

RAPORT KOŃCOWY

z realizacji tematu „Opracowanie metody inwentaryzacji lasu opartej na integracji danych pozyskiwanych różnymi technikami geomatycznymi”

**CZĘŚĆ V – ANALIZA EKONOMICZNA, PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ
PRAKTYCZNYCH I PODSUMOWANIE**

Spis treści

1. Analiza ekonomiczna zastosowania zdalnych metod w inwentaryzacji lasu	3
2. Nowoczesne technologie geomatyczne – praktyczne zastosowania na poziomie nadleśnictwa.....	30
3. Propozycja metody inwentaryzacji lasu z wykorzystaniem integracji danych pozyskiwanych różnymi technikami geomatycznymi	44
Literatura.....	50

1. Analiza ekonomiczna zastosowania zdalnych metod w inwentaryzacji lasu

1.1 Wstęp

Niniejsze opracowanie jest częścią projektu badawczego pod tytułem: „OPRACOWANIE METODY INWENTARYZACJI LASU, OPARTEJ NA INTEGRACJI WYBRANYCH TECHNIK GEOMATYCZNYCH”. Głównym celem opracowania jest określenie ekonomicznych podstaw zastosowanych metod inwentaryzacyjnych wraz z ekonomiczną analizą porównawczą tych metod, w tym przede wszystkim w odniesieniu do klasycznych sposobów inwentaryzacji, stosowanych obecnie w urzędzeniowych pracach planistycznych.

Do analizy wykorzystano wyniki dotychczasowych doświadczeń w tym zakresie, w tym zwłaszcza prace wykonane w ramach niniejszego projektu przez poszczególne zespoły badawcze, analizujące różne metody geomatyczne (lotniczy skaning laserowy, naziemny skaning laserowy, naziemne zdjęcia hemisferyczne). Określenie ekonomicznych podstaw klasycznych, urzędzeniowych prac inwentaryzacyjnych oparto na wstępnej analizie, wykonanej przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych, w celu ustalenia kosztochłonności i wyceny tych prac, prowadzonych dla nadleśnictw PGL Lasy Państwowe przez Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej.

1.2 Podstawy metodyczne

Zasadniczym problemem wszystkich, a zwłaszcza ekonomicznych, analiz porównawczych, jest ustalenie i przyjęcie jednostki porównawczej, która z jednej strony zapewni właściwy punkt odniesienia dla analiz charakteryzujących się wysokim stopniem skomplikowania i uszczegółowienia, z drugiej zaś umożliwi uzyskanie wyników w skali względnej, pozwalającej na ich wykorzystanie w zmieniających się warunkach ekonomicznych, z możliwością wykorzystania na terenie całego kraju.

Biorąc pod uwagę cel niniejszego opracowania, za punkt wyjścia i zakres porównywanych metod przyjęto inwentaryzację lasu, rozumianą jako metodę umożliwiającą zebranie, przetworzenie i w rezultacie udostępnienie zgromadzonych danych do zasobów SILP, zgodnie z obowiązującymi aktami prawnymi [Ustawa o lasach 1991; Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa 1998; Instrukcja urządzania lasu 2003]. Prace te wykonywane są w ramach sporządzania planu urządzania lasu dla nadleśnictwa, jako podstawowego dokumentu regulującego zakres i rozmiar zadań zagospodarowania lasu w średniookresowej perspektywie dziesięciu lat. W tym ujęciu

inwentaryzacja lasu rozumiana jest jako zasadnicza część systemu aktualizacji zasobów SILP, a jej istotną cechą jest kompletność zebrania danych inwentaryzacyjnych, służących nie tylko ocenie parametrów dendrometrycznych pojedynczych drzewostanów. W klasycznych, urządzeniowych pracach planistycznych ważne jest bowiem zebranie pełnego materiału, charakteryzującego dany obiekt (nadleśnictwo). Charakterystyka ta nie odnosi się przy tym wyłącznie do gruntów administrowanych przez nadleśnictwo, ale dotyczy całego obszaru będącego w jego zasięgu terytorialnym. Zebrane dane służą zarówno określeniu aktualnego stanu lasu i zasobów drzewnych (zwłaszcza w aspekcie regulacyjnym), jak i opisowi przestrzeni dla potrzeb opracowania mapy numerycznej, zgodnej z przyjętymi standardami (standard leśnej mapy numerycznej), jako obowiązkowego elementu planu urządzenia lasu.

Z uwagi na znaczne zróżnicowanie warunków przyrodniczych kraju, a co za tym idzie – warunków wzrostu i rozwoju gatunków lasotwórczych oraz wykonywania inwentaryzacji lasu, konieczne staje się odniesienie zakresu tych prac i ustalenie ich podstaw ekonomicznych do obiektu, charakteryzującego się przeciętnymi cechami, mającymi wpływ na inwentaryzację. W tym celu wykonano analizę stopnia zróżnicowania wybranych cech 428 nadleśnictw w Polsce, biorąc pod uwagę ich charakterystykę wiekową, gatunkową, siedliskową itd., zgodnie z ogólnie przyjętymi w urzędowaniu sposobami określenia stopnia trudności wykonywania prac inwentaryzacyjnych i urządzeniowych nadleśnictw. Metoda ta umożliwia określenie cech przeciętnych w skali kraju, jak również odniesienie uzyskanych wcześniej wyników analizy ekonomicznej w różnych nadleśnictwach do danych przeciętnych, reprezentujących wszystkie nadleśnictwa w kraju. Sposób ten zapewnia wykonanie porównawczych analiz ekonomicznych w skali względnej, niezależnej od stopnia trudności obiektu i innych uwarunkowań lokalizacyjnych.

