

## WERYFIKACJA SIECI KOMUNIKACYJNEJ PUSZCZY NIEPOŁOMICKIEJ

### VERIFYING THE TRANSPORTATION NETWORK OF THE NIEPOŁOMICE FOREST

Marta Szostak, Jakub Kmieciak

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Leśny, Katedra Ekologii Lasu  
Laboratorium GIS i Teledetekcji

SŁOWA KLUCZOWE: sieć komunikacyjna, leśna mapa numeryczna, geodane, Puszcza Niepołomska

STRESZCZENIE: Badania zostały oparte na warstwach wektorowych Leśnej Mapy Numerycznej (LMN) takich jak: komunikacja, leśnictwa, oddziały, wydzielenia oraz elementach sieci komunikacyjnej Puszczy Niepołomickiej, pozyskanych na podstawie materiałów geodezyjnych.

Na podstawie danych PZGiK na obszarze Puszczy Niepołomickiej pozyskano 356.6 km linii komunikacyjnych, w tym największym udziałem charakteryzowały się drogi gruntowe polne lub leśne (48.8%). Blisko o połowę niższy udział procentowy posiadały drogi o nawierzchni utwardzanej i szerokości poniżej 3 m (24.6%), natomiast około 13.8% oraz 11.6% stanowiły odpowiednio drogi gruntowe wiejskie oraz ścieżki. Najniższy procent to drogi o nawierzchni twardej i szerokości od 3 do 7 m – nieco ponad 1.1%. Dla porównania ogólna długość linii komunikacyjnych dostępnych w LMN wynosiła 419.7 km.

Dla wyselekcjonowania różnic pomiędzy liniami komunikacyjnymi dostępnymi w LMN a występującymi w materiałach PZGiK wykonano analizy przestrzenne GIS. W ich wyniku ustalono, iż linie komunikacyjne pozyskane w oparciu o geodane a nieposiadające swych odpowiedników w LMN charakteryzowały się całkowitą długością równą 61.7 km. Natomiast długość szlaków komunikacyjnych LMN, dla których obserwowano brak odpowiedników w materiałach PZGiK wynosiła 125.8 km. W obu przypadkach główny udział różnicy (około 70%) stanowiły drogi gruntowe polne i leśne, a następnie ścieżki o udziale około 28%. Zgodność linii komunikacyjnych dla obu analizowanych źródeł występowała łącznie w około 294 km obiektów. Zaobserwowano także przesunięcie obiektów LMN względem szlaków komunikacyjnych przedstawionych na mapach topograficznych. W większości przypadków rozbieżność lokalizacji kształtowała się w przedziale od 0–5 m.

Efektom prac było opracowanie mapy sieci komunikacyjnej Puszczy Niepołomickiej, której treść stanowiły drogi i ścieżki LMN uzupełnione o linie komunikacyjne pozyskane na bazie geodanych.

## 1. WPROWADZENIE

Leśna Mapa Numeryczna (LMN) (Zarządzenie nr 74, 2001. DGLP) tworzona w formie bazy geometrycznej, zawierającej elementy punktowe, linowe i powierzchniowe istotne dla gospodarki leśnej, wraz z danymi opisowymi pochodzącymi z Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP), tworzą niezwykle obszerną bazę danych w administracji Państwowego Gospodarstwa Leśnego – Lasy Państwowe. Bazy SILP oraz LMN, zgodnie z Instrukcją Urządzania Lasu (IUL, 2003), powinny być okresowo aktualizowane na podstawie danych zebranych podczas pomiarów terenowych (np. GPS) bądź też

dostępnych zobrazowań (głównie ortofotomapy lotnicze) poza cyklicznym, wykonywanym co 10 lat, nowym planem urządzania gospodarstwa leśnego.

