

**STUDIUM MOŻLIWOŚCI KOHERENCJI KOMPONENTÓW
TOPO I NMT BAZY DANYCH TOPOGRAFICZNYCH**

**HARMONISATION OF TOPO AND NMT
COMPONENTS OF TOPOGRAPHIC DATA BASE – FEASIBILITY STUDY**

Robert Olszewski¹ Agnieszka Buczek²

¹Zakład Kartografii, Politechnika Warszawska
²OPGK Kraków

SŁOWA KLUCZOWE: numeryczny model terenu, komponenty TOPO i NMT Bazy Danych Topograficznych, harmonizacja, SDI, modelowanie

STRESZCZENIE: W Polsce w ostatnich latach powstało kilka opracowań gromadzących cyfrowe dane referencyjne: Baza Danych Ogólnogeograficznych, baza VMap poziomu drugiego oraz Baza Danych Topograficznych. Istotnym komponentem każdej z tych baz jest informacja wysokościowa zapisana w formie cyfrowej – bezpośrednie dane pomiarowe, numeryczny model terenu lub rysunek poziomicowy. Numeryczny model terenu był także przedmiotem opracowania wielu innych projektów realizowanych w Polsce w ostatnich latach, np. LPIS i SMOK. W artykule przeprowadzono analizę porównawczą komponentów bazy TBD (TOPO i NMT), zaproponowano zasady pozyskiwania elementów wspólnych, wskazano niektóre różnice i możliwości zmian dające realne szanse uspołnienia obu tych komponentów. Zdefiniowano i wykonano model danych wysokościowych (NMT) uwzględniający potrzeby wynikające z zasad tworzenia komponentu TOPO, a następnie na jego podstawie przetworzono istniejący komponent TOPO. Opracowano także koncepcje i model pojęciowy tzw. uniwersalnego modelu NMT spełniającego wymogi dokładnościowe zarówno projektów TBD, jak i LPIS i SMOK. Przedstawiony w artykule uniwersalny model NMT pozwala na pełniejsze wykorzystanie danych wysokościowych w pozostałych komponentach TBD (TOPO i KARTO).

1. WPROWADZENIE

Współcześnie powstające modele pojęciowe baz danych topograficznych wykorzystują koncepcję tzw. baz „wielorozdzielczych” i „wieloskalowych” (ang. MRDB). Podejście to pozwala na modelowanie w jednej, spójnej pojęciowo bazie danych przestrzennych, obiektów topograficznych o różnym poziomie uogólnienia i dokładności geometrycznej. Istniejące opracowania koncentrują się jednak z reguły na „wieloskalowym” lub „wielorozdzielczym” modelowaniu treści sytuacyjnej (Gotlib, Olszewski, 2005, 2006, 2007; D. Gotlib et al., 2006). Opracowanie i wdrożenie tego typu metodyki dla potrzeb modelowania rzeźby terenu pozwoli na wdrożenie spójnej koncepcji wielorozdzielczej bazy danych topograficznych. Podejście to pozwala na opracowanie numerycznego modelu rzeźby terenu na dwóch, lub więcej, poziomach uogólnienia, w sposób pozwalający na operowanie na modelu jako jednej całości. Otwiera także szersze

możliwości w zakresie utrzymania więzów integralności przestrzennej pomiędzy modelem rzeźby terenu oraz elementami sytuacyjnymi w bazie danych referencyjnych, np. siecią rzeczną (Gotlib et al., 2005; M. Kochman, Olszewski, 2005).

2. INFORMACJE WYSOKOŚCIOWE W BAZIE DANYCH TOPOGRAFICZNYCH

W ciągu ostatnich kilku lat w Polsce powstało kilka opracowań gromadzących cyfrowe dane referencyjne: Baza Danych Ogólnogeograficznych, baza VMap poziomu drugiego oraz Baza Danych Topograficznych. Istotnym komponentem każdej z tych baz jest informacja wysokościowa zapisana w formie cyfrowej – bezpośrednio dane pomiarowe, numeryczny model terenu lub rysunek warstwicy. Numeryczny model terenu był także przedmiotem opracowania wielu innych projektów realizowanych w Polsce w ostatnich latach, np. LPIS i SMOK. Każdy z tych produktów jest wykorzystywany do realizacji specyficznych zadań, jednocześnie jednak wszystkie te produkty łączą podobne, a często wręcz identyczne, materiały źródłowe wykorzystane do opracowania cyfrowych danych wysokościowych. Podobieństwa tych modeli dają z jednej strony szanse wzajemnego ich wykorzystania, a z drugiej sugerują możliwość powstania modelu uniwersalnego, wspólnego dla wszystkich tych produktów, który stanowiłby bazę do tworzenia modeli pochodnych.

