

RAPORTOWANIE PROCESU AKWIZYCJI DANYCH SEJSMIKI POSZUKIWAWCZEJ Z WYKORZYSTANIEM GIS

Mieczysław Kunz¹, Jan Burdziej², Grzegorz Łuczka²

¹Institut Geografii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, ²Geofizyka Toruń, Sp. z o.o.

STRESZCZENIE: Artykuł przedstawia przykład wykorzystania GIS do raportowania procesu akwizycji danych sejsmicznych. Podczas trwania prac poszukiwawczych ropy naftowej i gazu ziemnego bardzo istotne są bieżące sprawozdania, głównie w formie wizualizacji przestrzennej, postępów wszystkich etapów i działań terenowych. Ich analiza pozwala na optymalne zarządzanie wszystkimi składowymi prac poszukiwawczych oraz na dodatkową kontrolę otrzymywanych wyników prac cząstkowych. Proces akwizycji danych sejsmicznych przebiega wieloetapowo, a większość tych działań trwa równocześnie przez większą część realizowanego projektu. Wszystkie te etapy tworzą oddzielnie zbiory danych, które dopiero GIS integruje w jedną całość, pozwalając na dowolne wizualizacje przestrzenne, opracowania tematyczne i statystyczne z postępów wybranych etapów. Zbudowany GIS pozwala na pełną integrację wszystkich codziennych działań i prac terenowych oraz na sporządzanie dowolnych raportów i wizualizacji. Tak stworzony system umożliwia tworzenie raportów dziennych, tygodniowych, miesięcznych w powiązaniu ze wszystkimi składnikami procesu akwizycji danych sejsmicznych.

1. WPROWADZENIE

Według raportów świat zużywa 85 milionów baryłek ropy dziennie. Ropa naftowa odgrywa, więc fundamentalną rolę w funkcjonowaniu nowoczesnej cywilizacji. Udział tego surowca w ogólnym zużyciu energii na świecie stanowi ponad 38%. Światowy szczyt odkryć miejsc występowania ropy naftowej miał miejsce na początku lat sześćdziesiątych. Aktualne odkrycia, pomimo ogromnych nakładów finansowych i wyrafinowanej technologii, stanowią jedynie cień odkryć z przeszłości. Warto zauważyć, że około 80% ropy obecnie produkowanej pochodzi z pól odkrytych ponad 40 lat temu. W różnych miejscach świata trwają jednak intensywne prace poszukiwawcze nad nowymi złożami, które mogłyby, chociaż w niewielkim stopniu zmienić proporcje wydobycia według państw czy regionów oraz zapewne krótkookresowo wpłynąć na rosnące ceny tego surowca na światowych giełdach. W minionych dwóch latach cena baryłki ropy naftowej wzrosła z około 40 USD we wrześniu 2004 roku do ponad 60 USD dwa lata później. 14 lipca 2006 roku zanotowano nominalny rekord wszechczasów (78.40 USD) baryłki ropy, a według prognozy Międzynarodowego Funduszu Walutowego cena ta może wzrosnąć do ponad 80 USD w końcu przyszłego roku.

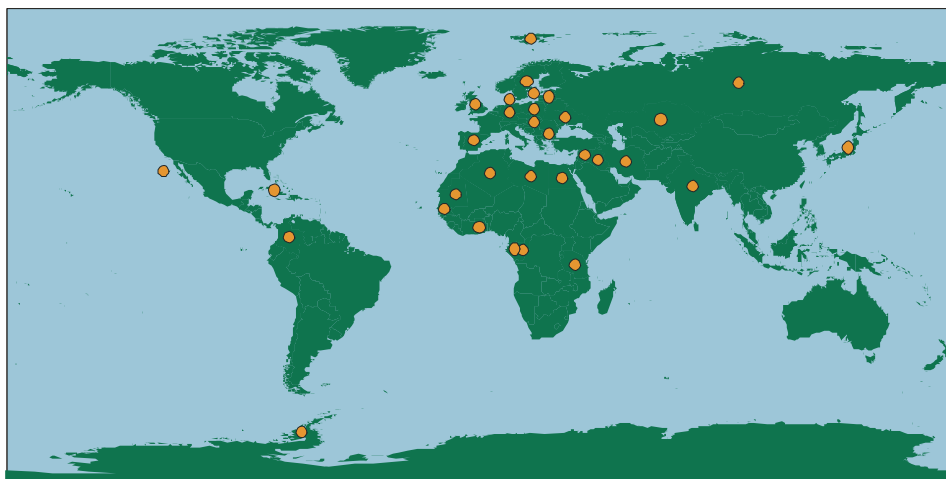
Coraz częściej w pracach poszukiwawczych wykorzystuje się systemy informacji geograficznej (GIS). Rola GIS-u ograniczona jest obecnie do kompleksowego raportowania procesu pozyskiwania danych sejsmicznych. W przyszłości jest nadzieja, że systemy te będą szerzej wykorzystywane nie tylko do wizualizacji prac poszukiwawczych, ale przede