Posiadanie aktualnych danych w bazach LMN i SILP wraz z możliwością korzystania z oprogramowania GIS daje pracownikom Lasów Państwowych narzędzia do generowania map tematycznych dostosowanych do własnych potrzeb. Jest to ogromne udogodnienie ułatwiające prace służbie terenowej, nie mniej jednak informacje dostępne w bazach danych Lasów Państwowych nie zawsze są kompletne i aktualne, co zmusza pracowników do pozyskiwania niezbędnych danych z innych źródeł. Przykładem zasobu, który posiada obszerną bazę danych wektorowych, rastrowych oraz informacji opisowych możliwych do wykorzystywania przy opracowywaniu map leśnych jest Państwowy Zasób Geodezyjny i Kartograficzny (PZGiK). Niestety w praktyce leśnej często pojawia się problem niezgodności danych zawartych w bazach LMN i SILP z materiałami referencyjnymi z PZGiK. Szeroko słyszy się o konieczności doprowadzenia do zgodności tych dwóch źródeł danych. W związku z powyższym, celem przeprowadzonych badań była weryfikacja sieci komunikacyjnej LMN Puszczy Niepołomickiej, pod kątem jej kompletności i dokładności w odniesieniu do geodanych pozyskanych z PZGiK. Wskazano także możliwości wykorzystania danych pochodzących z PZGiK do tworzenia leśnych map tematycznych. Produktem finalnym było opracowanie mapy sieci komunikacyjnej Puszczy Niepołomickiej na bazie warstw LMN, uzupełnionych o obiekty pozyskane na podstawie geodanych.

## 2. TEREN BADAŃ

Jako teren badań wybrano obszar Puszczy Niepołomickiej położony w centralnej części województwa małopolskiego w powiatach wielickim i bocheńskim, ok. 20 km na wschód od Krakowa. Puszcza Niepołomicka jest zarządzana przez Nadleśnictwo Niepołomice, należące do Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Krakowie. Obszar Nadleśnictwa Niepołomice podzielony jest na dziewięć leśnictw.

W pracy wykorzystano udostępniony przez Nadleśnictwo Niepołomice fragment Leśnej Mapy Numerycznej (aktualność na rok 2009) w postaci warstw wektorowych w formacie shapefile ESRI, zorientowany w układzie współrzędnych PUWG 1992. Były to warstwy (nazwy i opis zgodny ze Standardem Leśnej Mapy Numerycznej – SLMN):

- ciek\_i\_lin – ciek,
- kom\_lin – komunikacja,
- les\_pol – leśnictwa,
- oddz\_pol – oddziały,
- pnsw\_pol – powierzchnie nie stanowiące wydzieł,
- wydz\_pol – wydzienia.

Do analiz wykorzystana została warstwa kom\_lin, która zgodnie ze SLMN zawiera obiekty liniowe o znaczeniu komunikacyjnym. Są one charakteryzowane poprzez atrybuty: kod obiektu geometrycznego zgodny ze słownikiem obiektów geometrycznych (kod\_ob) oraz szerokość obiektu. Na terenie Puszczy Niepołomickiej obiekty komunikacyjne różnicują się pod względem treści pola kod\_ob na:

- DROGI L – drogi leśne,
- DROGI P – drogi publiczne,
- KOLEJ – linia kolejowa,
- KOLEJ TK – kolejka leśna (powierzchnia związana z gospodarką leśną),

- LINIE – istniejące linie podziału powierzchniowego,
- LINIE PROJ – projektowane linie podziału powierzchniowego,
- SCIEZKA – ścieżki.

Ogólna długość szlaków komunikacyjnych dostępnych w LMN wyniosła dla obszaru Puszczy Niepołomickiej 419.738 km.