Numeryczny model terenu w Bazie Danych Topograficznych (obejmującej obecnie obszar około 10% powierzchni kraju) opracowywany jest jako wydzielony komponent. Model ten powstaje na podstawie opracowań fotogrametrycznych lub na podstawie danych z map topograficznych w skali 1: 10 000 (obszary zwartej pokrywy roślinnej). Dokładność wysokościowa komponentu NMT w bazie TBD jest relatywnie wysoka - błąd średniokwadratowy dla większości opracowanych obszarów nie przekracza 1 m. W Wytycznych Technicznych „Baza Danych Topograficznych (TBD) – wersja 1” (Główny Geodeta Kraju – marzec 2003) przyjęto założenia, że do zasobu geodezyjno-kartograficznego przekazywane są zarówno dane pomiarowe (punkty pomiaru wysokości terenu, linie nieciągłości itp.), jak i NMT zapisany w strukturze TIN i GRID. Komponent NMT bazy danych TBD stanowi podstawowe źródło informacji wysokościowej dla całego opracowania Bazy Danych Topograficznych. Wiele obiektów charakteryzujących rzeźbę terenu i występujących w komponencie NMT-TBD ma również swoją reprezentację w komponencie TOPO-TBD. W ramach prac realizowanych w projekcie 6 T 12 2005C/06552 „Metodyka i procedury integracji, wizualizacji, generalizacji i standaryzacji baz danych referencyjnych dostępnych w zasobie geodezyjnym i kartograficznym oraz ich wykorzystanie do budowy baz tematycznych” przeprowadzono analizę porównawczą komponentów TBD, zaproponowano zasady pozyskiwania elementów wspólnych, wskazano niektóre różnice i możliwości zmian dające realne szanse uspoźnienia tych produktów. Zdefiniowano i wykonano model danych wysokościowych (NMT) uwzględniający potrzeby wynikające z zasad tworzenia komponentu TOPO, a następnie na jego podstawie przetworzono istniejący komponent TOPO.

3. METODYKA BADAŃ

Wszystkie prace realizowane w ramach zadania zostały przeprowadzone na obszarach obejmujących dwa arkusze mapy topograficznej: M-33-34-A-b-1 oraz M-34-57-C-c-4.

Zgodnie z obowiązującymi wytycznymi - „Wytyczne techniczne Baza Danych Topograficznych (TBD)” wersja 1 oraz „Wyjaśnienia, modyfikacje, uszczegółowienia do Wytycznych technicznych "Baza Danych Topograficznych (TBD) - wersja 1" obiekty Numerycznego Modelu Terenu pozyskiwane są jako dane wysokościowe jedynie z rozróżnieniem na wodne obszary planarne, punkty masowe, linie strukturalne, punkty pozyskane z pomiarów terenowych, w tym kot wysokościowych. Zatem komponent NMT stanowi tylko informacje graficzną o elementach rzeźby terenu bez jakichkolwiek danych atrybutowych. Sposób pozyskiwania danych sprawia ponadto, iż nie są zachowywane relacje topologiczne pomiędzy komponentami NMT i TOPO.

W celu pełniejszego wykorzystania obiektów z komponentu NMT w pozostałych komponentach TBD konieczne jest zatem opracowanie odpowiedniego modelu pojęciowego NMT, umożliwiającego gromadzenie atrybutów opisowych oraz powiązanie geometrycznie i topologicznie z komponentami TOPO i KARTO bazy TBD. Odpowiadający tym wymaganiom model pojęciowy komponentu NMT został zaproponowany przez D. Gotliba, M. Kochman i R. Olszewskiego (2005) i zmodyfikowany w ramach realizacji zadania „Analiza możliwości zakresu uspołnienienia modelu danych NMT-TBD oraz TOPO-TBD na przykładzie 2 arkuszy oraz wymiennego wykorzystania różnych dostępnych danych Numerycznego Modelu Terenu, jako materiału doświadczalnego do opracowania koncepcji wysokorozdzielczej bazy referencyjnej Polski”. Zadanie to (Tab. 1) realizowane przez OPGK Kraków jest częścią projektu celowego 6 T 12 2005C/06552 „Metodyka i procedury integracji, wizualizacji, generalizacji i standaryzacji baz danych referencyjnych dostępnych w zasobie geodezyjnym i kartograficznym oraz ich wykorzystanie do budowy baz tematycznych”.