Z punktu widzenia organizacji prac inwentaryzacyjnych uwidacznia się ich podział na prace: przygotowawcze, terenowe prace pomiarowe i kameralne prace wynikowe. Ten klasyczny podział przyjęto jako podstawę przebiegu całego cyklu tych prac. W analizie nie uwzględniono kosztów wykonania specjalistycznych prac geodezyjnych, polegających na aktualizacji stanu posiadania, na podstawie danych pochodzących z ewidencji powszechnej. Przyjęto przy tym, że etap prac geodezyjnych kończy się wraz z opracowaniem numerycznej warstwy działek ewidencyjnych oraz bazy danych ewidencyjnych, zgodnej z formatem SILP.

Wykonana analiza ekonomiczna nie ujmuje także kosztów zakupu sprzętu oraz oprogramowania, służącego do obróbki zebranych danych.

Analizę przeprowadzono czterokierunkowo, uwzględniając możliwość zastąpienia lub uzupełnienia wybranych etapów prac inwentaryzacyjnych innymi metodami, przy jednoczesnym zachowaniu całego cyklu pozyskiwania pełnych danych inwentaryzacyjnych.

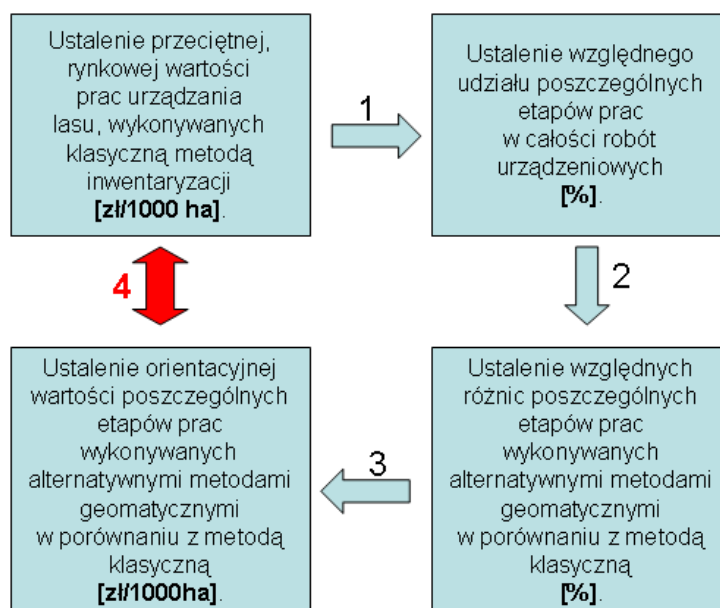
Kolejność analitycznych prac porównawczych była następująca:

W pierwszej kolejności określono rynkową, realną wartość prac urządzeniowych, wykonywanych za pomocą klasycznych metod inwentaryzacji lasu. Oprócz określenia wartości tych prac w pieniądzu, ustalono przy tym względny, procentowy udział poszczególnych etapów tych prac w wartości ogólnej, traktowanej jako 100%.

W kolejnych etapach, na podstawie dostępnych danych, określono za pomocą procentowych miar względnych, różnice między analizowaną metodą, a klasyczną inwentaryzacją. Ten sposób określenia różnic wynikał z charakteru danych, opisujących alternatywne sposoby inwentaryzacji, jakimi dysponowano przy analizie. Różnice określono oddzielnie między każdą analizowaną metodą geomatyczną, a klasyczną.

W końcowym etapie, przeliczono względne wskaźniki na realne wartości pieniężne, które w rezultacie posłużyły do końcowych porównań, obejmujących całość prac inwentaryzacji lasu.

Schemat zastosowanej metody porównawczej przedstawiono na rycinie V.1.



Ryc. V.1. Schemat zastosowanej metody porównawczej. 1, 2, 3, – kolejne etapy analizy, 4 – etap finalny (porównanie).

1.3 Waloryzacja nadleśnictw

Podstawą przeprowadzonej waloryzacji cech, istotnych z punktu widzenia prowadzenia prac inwentaryzacji lasu, bez względu na zastosowaną metodę tych prac, są syntetyczne dane charakteryzujące poszczególne obiekty (nadleśnictwa), wynikające z analiz:

- struktury podklas wieku,
- składu gatunkowego,
- typów siedliskowych lasu,
- występowania warstw podszytów i podrostów,
- przeciętnej wielkości wydzielania,
- lesistości w zasięgu terytorialnym nadleśnictwa,
- ukształtowania terenu.

Waloryzację nadleśnictw dokonano przypisując poszczególnym cechom wartości od 1,0 do 1,6, w odstopniowaniu co 0,1, w zależności od procentowego udziału analizowanych cech jednostkowych (podklasy wieku, skład gatunkowy, typy siedliskowe lasu, warstwy podszytu i podrostu, przeciętna wielkość wydzielania, lesistość, ukształtowanie terenu) w powierzchni całego nadleśnictwa. Iloczyn ustalonych wskaźników częściowych określono jako wskaźnik stopnia zróżnicowania cech nadleśnictwa, zgodnie ze wzorem:

$$W = W_{podkl_wieku} \times W_{skłkl_gat} \times W_{typ_siedl} \times W_{pods_podr} \times W_{wielk_wydz} \times W_{lesist} \times W_{ukszt_ter}$$

Wyniki waloryzacji stopnia zróżnicowania cech, istotnych z punktu widzenia trudności wykonania prac inwentaryzacyjnych, w poszczególnych nadleśnictwach kraju, zestawiono w tabeli V.1. Uzyskane wyniki posortowano malejąco, według wskaźnika W.