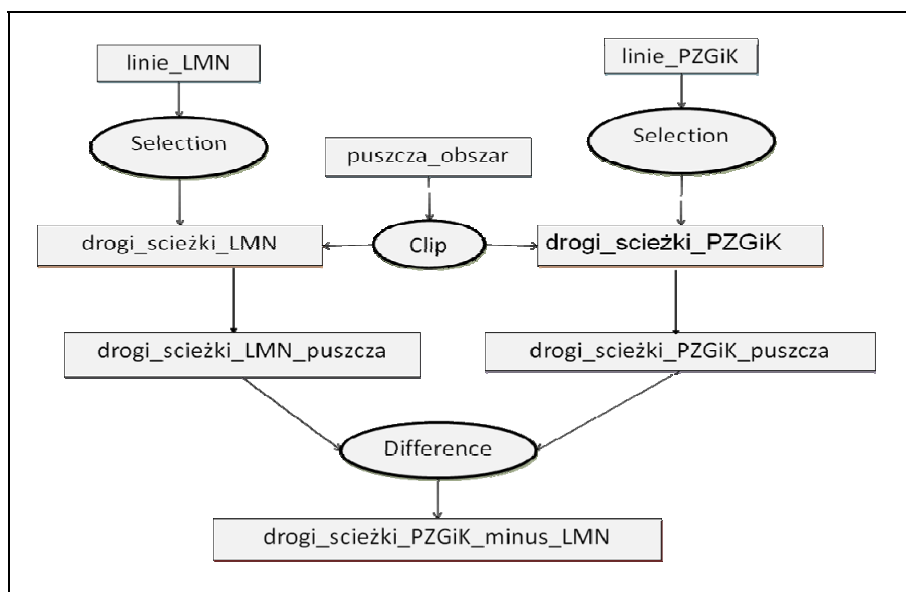
Elementy sieci komunikacyjnej Puszczy Niepołomickiej, pozyskane na podstawie materiałów geodezyjnych z PZGiK to obiekty głównie pochodzące z wektoryzacji map topograficznych (układ PUWG 1992, skala 1:10000) . Dodatkowo w procesie tworzenia geobazy obiektów komunikacyjnych wykorzystywano dane ewidencyjne (działki oznaczone w ewidencji jako drogi), ortofotomapy (np. dla identyfikacji formy użytkowania danej działki; układ PUWG 1992, skala 1:5000, aktualność 2009) oraz Bazę Danych Obiektów Topograficznych. Na podstawie danych PZGiK na obszarze Puszczy Niepołomickiej pozyskano 356.6 km linii komunikacyjnych (Tab. 1), w tym największym udziałem charakteryzowały się drogi gruntowe polne lub leśne (drogi wewnętrzne – nie zaliczone do żadnej kategorii dróg publicznych; 48.8%). Blisko o połowę niższy udział procentowy posiadały drogi o nawierzchni utwardzanej i szerokości poniżej 3 m (24.6%), natomiast około 13.8% oraz 11.6% stanowiły odpowiednio drogi gruntowe wiejskie (drogi publiczne o nawierzchni gruntowej, drogi zamiejskie) oraz ścieżki. Najniższy procent to drogi o nawierzchni twardej i szerokości od 3 do 7 m – nieco ponad 1.1%.

Tab. 1. Charakterystyka szlaków komunikacyjnych pozyskanych na podstawie materiałów geodezyjnych z PZGiK

Typ szlaku komunikacyjnego	Długość [km]	Udział [%]
Droga o nawierzchni twardej i szerokości od 3 do 7 m	4.076	1.14
Droga o naw. utwardzanej lub o naw. twardej i szerokości < 3 m	87.791	24.62
Droga gruntowa wiejska	49.393	13.85
Droga gruntowa polna lub leśna	173.959	48.78
Ścieżka	41.376	11.60
Suma	356.595	100.00