3.1. Proponowany - uniwersalny model danych wysokościowych NMT BD (fragment)

Tab. 1. Uniwersalny model danych wysokościowych NMT BD (fragment)

SKARPY – linie nieciągłości NMT			
Nazwa atrybutu	Typ danych	Wymagane	Opis atrybutu, przykładowe wartości
ID	N(38)	TAK	Identyfikator obiektu
RODZAJ	T(2)	TAK	Rodzaj obiektu: wał, wykop, nasyp, skarpa, dolna krawędź, ściana oporowa przy wodzie, ściana oporowa przy drodze kolei.
WYSOKOSC	N(4,2)	TAK	Wysokość obiektu w metrach
X_RODZAJ_REPR_GEOM	N(3)	TAK	Rodzaj reprezentacji geometrycznej: KR-krawędź, OG-oś geometryczna, itp.
KATEGORIA_DOKLADNOSCI	N(1)	TAK	0 – zakładana dokładność 1 – obniżona dokładność - (element w terenie wyłączonym)
INFORM_DODATKOWA	T(30)	NIE	Dodatkowe informacje dotyczące obiektu
TYP GEOMETRYCZNY: LINIA- 3D			

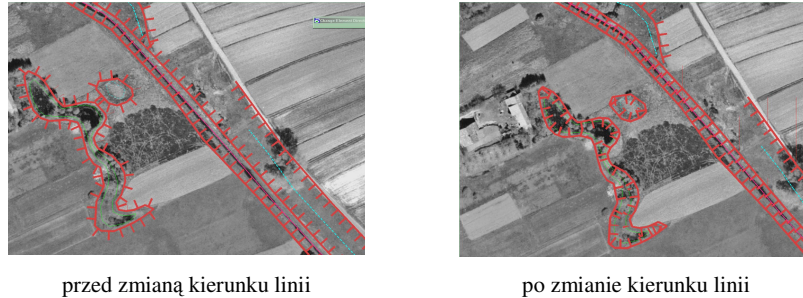
LINIA_CIEKOWA – linia ciekowa			
Nazwa atrybutu	Typ danych	Wymagane	Opis atrybutu, przykładowe wartości
ID	N(38)	TAK	Identyfikator obiektu
RODZAJ	N(1)	TAK	1 – cieki (strumień, potok, rzeka, kanał), 2 – rowy melioracyjne
SZEROKOSC	N(1)	NIE	1 – do 5 m, 2 – powyżej 5 m.
POLOZENIE	N(1)	TAK	0 – pod powierzchnią, 1 – na powierzchni
ID_CIEKU	N(38)	NIE	Identyfikator referencyjnego ciek z klasy SWRK_L
X_RODZAJ_REPR_GEOM	N(3)	TAK	Rodzaj reprezentacji geometrycznej KR-krawędź, OG-oś geometryczna, itp.
KATEGORIA_DOKLADNOSCI	N(1)	TAK	0 – zakładana dokładność 1 – obniżona dokładność (element w terenie wyłączonym)
INFORM_DODATKOWA	T(30)	NIE	Dodatkowe informacje dotyczące obiektu
TYP GEOMETRYCZNY: LINIA - 3D			

PUNKTY – pikiety			
Nazwa atrybutu	Typ danych	Wymagane	Opis atrybutu, przykładowe wartości
ID	T(38)	TAK	Identyfikator obiektu
RODZAJ	T(3)	TAK	1 – punkty masowe, 2 - punkty charakterystyczne, 3 – ekstrema
WYSOKOSC	N(4,2)	TAK	Współrzędna H [m] punktu
NAZWA	T(28)	NIE	Nazwa własna szczytu
KATEGORIA_DOKLADNOSCI	N(1)	TAK	0 – zakładana dokładność 1 – obniżona dokładność (element w terenie wyłączonym)
INFORM_DODATKOWA	T(255)	NIE	Dodatkowe informacje dotyczące obiektu
TYP GEOMETRYCZNY: PUNKT			