Tabela V.1. Stopień zróżnicowania cech, istotnych dla trudności wykonania prac inwentaryzacji lasu, w poszczególnych nadleśnictwach w kraju.

Nadleśnictwo	Podklasy wieku	Skład gat.	Typ siedl. lasu	Występowanie podrostów i podszytów	Przeciętna wielkość wydzielenia	Lesistość	Ukształt. terenu	Wskaźnik stopnia zróżnicowania cech nadleśnictwa
Zamrzemica	1,3	1,2	1,6	1,1	1,3	1,3	1,2	5,6
Wyszaków	1,3	1,2	1,6	1,1	1,3	1,3	1,2	5,6
Walczy	1,3	1,2	1,6	1,1	1,2	1,3	1,3	5,6
Zwierzyńcic	1,4	1,2	1,6	1,1	1,2	1,3	1,2	5,5
Wipsowo	1,3	1,2	1,6	1,1	1,4	1,2	1,2	5,5
Tuchola	1,3	1,2	1,6	1,1	1,4	1,3	1,1	5,5
Świdnik	1,3	1,2	1,6	1,1	1,5	1,2	1,1	5,4
Elbląg	1,2	1,2	1,6	1,1	1,6	1,2	1,1	5,4
Trzebież	1,3	1,2	1,5	1,1	1,4	1,3	1,1	5,2
Zdroje	1,3	1,2	1,5	1,1	1,5	1,2	1,1	5,1
Żagań	1,4	1,2	1,6	1,1	1,1	1,2	1,3	5,1
Tuszyna	1,3	1,2	1,6	1,1	1,4	1,2	1,1	5,1
Supraśl	1,2	1,2	1,6	1,1	1,4	1,3	1,1	5,1
Włoszakowice	1,3	1,2	1,5	1,0	1,5	1,2	1,2	5,1
Wichrowo	1,3	1,2	1,6	1,0	1,4	1,2	1,2	5,0
Warcino	1,3	1,2	1,6	1,0	1,4	1,2	1,2	5,0
Świerczyna	1,3	1,2	1,6	1,1	1,5	1,2	1,0	4,9
Prudnik	1,2	1,2	1,6	1,1	1,5	1,3	1,0	4,9
Drawno	1,2	1,2	1,6	1,1	1,6	1,2	1,0	4,9
Rudka	1,2	1,2	1,5	1,1	1,4	1,3	1,1	4,8
Włocławek	1,3	1,2	1,6	1,1	1,2	1,2	1,2	4,7
Żołędowo	1,4	1,2	1,5	1,0	1,2	1,3	1,2	4,7
Wieluń	1,3	1,2	1,5	1,0	1,4	1,2	1,2	4,7
Syców	1,3	1,2	1,6	1,1	1,2	1,3	1,1	4,7
Złotoryja	1,4	1,2	1,6	1,1	1,1	1,2	1,2	4,7
Przemków	1,2	1,2	1,6	1,1	1,4	1,2	1,1	4,7
Wisła	1,3	1,2	1,6	1,0	1,2	1,2	1,3	4,7
Torzyn	1,3	1,2	1,6	1,0	1,2	1,2	1,3	4,7
Strzebielino	1,2	1,2	1,6	1,0	1,4	1,2	1,2	4,6
Sobibór	1,2	1,3	1,6	1,1	1,4	1,2	1,0	4,6
Mirosławiec	1,2	1,2	1,6	1,1	1,4	1,3	1,0	4,6
Gubin	1,2	1,2	1,5	1,1	1,6	1,2	1,0	4,6
Trzciel	1,3	1,1	1,5	1,1	1,6	1,2	1,0	4,5
Bobolice	1,1	1,3	1,6	1,1	1,5	1,2	1,0	4,5
Śnieżka	1,3	1,2	1,4	1,1	1,4	1,2	1,1	4,4
Wielbark	1,3	1,2	1,5	1,1	1,3	1,2	1,1	4,4
Strzelce	1,2	1,2	1,5	1,1	1,4	1,2	1,1	4,4
Sławno	1,2	1,2	1,5	1,1	1,4	1,2	1,1	4,4
Potrzebowice	1,2	1,2	1,5	1,1	1,4	1,2	1,1	4,4
Lutówko	1,2	1,2	1,5	1,1	1,4	1,2	1,1	4,4
Jastrowie	1,2	1,2	1,5	1,1	1,4	1,2	1,1	4,4
Runowo	1,2	1,2	1,4	1,1	1,5	1,2	1,1	4,4
Strzyżów	1,2	1,2	1,4	1,0	1,5	1,2	1,2	4,4
Zdrojowa Góra	1,3	1,2	1,6	1,1	1,1	1,2	1,2	4,3
Szklarska Poręba	1,3	1,2	1,6	1,1	1,2	1,2	1,1	4,3
Zagnańsk	1,3	1,1	1,5	1,0	1,4	1,2	1,2	4,3
Wejherowo	1,3	1,2	1,5	1,0	1,4	1,2	1,1	4,3
Ustroń	1,3	1,2	1,4	1,1	1,5	1,2	1,0	4,3
Tychowo	1,3	1,1	1,5	1,0	1,4	1,2	1,2	4,3
Włodawa	1,3	1,2	1,6	1,0	1,2	1,2	1,2	4,3
Wałbrzych	1,3	1,2	1,6	1,0	1,2	1,2	1,2	4,3
Stuposiany	1,2	1,2	1,6	1,0	1,2	1,3	1,2	4,3
Nowogard	1,2	1,2	1,6	1,0	1,3	1,2	1,2	4,3
Garwolin	1,2	1,1	1,4	1,1	1,6	1,2	1,1	4,3