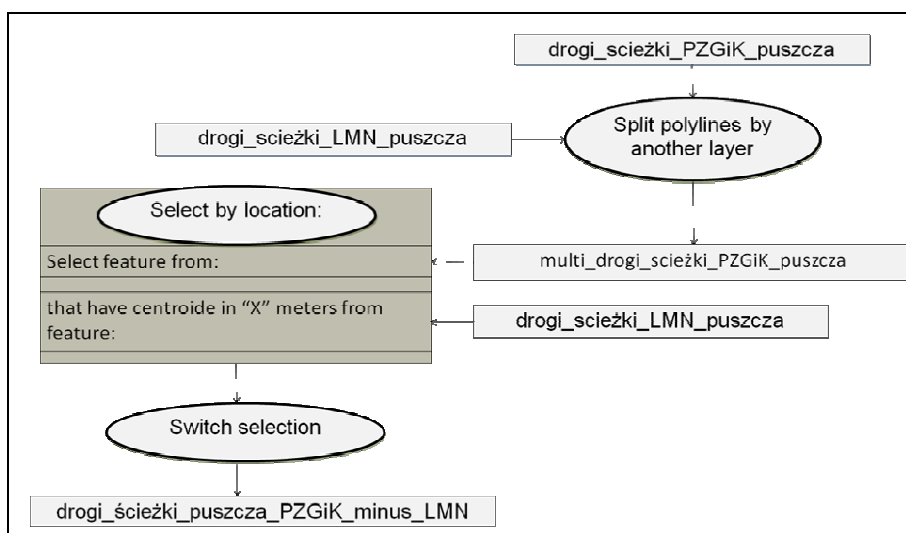
### 3. METODYKA

Badania zostały oparte na analizie porównawczej linii komunikacyjnych LMN oraz elementów sieci komunikacyjnej Puszczy Niepołomickiej, pozyskanych na bazie materiałów geodezyjnych. Dla wyselekcjonowania różnic pomiędzy liniami komunikacyjnymi dostępnymi w LMN, a pozyskanymi na podstawie materiałów z PZGiK wykonano analizy przestrzenne GIS. W pierwszej kolejności wyszukiwano obiekty występujące w materiałach geodezyjnych, dla których nie występowały odpowiedniki w LMN. Schemat algorytmu przedstawiono na rysunku 1. Następnie sprawdzano wariant odwrotny – elementy występujące w LMN, nie obecne w geodanych.



Rys. 1. Schemat wyszukiwania obiektów PZGiK nie występujących w LMN

Dla terenu analiz zauważono także obiekty znajdujące się w obu źródłach danych, ale charakteryzujące się wzajemnym przesunięciem w lokalizacji przestrzennej. W związku z powyższym, kolejnym etapem analiz było zastosowanie algorytmu dla wyszukiwania obiektów przesuniętych względem siebie – dopuszczalne przesunięcie określano poprzez zadany bufor o szerokości „X”. Schematów algorytmu przedstawionych na rysunku 2.



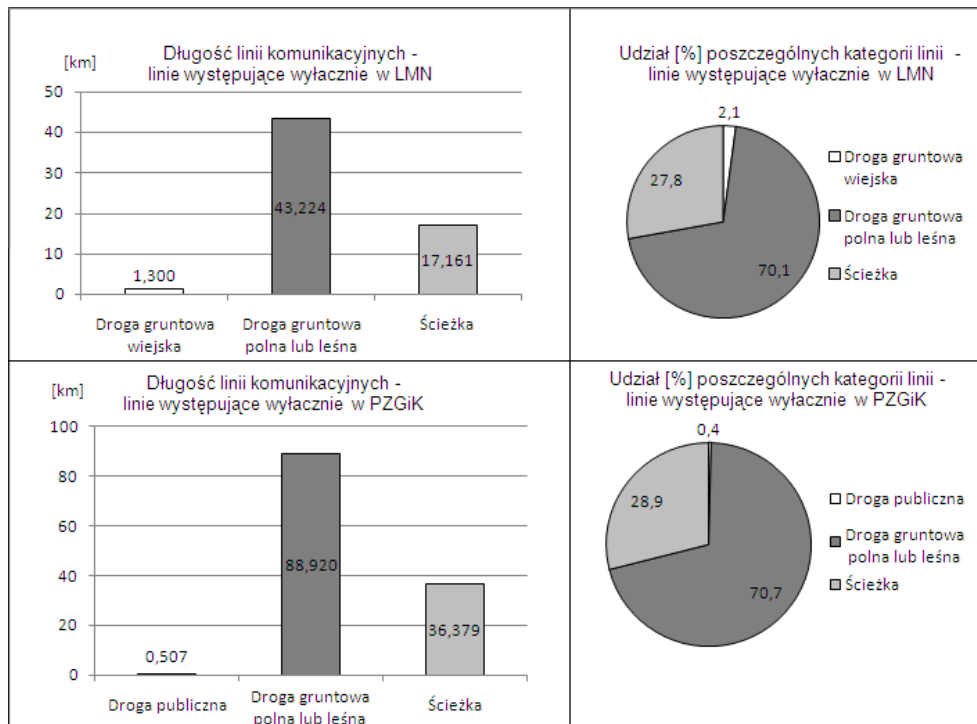
Rys. 2. Schemat wyszukiwania obiektów PZGiK przesuniętych względem LMN

#### 4. WYNIKI

W wyniku przeprowadzonych analiz przestrzennych GIS stwierdzono, iż linie komunikacyjne pozyskane w oparciu o geodane, a nieposiadające swych odpowiedników w LMN charakteryzowały się całkowitą długością równą 61.7 km. Natomiast długość szlaków komunikacyjnych LMN, dla których obserwowano brak obiektów w materiałach PZGiK wynosiła 125.8 km. Zgodność linii komunikacyjnych dla obu analizowanych źródeł występowała łącznie w około 294 km obiektów (Tab. 2). W obu przypadkach główny udział różnicy (około 70%) stanowiły drogi gruntowe polne i leśne, a następnie ścieżki o udziale około 28% (Rys. 3).