INNE LINIE – inne linie na terenie			
Nazwa atrybutu	Typ danych	Wymagane	Opis atrybutu, przykładowe wartości
ID	T(38)	TAK	Identyfikator obiektu
RODZAJ	T(3)	TAK	1 – grzbiety, 2 - żleby, 4 – inne linie pomocnicze na terenie
NAZWA	T(28)	NIE	Nazwa własna pasma górskiego
KATEGORIA DOKŁADNOSCI	N(1)	TAK	0 – zakładana dokładność 1 – obniżona dokładność (element w terenie wyłączonym)
INFORM_DODATKOWA	T(255)	NIE	Dodatkowe informacje dotyczące obiektu
TYP GEOMETRYCZNY: LINIA – 3D			

Pozyskiwanie obiektów zgodnie z zaproponowanym modelem pojęciowym NMT pozwoli na ich wykorzystanie w komponentach TOPO i KARTO. Harmonizacja komponentów NMT i TOPO wymaga ponadto, aby sposób kolekcjonowania obiektów wysokościowych był odpowiednio zorganizowany. Przykładem może być sposób pozyskiwania linii ciekowej. Proponuje się by rozróżniać ciek na powierzchni i pod powierzchnią (pod mostami, przepustami) - tzw. sztuczny łącznik. Pozwoli to na zapewnienie zarówno właściwej dokładności geometrycznej, jak i zdefiniowanie oraz utrzymanie (np. w procesie generalizacji) relacji topologicznych pomiędzy elementami strukturalnymi rzeźby terenu.

Zaproponowana koncepcja uniwersalnego modelu NMT musi spełniać wymagania stawiane bazie TOPO oraz powinna odpowiadać pod względem dokładności wymogom produktów LPIS, TBD oraz SMOK. Przeprowadzone analizy obejmujące obszar wymienionych dwóch arkuszy wskazują, iż modele bazowe dla obu arkuszy spełniają wymagania dokładnościowe wymienionych produktów. W celu wykorzystania tak zdefiniowanego uniwersalnego modelu w komponencie TOPO czy KARTO niezbędne jest jednak wprowadzenie dodatkowego wyodrębnienia pozyskiwanych elementów wysokościowych zgodnie z zaproponowanym modelem uniwersalnym. Bazowy model NMT poddany został analizie polegającej na stereoskopowej obserwacji terenu, podczas której skontrolowano poszczególne elementy oraz uzupełniono model o brakujące obiekty. Dodatkowo nastąpiło przeklasyfikowanie elementów zgodnie z wymaganiami modelu uniwersalnego (np. wyodrębniono z linii nieciągłości dół i górę skarpy, wał, nasyp itd.). W związku z całkowitą dowolnością kierunków linii w modelu bazowym, dokonano przeglądu opracowania i poszczególnym elementom nadano właściwe kierunki (Rys. 1).