wszystkim w sprzężeniu z innymi specjalistycznymi narzędziami do lokalizacji złóż oraz oceny ich jakości i opłacalności.

2. GEOFIZYKA TORUŃ

Jedną z największych firm poszukiwawczych ropy naftowej i gazu ziemnego na rynku europejskim jest Geofizyka Toruń, która została powołana w 1966 roku. Firma realizowała wiele projektów sejsmicznych za granicą, m.in. w Azji, Europie, na Bliskim Wschodzie, w Afryce, Ameryce Środkowej i Centralnej (rys. 1). Do największych sukcesów firmy w ostatnich latach należy odkrycie największego złoża ropy naftowej w Indiach położonego w północnej części kraju w stanie Rajasthan.

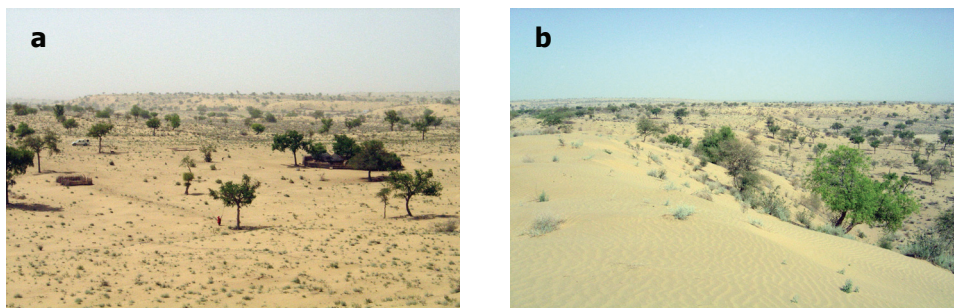
Geofizyka Toruń (GT) jest jednym z prekursorów nowoczesnej sejsmiki trójwymiarowej (3D). Sejsmika 3D pozwala w sposób nieinwazyjny otrzymywać informację o budowie geologicznej, stratygrafii i litologii analizowanego obszaru. Technologia ta pozwoliła na odkrycie nowych złóż węglowodorów, nie tylko w Polsce, ale i na całym świecie. Od początku 2006 roku przy realizacji projektu sejsmicznego dla brytyjskiego zleceniodawcy, wykonywanego w technice 3D, wykorzystuje się systemy informacji geograficznej.



Rys. 1. Miejsca aktywności Geofizyka Toruń

3. OBSZAR BADAŃ

Prace poszukiwawcze, które były podstawą zastosowania GIS do raportowania danych, prowadzone były na pustyni Thar w północnej części Indii, w stanie Rajasthan (rys. 2a i 2b). Obszar, na którym prowadzono prace poszukiwawcze oraz wykorzystywano narzędzia GIS do raportowania danych z tych prac zajmował kilkaset km².