Tab. 2. Charakterystyka różnic szlaków komunikacyjnych LMN i występujących w materiałach PZGiK

Źródło	Linie komunikacyjne [km]	Linie dostępne wyłącznie w PZGiK lub LMN [km]	Różnica [km]
LMN	419,738	125,806	293,932
PZGiK	356,595	61,685	294,910

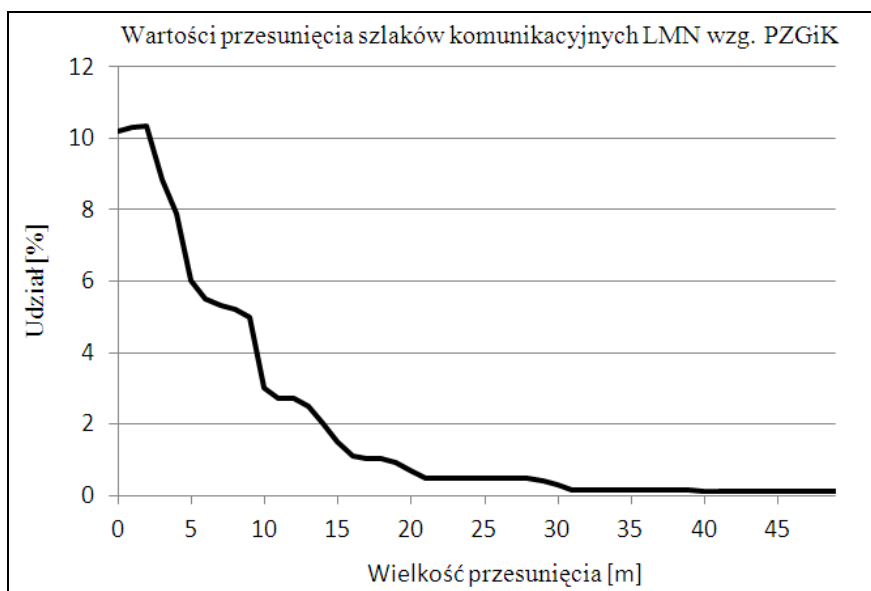


Rys. 3. Różnice występujące w szlakach komunikacyjnych LMN i PZGiK

Zaobserwowano także przesunięcie obiektów LMN względem szlaków komunikacyjnych przedstawionych na mapach topograficznych. W większości przypadków rozbieżność lokalizacji kształtowała się w przedziale od 0 – 5 m (Tab. 3, Rys. 4). Weryfikację prawdziwej lokalizacji linii komunikacyjnej przeprowadzono w oparciu o ortofotomapy oraz wizję terenową (wraz z pomiarem GNSS).

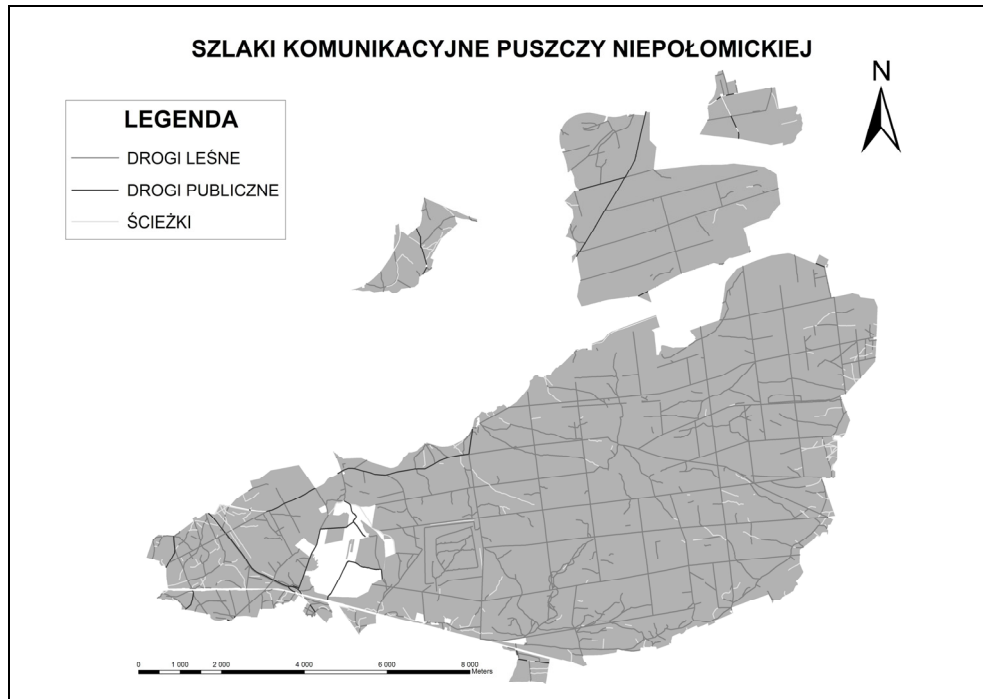
Tab. 3. Wartości przesunięcia szlaków komunikacyjnych na LMN w stosunku do materiałów PZGiK