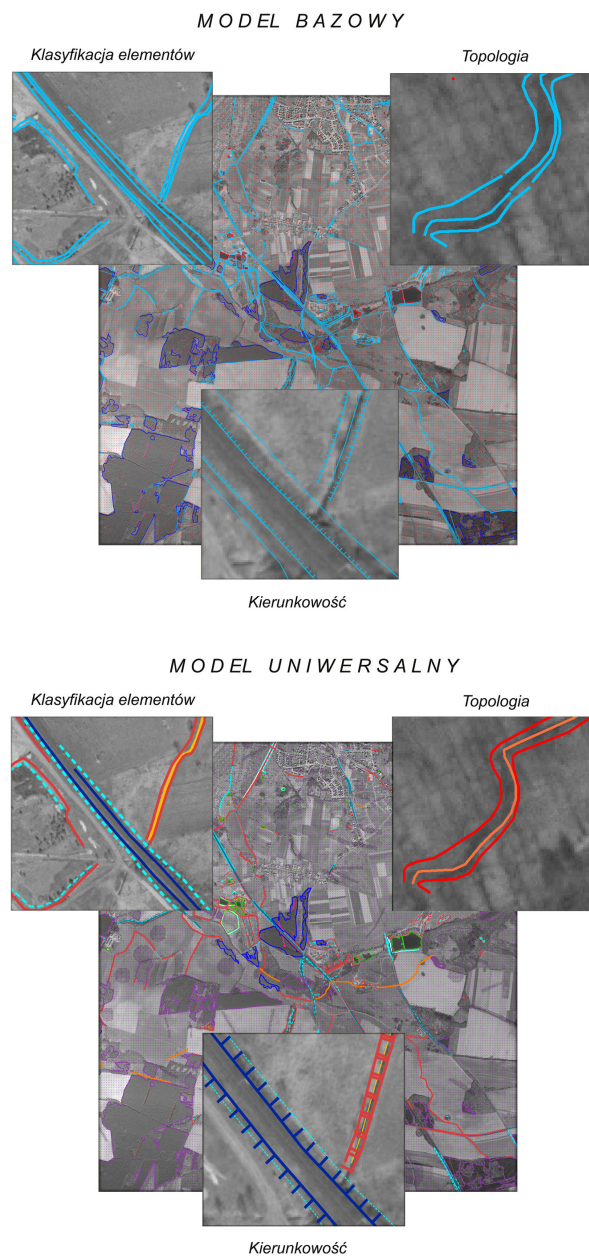


Rys. 1. Korekty topologiczne elementów bazy danych wysokościowych

Model bazowy został uzupełniony o brakujące linie nieciągłości (zazwyczaj były to rowy), punkty charakterystyczne oraz linie grzbietowe i ciekowe, które do tej pory nie były kolekcjonowane. Sprawdzone także i poprawiono topologię pomiędzy poszczególnymi obiektami i klasami obiektów oraz ciągłość bazy. Zwrócono szczególną uwagę na połączenie poszczególnych elementów cieków, rowów, dróg. W ramach prowadzonych prac eksperymentalnych dokonano także kompleksowego porównania modelu bazowego NMT pochodzącego z opracowania Bazy Danych Topograficznych oraz zaproponowanego modelu uniwersalnego (Rys. 2). Uzyskane wyniki wskazują, iż:

- pod względem dokładności geometrycznej oba modele różnią się nieznacznie,
- istotne różnice wynikają ze zdefiniowania poprawnych relacji topologicznych pomiędzy poszczególnymi obiektami i klasami obiektów (np. zapewnienie ciągłości topologicznej sieci cieków),
- model uniwersalny pozwala na przechowywanie atrybutów opisowych charakteryzujących poszczególne obiekty. Pozwala to na jego integrację z innymi komponentami TBD oraz bazami danych przestrzennych.

Przedstawiony w ramach projektu uniwersalny model NMT BD pozwala na pełniejsze wykorzystanie danych wysokościowych w pozostałych komponentach TBD (TOPO i KARTO). W przypadku komponentu TOPO możliwe jest automatyczne lub półautomatyczne wykorzystanie danych NMT, zasilenie komponentu KARTO wymaga dodatkowego nakładu pracy. Przede wszystkim konieczne jest wygenerowanie rysunku warstwicowego, który w kolejnym etapie należy poddać edycji związanej głównie z wygładzeniem linii. W tradycyjnym obrazie kartograficznym niektóre elementy rzeźby są w sposób szczególnie uwidocznione (zinterpretowane przez topografa) w celu lepszej czytelności mapy.



Rys. 2. Porównanie modelu bazowego i modelu uniwersalnego komponentu NMT

4. WNIOSKI

W ramach zrealizowanych prac badawczych przeprowadzono analizę porównawczą obu komponentów bazy TBD (TOPO i NMT), zaproponowano zasady pozyskiwania elementów wspólnych, wskazano niektóre różnice i możliwości zmian dające realne szanse uspołnieniu obu tych komponentów. Zdefiniowano i wykonano model danych wysokościowych (NMT) uwzględniający potrzeby wynikające z zasad tworzenia bazy wektorowej, a następnie na jego podstawie przetworzono istniejący komponent TOPO. Opracowano także koncepcję i model pojęciowy tzw. uniwersalnego modelu NMT spełniającego wymogi dokładnościowe zarówno projektów TBD, jak i LPIS i SMOK. Zaproponowany tzw. uniwersalny model NMT pozwala na pełniejsze wykorzystanie danych wysokościowych w pozostałych komponentach TBD (TOPO i KARTO).