Rys. 2. Widok na obszar badań – pustynia Thar: a) widok na osadę wiejską, b) wydmy pustyni porośnięte rachityczną roślinnością

4. AKWIZYCJA DANYCH SEJSMICZNYCH W GEOFIZYCE POSZUKIWAWCZEJ

Istnieje kilka sposobów poszukiwania i lokalizacji złóż ropy naftowej i gazu ziemnego. Najbardziej rozpowszechnionym sposobem jest metoda sejsmiczna. Metoda ta w wielkim zarysie polega na generacji fali akustycznej z powierzchni ziemi, a następnie jej rejestracji po odbiciu od podziemnych warstw geologicznych. Sygnały te są rejestrowane w różnych miejscach obszaru badań, co umożliwia porównywanie czasów przebiegu sygnału. Dzięki temu określa się zaleganie badanych warstw geologicznych. Rejestrująca aparatura sejsmiczna i cały system telemetryczny umiejscawiany jest w miejscach o znanych współrzędnych geograficznych, zazwyczaj w regularnych odległościach od siebie, zgodnie z założonymi parametrami zdjęcia sejsmicznego. Współrzędne geograficzne punktów wzbudzenia i odbioru oraz miejsc głębokich sondowań są podstawą lokalizacji tych elementów w systemie geoinformatycznym.

Proces akwizycji danych sejsmicznych przebiega wieloetapowo, a większość tych działań trwa równocześnie przez cały okres realizowanego projektu. Prace terenowe poprzedza żmudny etap prac przedprojektowych, których celem jest zaprojektowanie optymalnej siatki zdjęcia 3D. Projekt siatki zdjęcia 3D uwzględnia zarówno rozpoznanie układu warstw geologicznych otrzymanych w pracach 2D oraz wykorzystuje dostępne informacje o budowie geologicznej, jak i topografię terenu, na którym prowadzone są poszukiwania. Ten ostatni element często analizowany jest na podstawie dostępnych zobrażeń satelitarnych.

Właściwe prace projektowe składają się z następujących etapów:

- prace geodezyjne – praktyczne wyznaczenie punktów wzbudzenia (VP/SP) i odbioru (geofonowych – RP) zgodnie z opracowanym projektem matematycznym (rys. 3a i 3b) oraz trasowanie i nadzór nad przygotowywaniem dróg dojazdowych dla wibratorów w miejscach bardziej urozmaiconej orografii terenu (rys. 3c); na tym etapie dokonuje się także uzgodnień z właścicielami gruntów celem uzyskania prawa wstępu na poszczególne działki i zapewnienia bezpiecznego prowadzenia prac,

- prace sejsmiczne – wiercenia i sondowania w określonym interwale profilowym i głębokościowym (rys. 3d),
- prace produkcyjne – właściwe pomiary sejsmiczne wykonane metodą wibratorową lub dynamitową (rys. 3e),
- administrowanie procesem wypłat odszkodowań – wyszukiwanie, obliczanie i wypłacanie rekompensat za zniszczenia powstałe podczas prac (rys. 3f),
- inne działania – wspomaganie lokalnych społeczności i szkół, bhp etc.



Rys. 3. Etapy prac sejsmicznych: a) wyznaczanie linii wzbudzania przez zespół geodetów, b) rozłożona linia odbioru (geofonowa), c) spychacze przygotowujące podjazdy pod wydmy dla wibratorów, d) samojezdne urządzenie wiertnicze służące do wiercenia profili (sond), e) wibratory w pracy terenowej, f) wypłata rekompensat za straty uprawowe

Wszystkie wymienione etapy są ze sobą połączone i nie mogą być prowadzone w oderwaniu od siebie. Prace geodezyjne prowadzone są zawsze z wyprzedzeniem, a po nich następują dopiero prace produkcyjne. Po zakończeniu produkcyjnych prac terenowych następuje etap obliczania i wypłaty odszkodowań za zniszczone uprawy rolne i ewentualne szkody budowlane.

Otrzymane dane z prac produkcyjnych są przetwarzane i analizowane w specjalistycznym ośrodku obliczeniowym. Gotowe wyniki pokazujące układ warstw geologicznych wraz z zasobnością wybranych składowych litologicznych powstają dopiero w kilka miesięcy po zakończeniu prac terenowych na podstawie interpretacji materiałów połowych.

Warto nadmienić, że wszystkie prace terenowe prowadzone są zazwyczaj ekstremalnych warunkach pogodowych (średnia temperatura w cieniu powyżej 45° C oraz wyjątkowo wysoka wilgotność). Naturalną przeszkodą w prowadzeniu prac terenowych jest występujący okres monsunowy.