Chojnów	1,1	1,2	1,6	1,1	1,4	1,2	1,1	4,3
Korpele	1,2	1,2	1,6	1,1	1,3	1,3	1,0	4,3
Międzychód	1,2	1,2	1,5	1,0	1,5	1,2	1,1	4,3
Lesko	1,2	1,2	1,5	1,1	1,5	1,2	1,0	4,3
Kamienna Góra	1,2	1,2	1,5	1,1	1,5	1,2	1,0	4,3
Giżycko	1,2	1,2	1,5	1,1	1,5	1,2	1,0	4,3
Złoczew	1,4	1,2	1,6	1,0	1,1	1,2	1,2	4,3
Gromnik	1,2	1,2	1,6	1,1	1,4	1,2	1,0	4,3
Gidle	1,2	1,2	1,6	1,1	1,4	1,2	1,0	4,3
Włoszczowa	1,3	1,3	1,6	1,1	1,3	1,1	1,0	4,3
Choczewo	1,1	1,2	1,6	1,1	1,5	1,2	1,0	4,2
Karwin	1,2	1,2	1,5	1,0	1,6	1,2	1,0	4,1
Lubniewice	1,2	1,2	1,4	1,1	1,4	1,2	1,1	4,1
Węgierska Górka	1,3	1,2	1,5	1,1	1,2	1,2	1,1	4,1
Złocieniec	1,3	1,2	1,5	1,0	1,2	1,2	1,2	4,0
Zaporowo	1,3	1,1	1,4	1,0	1,4	1,2	1,2	4,0
Susz	1,3	1,2	1,4	1,0	1,4	1,2	1,1	4,0
Nowogród	1,2	1,2	1,4	1,1	1,4	1,3	1,0	4,0
Herby	1,2	1,2	1,4	1,1	1,4	1,3	1,0	4,0
Dynów	1,2	1,2	1,4	1,1	1,4	1,3	1,0	4,0
Spychowo	1,2	1,1	1,5	1,1	1,4	1,2	1,1	4,0
Człuchów	1,1	1,2	1,4	1,1	1,5	1,2	1,1	4,0
Czarniejewo	1,1	1,2	1,4	1,1	1,5	1,2	1,1	4,0
Browsk	1,1	1,2	1,4	1,1	1,5	1,2	1,1	4,0
Wronki	1,3	1,1	1,5	1,0	1,2	1,2	1,3	4,0
Skrwilno	1,2	1,2	1,5	1,1	1,4	1,2	1,0	4,0
Skarżysko	1,2	1,2	1,5	1,1	1,4	1,2	1,0	4,0
Sarbia	1,2	1,2	1,5	1,1	1,4	1,2	1,0	4,0
Radom	1,2	1,2	1,5	1,1	1,4	1,2	1,0	4,0
Olsztyn	1,2	1,2	1,5	1,1	1,4	1,2	1,0	4,0
Oleśnica Śląska	1,2	1,2	1,5	1,1	1,4	1,2	1,0	4,0
Oleszyce	1,2	1,2	1,5	1,1	1,4	1,2	1,0	4,0
Narol	1,2	1,2	1,5	1,1	1,4	1,2	1,0	4,0
Mircze	1,2	1,2	1,5	1,1	1,4	1,2	1,0	4,0
Kliniska	1,2	1,2	1,5	1,1	1,4	1,2	1,0	4,0
Jagietek	1,2	1,2	1,5	1,1	1,4	1,2	1,0	4,0
Gorlice	1,2	1,2	1,5	1,1	1,4	1,2	1,0	4,0
Walify	1,3	1,2	1,6	1,1	1,1	1,1	1,2	4,0
Szubin	1,3	1,2	1,6	1,1	1,1	1,1	1,2	4,0
Wolsztyn	1,3	1,1	1,5	1,0	1,4	1,1	1,2	4,0
Węglińiec	1,3	1,1	1,5	1,1	1,4	1,2	1,0	4,0
Strzelce Kraj.	1,2	1,1	1,4	1,1	1,5	1,3	1,0	4,0
Sokołów	1,2	1,1	1,4	1,1	1,5	1,3	1,0	4,0
Stąporków	1,2	1,2	1,6	1,1	1,3	1,2	1,0	4,0
Przytok	1,2	1,2	1,6	1,1	1,3	1,2	1,0	4,0
Wołów	1,3	1,3	1,6	1,0	1,1	1,2	1,1	3,9
Milicz	1,2	1,1	1,3	1,1	1,6	1,3	1,0	3,9
Knyszyn	1,2	1,1	1,5	1,1	1,5	1,2	1,0	3,9
Brzeg	1,1	1,2	1,5	1,1	1,5	1,2	1,0	3,9
Żmigród	1,4	1,2	1,6	1,1	1,0	1,1	1,2	3,9
Złotów	1,4	1,1	1,6	1,0	1,2	1,1	1,2	3,9
Maskulińskie	1,2	1,1	1,6	1,1	1,4	1,2	1,0	3,9
Białogard	1,1	1,2	1,6	1,1	1,4	1,2	1,0	3,9
Starogard	1,2	1,2	1,4	1,0	1,6	1,2	1,0	3,9
Smardzewice	1,2	1,2	1,6	1,0	1,4	1,2	1,0	3,9
Piwniczna	1,2	1,2	1,6	1,0	1,4	1,2	1,0	3,9
Żednia	1,4	1,2	1,6	1,0	1,0	1,1	1,3	3,8
Zwoleń	1,4	1,2	1,6	1,1	1,0	1,0	1,3	3,8
Suwałki	1,3	1,1	1,4	1,0	1,6	1,2	1,0	3,8