Przesunięcie [m]	Udział [%]
do 1	10.21
1 – 2	10.30
2 – 3	10.34
3 – 4	8.83
4 – 5	7.87
5 – 7.5	13.12
7.5 – 10	13.43
10 – 15	13.59
15 – 20	5.16
20 – 30	4.79
30 – 40	1.34
40 – 50	1.01
Suma	100.00



Rys. 4. Wykres wartości przesunięcia szlaków komunikacyjnych na LMN w stosunku do materiałów PZGiK

Efektom prac było opracowanie mapy sieci komunikacyjnej Puszczy Niepołomickiej, której treść stanowiły drogi i ścieżki LMN uzupełnione o linie komunikacyjne pozyskane na bazie wektoryzacji geodanych (Rys. 5)



Rys. 5. Szlaki komunikacyjne Puszczy Niepołomickiej

## 5. WNIOSKI

Potrzeba wprowadzenia do Lasów Państwowych systemów informacji przestrzennej nigdy nie była kwestionowana. Już w momencie rozpoczęcia prac nad SILP, a następnie rozszerzeniem baz SILP o informację geometryczną (LMN), czyli budowaniem systemu informacji przestrzennej (SIP) w Lasach Państwowych, akcentowano możliwości jak i wymagania, jakie będzie niosła funkcjonalność tego systemu. W szczególności zwracano uwagę na (Okła, 2010):

- możliwość codziennego wykorzystywania systemu, na każdym stopniu zarządzania oraz wspomaganie zarządzania poprzez optymalizację działań gospodarczych oraz wizualizację ich lokalizacji i zakresu;
- zapotrzebowanie na szybką, aktualną i odpowiednio przetworzoną informację (w tym informację o terenie);
- możliwość bieżącej aktualizacji bazy opisowej i geometrycznej.

Obecnie dzięki zastosowaniu narzędzi geoinformatycznych takich jak GIS, GPS, fotogrametria cyfrowa czy teledetekcja możliwe jest równoczesne zarządzanie i aktualizacja

danych pochodzących z baz opisowych jak i geometrycznych (Wężyk, Przybyłek, 2004). W związku z istniejącymi od wielu lat rozbieżnościami pomiędzy danymi zawartymi w Państwowej Ewidencji Gruntów i Budynków (EGiB), SILP oraz bazie geometrycznej LMN coraz większy nacisk kładzie się na ujednoczenie danych referencyjnych. Równocześnie zwraca się uwagę na istotę problemu – konieczność jednokrotnego pozyskania danych referencyjnych i prowadzenie ciągłej ich aktualizacji. Możliwości takie dają nowoczesne technologie geoinformacyjne. Wykorzystanie ortofotomap lotniczych, zobrażeń satelitarnych oraz danych ze skaningu laserowego może znacząco wspomagać proces aktualizacji LMN i SILP (Wężyk *et al.*, 2010; Neroj, Talarczyk, 2010; Pogoda, 2001). Korzystanie z danych PZGiK w procesie aktualizacji SIP w Lasach Państwowych jest zasadne zwłaszcza w związku z nowymi możliwościami otwierającymi się, w aspekcie prowadzonej właśnie kampanii pomiarowej w ramach projektu ISOK (Informatyczny System Osłony Kraju). Jedną z największych firm, która może czerpać korzyści z danych gromadzonych w projekcie ISOK (dane ALS) będzie właśnie Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe. Naloty ALS obejmują 60% powierzchni Polski, w tym także obszary leśne, a dane będą już niebawem dostępne w Państwowym Zasobie Geodezyjnym i Kartograficznym. Da to możliwości stosowania nowoczesnych rozwiązań dla gospodarki leśnej, w tym głównie dla aktualizacji LMN.