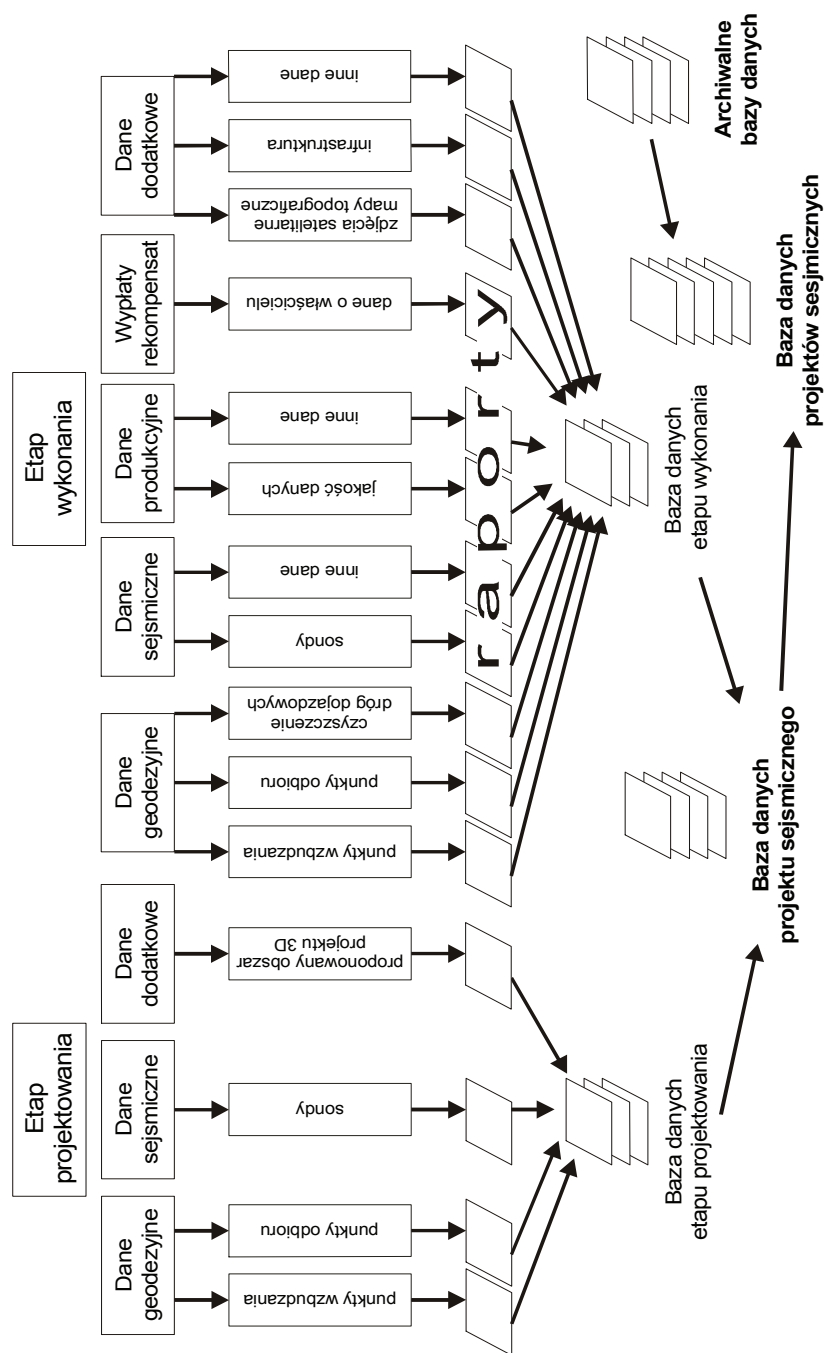
5. WYKORZYSTANIE GIS W RAPORTOWANIU PROCESU AKWIZYCJI DANYCH SEJSMICZNYCH

Wszystkie wymienione powyżej etapy tworzą oddzielnie zbiory danych, które dopiero GIS integruje w jedną całość, pozwalając na dowolne wizualizacje przestrzenne, opracowania tematyczne i statystyczne z postępów wybranych etapów (rys. 4). Kluczowym elementem wiążącym wszystkie etapy jest algorytm przepływu danych z poszczególnych etapów prac sejsmicznych uwzględniający specyfikę tych zadań, wykorzystywany w tych etapach inny wewnętrzny format danych oraz możliwy czasokres ich otrzymania. Bez tego algorytmu niemożliwe jest wykorzystanie GIS w raportowaniu procesu akwizycji danych sejsmicznych.