Ostrów Maz.	1,2	1,2	1,4	1,1	1,3	1,2	1,1	3,8
Pułtusk	1,2	1,2	1,4	1,1	1,4	1,1	1,1	3,8
Ośno Lubuskie	1,2	1,2	1,4	1,1	1,4	1,1	1,1	3,8
Myślibórz	1,2	1,2	1,4	1,1	1,4	1,1	1,1	3,8
Turek	1,3	1,2	1,4	1,0	1,3	1,2	1,1	3,7
Toruń	1,3	1,1	1,3	1,0	1,4	1,2	1,2	3,7
Przedbórz	1,2	1,2	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,7
Plytnica	1,2	1,2	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,7
Płaska	1,2	1,2	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,7
Międzylesie	1,2	1,2	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,7
Kolumna	1,2	1,2	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,7
Grotniki	1,2	1,2	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,7
Golub-Dobrzyń	1,2	1,2	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,7
Dobieszyn	1,2	1,2	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,7
Srokowo	1,2	1,2	1,5	1,1	1,3	1,2	1,0	3,7
Rozwadów	1,2	1,2	1,5	1,1	1,3	1,2	1,0	3,7
Radziwiłłów	1,2	1,2	1,5	1,1	1,3	1,2	1,0	3,7
Oborniki Śląskie	1,2	1,2	1,5	1,1	1,3	1,2	1,0	3,7
Nowy Targ	1,2	1,2	1,5	1,1	1,3	1,2	1,0	3,7
Drawsko	1,2	1,2	1,5	1,1	1,3	1,2	1,0	3,7
Dębno	1,2	1,2	1,3	1,1	1,5	1,2	1,0	3,7
Zawadzkie	1,3	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,7
Ustka	1,3	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,7
Turawa	1,3	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,7
Trzebielino	1,3	1,2	1,4	1,1	1,4	1,1	1,0	3,7
Połczyn	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,3	1,0	3,7
Krzyszowice	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,3	1,0	3,7
Kościierzyna	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,3	1,0	3,7
Rymanów	1,2	1,1	1,4	1,1	1,5	1,1	1,1	3,7
Świętoszów	1,3	1,1	1,5	1,0	1,3	1,1	1,2	3,7
Taczanów	1,3	1,1	1,5	1,1	1,3	1,2	1,0	3,7
Trzcianka	1,3	1,2	1,5	1,1	1,3	1,1	1,0	3,7
Bełchatów	1,1	1,2	1,5	1,1	1,3	1,3	1,0	3,7
Strzelce Opolskie	1,2	1,2	1,6	1,1	1,1	1,1	1,2	3,7
Stawa Śląska	1,2	1,2	1,5	1,1	1,4	1,1	1,0	3,7
Smolarz	1,2	1,1	1,4	1,1	1,5	1,2	1,0	3,7
Skierzwice	1,2	1,1	1,5	1,1	1,4	1,2	1,0	3,7
Parczew	1,2	1,1	1,5	1,1	1,4	1,2	1,0	3,7
Okonek	1,2	1,1	1,5	1,0	1,4	1,2	1,1	3,7
Nowa Sól	1,2	1,1	1,5	1,0	1,4	1,1	1,2	3,7
Mińsk	1,2	1,1	1,5	1,1	1,4	1,2	1,0	3,7
Lidzbark	1,2	1,1	1,5	1,1	1,4	1,2	1,0	3,7
Lębork	1,2	1,1	1,4	1,1	1,5	1,2	1,0	3,7
Dobrzejewice	1,2	1,1	1,4	1,1	1,5	1,2	1,0	3,7
Staszów	1,2	1,2	1,5	1,0	1,4	1,2	1,0	3,6
Łobez	1,2	1,2	1,4	1,0	1,5	1,2	1,0	3,6
Ujsoły	1,3	1,2	1,6	1,0	1,1	1,1	1,2	3,6
Tułowice	1,3	1,2	1,6	1,0	1,1	1,1	1,2	3,6
Bystrzyca Kl.	1,1	1,2	1,6	1,1	1,3	1,2	1,0	3,6
Starachowice	1,2	1,1	1,5	1,0	1,4	1,3	1,0	3,6
Koszęcin	1,2	1,1	1,4	1,0	1,5	1,3	1,0	3,6
Zielona Góra	1,3	1,3	1,6	1,1	1,2	1,0	1,0	3,6
Lubaczów	1,2	1,1	1,3	1,1	1,4	1,2	1,1	3,5
Krzystkowice	1,2	1,1	1,3	1,1	1,4	1,2	1,1	3,5
Kościąn	1,2	1,1	1,3	1,1	1,4	1,2	1,1	3,5
Międzyzdroje	1,2	1,1	1,4	1,1	1,3	1,2	1,1	3,5
Góra Śląska	1,2	1,2	1,3	1,1	1,3	1,3	1,0	3,5
Parciaki	1,2	1,2	1,4	1,1	1,3	1,2	1,0	3,5
Niepołomice	1,2	1,1	1,2	1,1	1,5	1,2	1,1	3,4

