne K-1.8:2007* Wytyczne opracował zespół w składzie: Tomasz Białożył, Karol Borkowy, Jan Bury, Alfons Jacko i Kazimierz Juzwa
- [76] *Projekt zasad prowadzenia mapy zasadniczej na terenach górniczych*. Główny Urząd Geodezji i Kartografii. Departament Geodezji. Warszawa, 2004
- [77] *Projekt techniczny regionalnej, dynamicznej osnowy geodezyjnej dla obszaru województwa Katowickiego*. "EXPERT" sp. z o. o. Katowice, 1991
- [78] *Projekt założeń pomiarów, przygotowania danych do obliczeń oraz prezentacji wyników Aktywnej Sieci Geodezyjnej ASG-PL*. Materiał opracowany przez Centrum ASG-PL

[79] Instrukcja obsługi programu Explon

[80] <http://www.asg-pl.pl>

[81] <http://www.asg-eupos.gov.pl>

[82] [http://www.centrum-gis.infoteren.pl/533 ASG EUPOS.pdf](http://www.centrum-gis.infoteren.pl/533_ASG_EUPOS.pdf)