## 6. LITERATURA

Instrukcja Urządzenia Lasu (IUL), 2003. Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe, ISBN 83-88478-27-3, Warszawa

Okła K. 2010. Historia geomatyki w Lasach Państwowych. *Geomatyka w Lasach Państwowych. Część I. Podstawy*. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa, s. 28–47.

Neroj B., Talarczyk A., 2010. Proces budowania leśnej mapy numerycznej. *Geomatyka w Lasach Państwowych. Część I. Podstawy*. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa, s. 149–165.

Pogoda P., 2001. Aktualizacja mapy numerycznej w kontekście aktualizacji systemu LAS. I Krajowa Konferencja „System Informacji Przestrzennej w Lasach Państwowych”, Rogów

Wężyk P., Przybyłek Ł. 2004. Zastosowanie zdjęć lotniczych oraz ortofotomap cyfrowych w procesie weryfikacji i aktualizacji leśnej mapy numerycznej. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*. ISBN 83-912227-1-3. Fotogrametria, Teledetekcja i GIS w świetle XX Kongresu ISPRS. (Red. Kurczyński Z.), 14, 527-538.

Wężyk P., Szostak M., Tompalski P., 2010. Aktualizacja baz danych SILP oraz LMN w oparciu o dane lotniczego skaningu laserowego. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji XVII Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe "Nowoczesne metody pozyskiwania i modelowania danych w fotogrametrii i teledetekcji"*. 80 Lat Polskiego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji. Wrocław, 23–25.09.2010. ISBN 978-83-61-576-10-5, 21, 437–446.

Zarządzenie nr 74 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 23 sierpnia 2001 roku w sprawie zdefiniowania standardu leśnej mapy numerycznej dla poziomu nadleśnictwa oraz wdrażania systemu informacji przestrzennej w nadleśnictwach (z późn. zmianami). Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, Warszawa.



## **VERIFYING THE TRANSPORTATION NETWORK OF THE NIEPOŁOMICE FOREST**

KEY WORDS: transportation network, digital forest map, geodata, Niepołomice Forest

SUMMARY: The research is based on the vector layers of a Digital Forest Map (LMN), such as: transportation, forest districts, departments, allotments, as well as vectorized elements of the transportation network of the Niepołomice Forest obtained from geodetic materials, mainly from topographic maps.

Transportation lines (356.6 km) were vectorized on the basis of the data contained in the State Geodetic and Cartographic Resource (PZGiK), the majority of which were field and forest dirt roads (48.8%). The percentage of paved roads no more than 3 m wide was smaller by nearly a half (24.6%), while contribution of farm dirt roads and paths was similar and added up to about 13.8% and 11.6% respectively. Paved roads 3–7 m wide constituted the smallest percentage of the transportation lines – slightly more than 1.1%. In comparison, the total length of transportation lines included in the LMN maps 419.7 km.

GIS spatial analyses were carried out for the selected discrepancies between the transportation lines included in the LMN and the ones vectorized on the basis of PZGiK data. As a result, it was discovered that the total length of the transportation lines vectorized from the geodata and not found in the LMN equaled 61.7 km. On the other hand, the length of communication routes included in the LMN, yet missing from the PZGiK data, amounted to 125.8 km. In both instances, it was mainly field and forest dirt roads (approximately 70%) that contributed to the discrepancies, followed by paths (28%). The transportation lines in case of both sources were congruent for 294 km of objects. Additionally, it was observed that the objects within the LMN were misaligned with respect to the transportation routes presented in topographic maps. In most situations, however, the divergence ranged from 0 to 5 m.

As a result of the research, a map of the transportation network within the Niepołomice Forest was devised, which included the roads and paths of the LMN, supplemented by the communication routes vectorized from geodata.

dr inż. Marta Szostak  
e-mail: rlszosta@cyf-kr.edu.pl  
telefon: +48 12 662 50 76

inż. Jakub Kmieciak  
e-mail: kmieciakjakub@gmail.com