Konstantynowo	1,2	1,1	1,2	1,1	1,5	1,2	1,1	3,4
Olecko	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,1	1,1	3,4
Celestynów	1,1	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,1	3,4
Wymiarki	1,3	1,1	1,3	1,1	1,4	1,2	1,0	3,4
Szprotawa	1,3	1,1	1,3	1,1	1,4	1,2	1,0	3,4
Szczebra	1,3	1,1	1,4	1,1	1,3	1,2	1,0	3,4
Pisz	1,2	1,1	1,4	1,1	1,3	1,3	1,0	3,4
Sulęcín	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,4
Sieniawa	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,4
Rokita	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,4
Przedborów	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,4
Polanów	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,4
Opoczno	1,2	1,1	1,4	1,0	1,4	1,2	1,1	3,4
Olsztynek	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,4
Nurzec	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,4
Miastko	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,4
Manowo	1,2	1,1	1,4	1,0	1,4	1,2	1,1	3,4
Łochów	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,4
Lwówek Śląski	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,4
Kozienice	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,4
Komańcza	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,4
Dukla	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,4
Drygały	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,4
Bytów	1,1	1,2	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,4
Rytel	1,2	1,1	1,3	1,1	1,5	1,2	1,0	3,4
Kańczuga	1,2	1,1	1,3	1,1	1,5	1,2	1,0	3,4
Spała	1,2	1,1	1,5	1,1	1,3	1,2	1,0	3,4
Rudnik	1,2	1,1	1,5	1,1	1,3	1,2	1,0	3,4
Czaplinek	1,1	1,1	1,4	1,1	1,4	1,3	1,0	3,4
Białowieża	1,1	1,1	1,4	1,1	1,4	1,3	1,0	3,4
Miękinia	1,2	1,2	1,4	1,0	1,4	1,2	1,0	3,4
Cierpiszewo	1,1	1,1	1,3	1,1	1,5	1,3	1,0	3,4
Chmielnik	1,1	1,1	1,4	1,1	1,5	1,2	1,0	3,4
Brynek	1,1	1,1	1,5	1,1	1,4	1,2	1,0	3,4
Henryków	1,2	1,1	1,2	1,1	1,6	1,2	1,0	3,3
Koniecpól	1,2	1,1	1,5	1,0	1,4	1,2	1,0	3,3
Świerklaniec	1,3	1,1	1,6	1,1	1,0	1,1	1,2	3,3
Buda Stalowska	1,1	1,1	1,4	1,0	1,5	1,3	1,0	3,3
Miechów	1,2	1,1	1,4	1,0	1,6	1,1	1,0	3,3
Złoty Potok	1,4	1,2	1,6	1,0	1,0	1,0	1,2	3,2
Myszyniec	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,2	1,1	3,2
Rajgród	1,2	1,2	1,3	1,1	1,3	1,2	1,0	3,2
Sarnaki	1,2	1,1	1,3	1,1	1,4	1,2	1,0	3,2
Przysucha	1,2	1,1	1,3	1,1	1,4	1,2	1,0	3,2
Pomorze	1,2	1,1	1,3	1,1	1,4	1,2	1,0	3,2
Miłomłyn	1,2	1,1	1,3	1,1	1,4	1,2	1,0	3,2
Krucz	1,2	1,1	1,3	1,1	1,4	1,2	1,0	3,2
Kraśnik	1,2	1,1	1,3	1,1	1,4	1,2	1,0	3,2
Kobiór	1,2	1,1	1,3	1,1	1,4	1,2	1,0	3,2
Kluczbork	1,2	1,1	1,3	1,1	1,4	1,2	1,0	3,2
Karnieszewice	1,2	1,1	1,3	1,1	1,4	1,2	1,0	3,2
Gościno	1,2	1,1	1,3	1,1	1,4	1,2	1,0	3,2
Głogów	1,2	1,1	1,3	1,1	1,4	1,2	1,0	3,2
Siedlce	1,2	1,1	1,4	1,1	1,3	1,2	1,0	3,2
Radomsko	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,3	1,0	3,2
Piotrków	1,2	1,1	1,4	1,1	1,3	1,2	1,0	3,2
Piaski	1,2	1,2	1,4	1,1	1,3	1,1	1,0	3,2
Olkusz	1,2	1,1	1,4	1,1	1,3	1,2	1,0	3,2
Łuków	1,2	1,1	1,4	1,1	1,3	1,2	1,0	3,2