Z punktu widzenia zlecającego prace poszukiwawcze bardzo istotne są codzienne i tygodniowe (w zależności od zadania) sprawozdania z wizualizacją przestrzenną postępów wszystkich etapów i działań terenowych (rys. 5 i 6). Pozwala to na optymalne zarządzanie wszystkimi składowymi prac poszukiwawczych oraz na dodatkową kontrolę otrzymywanych wyników prac cząstkowych. Nałożenie na siebie kilku składowych prac sejsmicznych oraz ich wizualizacja na podkładzie satelitarnym umożliwia lepsze wnioskowanie o tym, co w danym dniu czy okresie wykonano oraz pełne i szybkie zrozumienie przyczyn (np. ze względu na występujące małe kompleksy leśne czy układ budynków we wsi) wykonanych przesunąć odległości pomiędzy punktami wzbudzenia i odbioru.

Utworzony system informacji geograficznej zawiera także informacje o infrastrukturze (w tym drogi) i zagospodarowaniu terenu, obszarach chronionych oraz dziedzictwie kulturowym. Dane te pozwalają na kompleksowe planowanie i prowadzenie prac poszukiwawczych na podstawie nowoczesnych systemów geoinformatycznych i teledetekcyjnych.

Geofizyka Toruń jako podstawowe oprogramowanie dla tych celów sprawozdawczych wybrała oprogramowanie firmy ESRI – ArcView. Zbudowany GIS pozwala na pełną integrację wszystkich codziennych działań i prac terenowych oraz na sporządzanie