Zaproponowane podejście do budowy NMT przyczyni się także do poprawy spójności struktury całej bazy TBD. Uniwersalny model może być wykorzystany do innych celów. Może stanowić fundament bazy źródłowej obiektów wysokościowych w wielorozdzielczej bazie danych. Przechowywanie NMT w postaci zorganizowanej bazy danych uwzględniającej pozostałe potrzeby TBD daje możliwość właściwej integracji poszczególnych komponentów Bazy Danych Topograficznych.

5. LITERATURA

Bac-Bronowicz J., Gotlib D., 2007, Olszewski R., Synchronizacja różnych rejestrów danych w ramach koncepcji wielorozdzielczej bazy danych topograficznych dla Polski, *Synchronisation of various data registers within the idea of the multi-resolution topographic database for Poland*, ICA Conference, Moscow

Gotlib D., Iwaniak A., Olszewski R., 2005. SDI in Poland – concept of topographic reference system for thematic, harmonized databases, ICA Conference, La Coruna, Spain

Gotlib D., Iwaniak A., Olszewski R., 2006, Budowa krajowej infrastruktury danych przestrzennych w Polsce – harmonizacja baz danych referencyjnych, *Development of the National Spatial Data Infrastructure – harmonisation of reference databases* Wydawnictwo AR, Wrocław

Gotlib D., Kochman M., Olszewski R., 2005, Numeryczny model terenu w systemie informacji topograficznej, w: A. Makowski (red.), System informacji topograficznej kraju. Teoretyczne i metodyczne opracowanie koncepcyjne, *Digital terrain model in the topographic information system, The national topographic information system. Theoretical and methodological conceptual developments*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, s. 171-184

Gotlib D., Olszewski R., 2007, Synchronisation of MRDB reference database, thematic databases and hierarchical DTM within the concept of the NSDI in Poland, konferencja LBS&TeleCartography, Hong Kong

Gotlib D., Olszewski R., 2004, Investigating possibilities to develop DBT in Poland as a MRDB type database. Workshop ICA, Leicester

Gotlib D., Olszewski R., 2006, Integration of the Topographical Database, Map L2 Database and selected cadastral data – a step towards the integrated, MRDB reference database in Poland. Workshop of the ICA Commission on Generalization and Multiple Representation, Portland.

Olszewski R., 2005, Generalizacja NMT, w: A. Makowski (red.), System informacji topograficznej kraju. Teoretyczne i metodyczne opracowanie koncepcyjne, *The national topographic information system. Theoretical and methodological conceptual developments*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, s. 254-265

Olszewski R., Kochman M., 2005, Wieloskalowe modelowanie rzeźby terenu, *Polski Przegląd Kartograficzny*, tom 37, nr 3, s. 267-274

HARMONISATION OF TOPO AND NMT COMPONENTS OF TOPOGRAPHIC DATA BASE – FEASIBILITY STUDY

KEY WORDS: digital terrain model, TOPO and NMT (DTM) components of the Topographic Database

SUMMARY: In Poland, several projects aiming at the acquisition of digital reference data have been recently developed: The General Geographic Database, the VMap Level 2 Database and the Topographic Database (TBD). Elevation data, such as direct surveying data, digital terrain model or contour drawings, recorded in a digital form, are important components of each of those databases. The digital terrain model was also the main subject of other projects, which have been recently developed in Poland, such as: LPIS and SMOK. In the article, the comparison of components of the TBD Databases (i.e. TOPO and NMT data) was performed, rules of acquisition of common elements were proposed and some differences and possibilities of modification leading to real cohesion of those components were also discussed. The elevation data model (NMT) was defined and developed; it considers the demands resulting from the principles of the TOPO component development. Then, the existing TOPO component was processed based on such model. The concept of the so-called universal NMT model, which meets the accuracy requirements of the TBD, LPIS and SMOK projects, was also developed. The universal NMT model, presented in the article, allows more comprehensive utilisation of elevation data in other TBD components (TOPO and KARTO).

dr Robert Olszewski
e-mail: r.olszewski@gik.pw.edu.pl

mgr inż. Agnieszka Buczek
e-mail: agnieszka.buczek@opgk.krakow.pl