Kutno	1,2	1,1	1,3	1,0	1,4	1,2	1,1	3,2
Lubsko	1,2	1,1	1,4	1,1	1,2	1,3	1,0	3,2
Świeradów	1,3	1,1	1,3	1,1	1,4	1,1	1,0	3,1
Świdnica	1,3	1,1	1,3	1,1	1,4	1,1	1,0	3,1
Czersk	1,1	1,1	1,3	1,1	1,4	1,3	1,0	3,1
Cisna	1,1	1,1	1,3	1,1	1,4	1,3	1,0	3,1
Bolewice	1,1	1,1	1,3	1,1	1,4	1,3	1,0	3,1
Babki	1,1	1,1	1,3	1,1	1,4	1,3	1,0	3,1
Resko	1,2	1,2	1,4	1,0	1,3	1,2	1,0	3,1
Janów Lubelski	1,2	1,2	1,4	1,0	1,3	1,2	1,0	3,1
Sulechów	1,2	1,1	1,2	1,1	1,5	1,2	1,0	3,1
Lubliniec	1,2	1,1	1,2	1,1	1,5	1,2	1,0	3,1
Kalisz Pomorski	1,2	1,1	1,2	1,1	1,5	1,2	1,0	3,1
Dąbrowa Tarn.	1,2	1,1	1,2	1,1	1,5	1,2	1,0	3,1
Rudziniec	1,2	1,1	1,4	1,0	1,4	1,1	1,1	3,1
Nawojowa	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,1	1,0	3,1
Młynary	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,1	1,0	3,1
Bytnica	1,1	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,1
Bolesławiec	1,1	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	3,1
Kaczory	1,2	1,1	1,3	1,1	1,5	1,1	1,0	3,1
Opole	1,2	1,1	1,4	1,0	1,4	1,2	1,0	3,1
Szczytno	1,3	1,0	1,2	1,1	1,5	1,2	1,0	3,1
Kudypy	1,2	1,1	1,3	1,0	1,5	1,2	1,0	3,1
Tuczno	1,3	1,1	1,3	1,0	1,5	1,1	1,0	3,1
Chotyłów	1,1	1,1	1,2	1,1	1,6	1,2	1,0	3,1
Łomża	1,2	1,1	1,4	1,0	1,5	1,1	1,0	3,0
Brzesko	1,1	1,1	1,3	1,1	1,6	1,1	1,0	3,0
Dojlidy	1,2	1,1	1,3	1,0	1,6	1,1	1,0	3,0
Wetlina	1,3	1,1	1,6	1,0	1,0	1,1	1,2	3,0
Woźwoda	1,3	1,2	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1	3,0
Pińczów	1,2	1,2	1,3	1,1	1,2	1,2	1,0	3,0
Gostynin	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,1	1,1	3,0
Stary Sącz	1,2	1,1	1,3	1,1	1,3	1,2	1,0	2,9
Mragowo	1,2	1,1	1,3	1,1	1,3	1,2	1,0	2,9
Lipinki	1,2	1,1	1,3	1,1	1,3	1,2	1,0	2,9
Jedwabno	1,2	1,1	1,3	1,1	1,3	1,2	1,0	2,9
Gryfino	1,2	1,1	1,3	1,1	1,3	1,2	1,0	2,9
Dobrocin	1,2	1,1	1,3	1,1	1,3	1,2	1,0	2,9
Strzałowo	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,2	1,0	2,9
Ruszków	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,2	1,0	2,9
Pniewy	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,2	1,0	2,9
Ostrowiec Święt.	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,2	1,0	2,9
Łosie	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,2	1,0	2,9
Łągów	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,2	1,0	2,9
Krzyż	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,2	1,0	2,9
Krosno	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,2	1,0	2,9
Kłodawa	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,2	1,0	2,9
Jamy	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,2	1,0	2,9
Jabłonna	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,2	1,0	2,9
Podanin	1,2	1,1	1,4	1,1	1,2	1,2	1,0	2,9
Szczecinek	1,3	1,1	1,3	1,1	1,3	1,1	1,0	2,9
Tomaszów	1,3	1,1	1,4	1,1	1,2	1,1	1,0	2,9
Solec Kujawski	1,2	1,1	1,3	1,1	1,4	1,1	1,0	2,9
Łąck	1,2	1,1	1,3	1,1	1,4	1,1	1,0	2,9
Czerwony Dwór	1,1	1,1	1,3	1,1	1,4	1,2	1,0	2,9
Czarnobór	1,1	1,1	1,4	1,1	1,3	1,2	1,0	2,9
Chełm	1,1	1,1	1,3	1,1	1,4	1,2	1,0	2,9
Biłgoraj	1,1	1,1	1,4	1,1	1,3	1,2	1,0	2,9
Konin	1,2	1,2	1,4	1,0	1,2	1,2	1,0	2,9