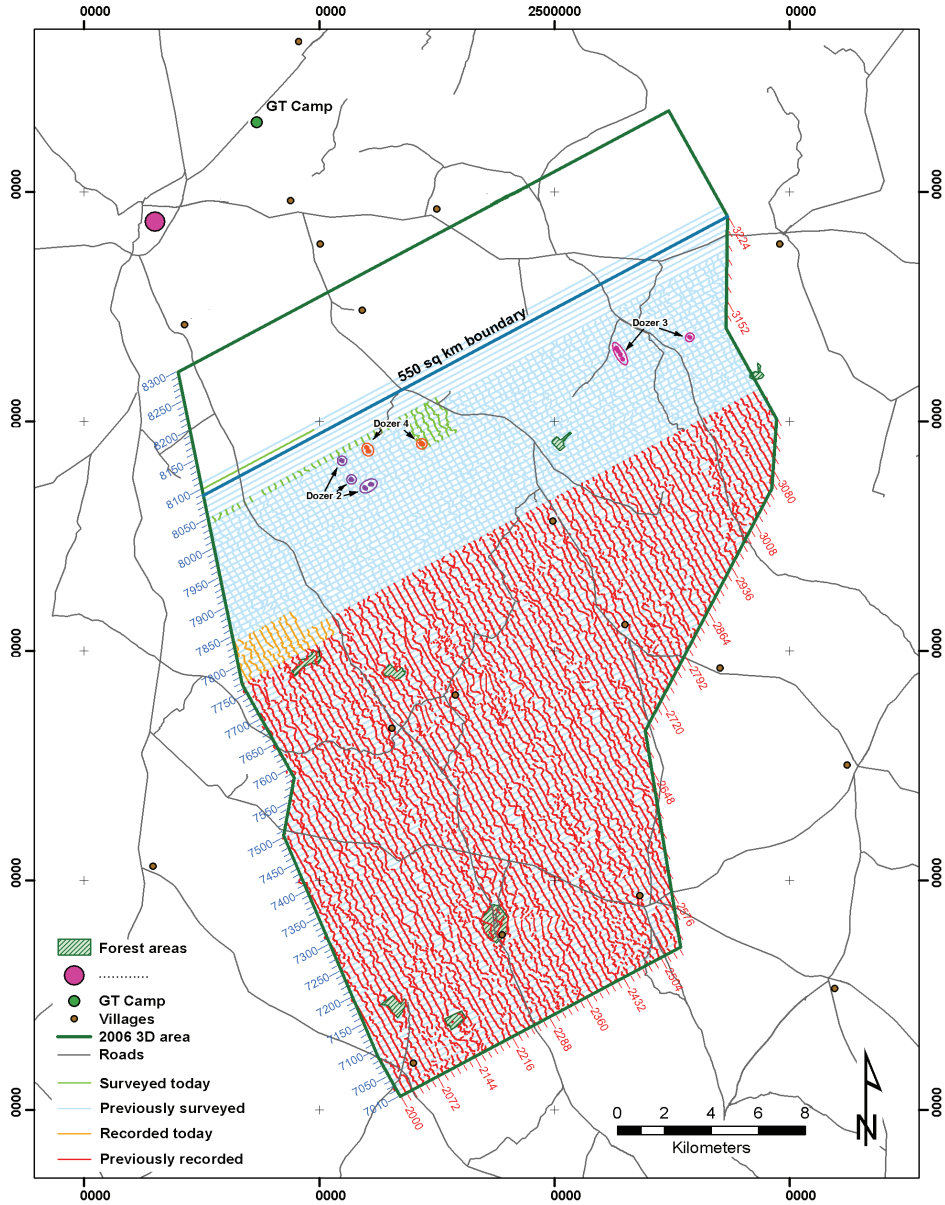


Rys. 4. Schemat pozyskiwania danych dla GIS ze wszystkich etapów prac

2006 3D SEISMIC PROGRAM
 BLOCK
 CONTRACTOR: GEOFIZYKA TORUN
 CREW:

SURVEY and RECORDING Progress
 Report for:
 Report Number:

GIS Office

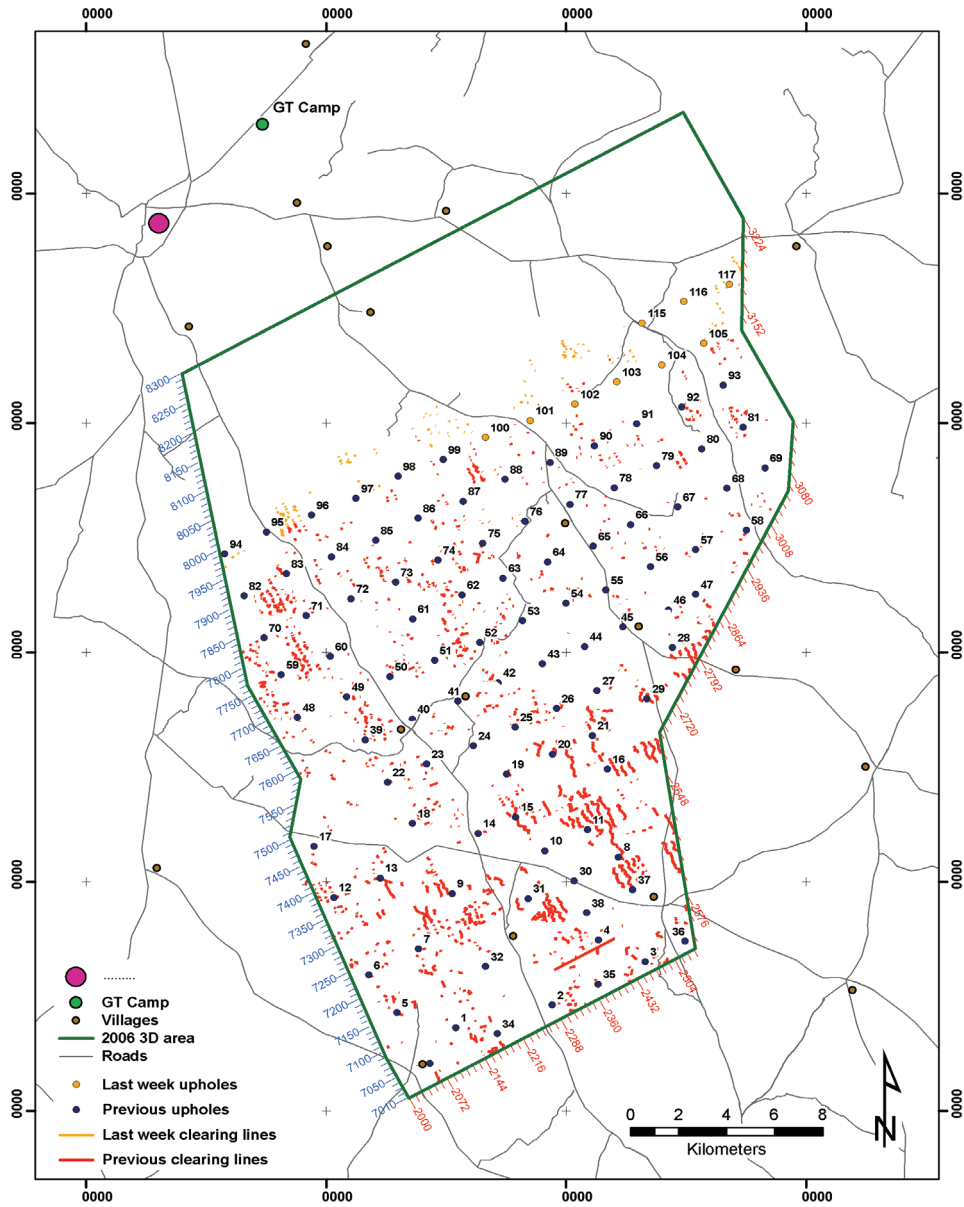


Rys. 5. Przykładowy dzienny raport z prac geodezyjnych i produkcyjnych

2006 3D SEISMIC PROGRAM
 BLOCK
 CONTRACTOR: GEOFIZYKA TORUN
 CREW:

UPHOLE and CLEARING LINES Progress
 Report for:
 Report Number:

GIS Office



Rys. 6. Przykładowy tygodniowy raport z sondowań i linii czyszczenia dróg dojazdowych

dowolnych raportów i wizualizacji. Tak stworzony system umożliwia tworzenie raportów dziennych, tygodniowych oraz miesięcznych w powiązaniu ze wszystkimi składnikami procesu akwizycji danych sejsmicznych. Obecnie trwają prace nad unowocześnianiem opracowanego systemu raportowania. Przyszłe zmiany dotyczyć będą automatyzacji wprowadzania danych wybranych etapów prac poszukiwawczych, głównie związanych z własnością działek, na których prowadzone są prace sejsmiczne oraz z procesem wypłat odszkodowań i rekompensat.

APPLICATION OF GIS TO REPORTING OF SEISMIC DATA ACQUISITION IN SURVEY GEOPHYSICS

SUMMARY: This article presents the example of GIS use for reports considering the acquisition process of seismic data. During searching for crude oil and natural gas, current reports of progress considering all stages and territorial activities, mainly in the form of landscape visualization, are very important. Their analysis makes possible the optimum management of all parts of searching activities and additional control of results of fragmentary activities. The process of seismic data collecting has many stages, and most of these activities lasts at the same time during some parts of the realized project. All stages create data groups separately, and they are integrated by GIS in one picture, allowing for many landscape visualizations, topic and statistic elaborations of the chosen stages progress. Created GIS makes possible total integration of all daily activities and local activities, and creation of many reports and visualizations. The system created in this way allows for the creation of daily, weekly, and monthly reports in connection with all elements of collection process of seismic data.

Dane kontaktowe autorów:

Mieczysław Kunz
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Instytut Geografii, Zakład Kartografii, Teledetekcji i GIS
ul. Gagarina 9, 87–100 Toruń
tel. (056) 611 25 66
e-mail: met@umk.pl

Jan Burdziej, Grzegorz Łuczka
Geofizyka Toruń
ul. Chrobrego 50, 87–100 Toruń
tel. (056) 659 31 00
e-mail: jan.burdziej@geofizyka.pl, grzegorz.luczka@geofizyka.pl
<http://www.geofizyka.torun.pl>