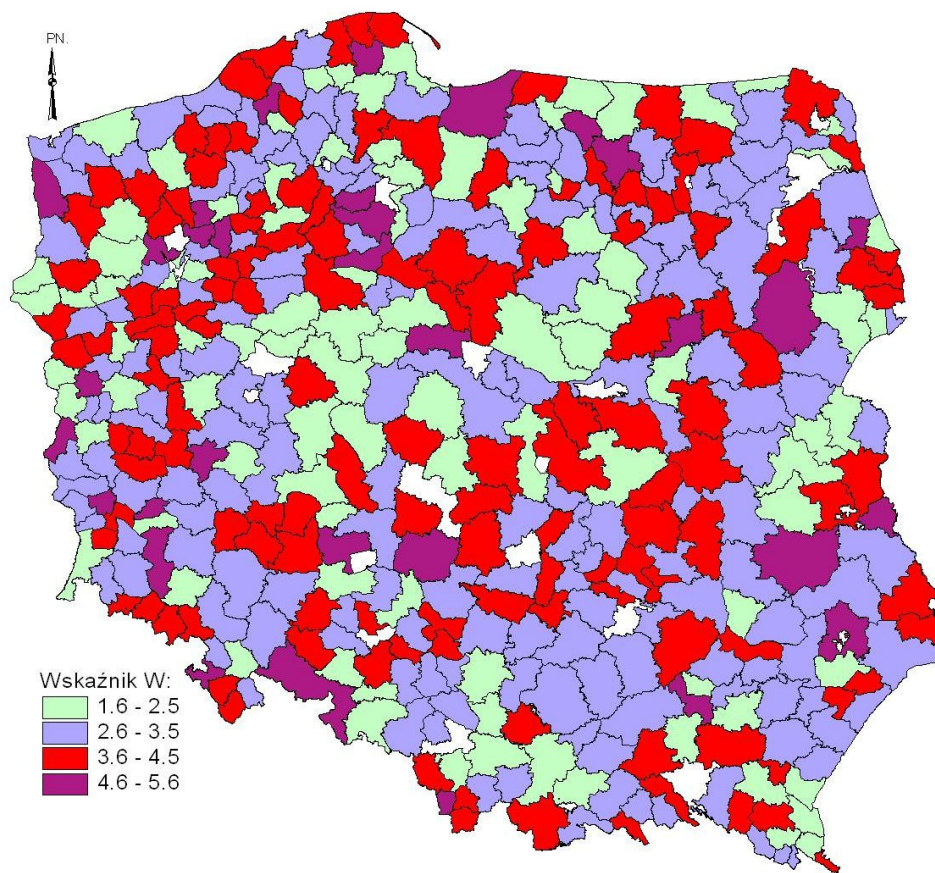
Suchedniów	1,2	1,1	1,3	1,0	1,4	1,2	1,0	2,9
Międzyrzecz	1,2	1,1	1,4	1,0	1,3	1,2	1,0	2,9
Lubin	1,2	1,1	1,3	1,0	1,4	1,2	1,0	2,9
Legnica	1,2	1,1	1,3	1,0	1,4	1,2	1,0	2,9
Kalisz	1,2	1,1	1,3	1,0	1,4	1,2	1,0	2,9
Jędrzejów	1,2	1,1	1,3	1,0	1,4	1,2	1,0	2,9
Ełk	1,2	1,1	1,3	1,0	1,4	1,2	1,0	2,9
Radymno	1,2	1,1	1,2	1,1	1,5	1,1	1,0	2,9
Puławy	1,2	1,1	1,4	1,0	1,4	1,1	1,0	2,8
Krośnice	1,2	1,1	1,4	1,0	1,4	1,1	1,0	2,8
Bogdaniec	1,1	1,1	1,3	1,0	1,5	1,2	1,0	2,8
Łądek Zdrój	1,2	1,1	1,3	1,0	1,5	1,1	1,0	2,8
Kolbudy	1,2	1,1	1,2	1,0	1,6	1,1	1,0	2,8
Damnica	1,1	1,1	1,3	1,1	1,3	1,1	1,1	2,7
Sucha	1,2	1,1	1,3	1,1	1,2	1,2	1,0	2,7
Olawa	1,2	1,1	1,2	1,1	1,3	1,2	1,0	2,7
Katowice	1,2	1,1	1,2	1,1	1,3	1,2	1,0	2,7
Jugów	1,2	1,1	1,3	1,1	1,2	1,2	1,0	2,7
Jeleśnia	1,2	1,1	1,2	1,1	1,3	1,2	1,0	2,7
Różanna	1,2	1,1	1,3	1,1	1,3	1,1	1,0	2,7
Dwukoły	1,2	1,1	1,3	1,1	1,3	1,1	1,0	2,7
Bierzwnik	1,1	1,1	1,3	1,1	1,3	1,2	1,0	2,7
Rybnik	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,1	1,0	2,7
Ruda Maleniecka	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,1	1,0	2,7
Ostrołęka	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,1	1,0	2,7
Leżajsk	1,2	1,1	1,1	1,1	1,4	1,2	1,0	2,7
Krasnystaw	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,1	1,0	2,7
Krasiczyn	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,1	1,0	2,7
Dąbrowa	1,1	1,1	1,2	1,1	1,4	1,2	1,0	2,7
Brodnica	1,1	1,1	1,2	1,1	1,4	1,2	1,0	2,7
Babimost	1,1	1,1	1,2	1,1	1,4	1,2	1,0	2,7
Niedźwiady	1,2	1,1	1,1	1,0	1,4	1,2	1,1	2,7
Osusznica	1,2	1,0	1,2	1,1	1,4	1,2	1,0	2,7
Leśny Dwór	1,2	1,1	1,2	1,0	1,4	1,2	1,0	2,7
Kolbuszowa	1,2	1,1	1,2	1,0	1,4	1,2	1,0	2,7
Goleniów	1,2	1,1	1,2	1,0	1,4	1,2	1,0	2,7
Czarna Biał.	1,1	1,1	1,3	1,0	1,4	1,2	1,0	2,6
Barycz	1,1	1,1	1,3	1,0	1,4	1,2	1,0	2,6
Lipusz	1,2	1,1	1,3	1,0	1,4	1,1	1,0	2,6
Kielce	1,2	1,1	1,3	1,0	1,4	1,1	1,0	2,6
Nowe Ramuki	1,2	1,1	1,2	1,0	1,5	1,1	1,0	2,6
Kup	1,2	1,1	1,2	1,0	1,5	1,1	1,0	2,6
Marcule	1,2	1,0	1,2	1,0	1,5	1,2	1,0	2,6
Kłobuck	1,2	1,0	1,2	1,0	1,5	1,2	1,0	2,6
Bardo Śląskie	1,1	1,1	1,3	1,1	1,2	1,1	1,1	2,5
Mielec	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,0	2,5
Ilawa	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,0	2,5
Przymuszewo	1,2	1,1	1,2	1,1	1,3	1,1	1,0	2,5
Olesno	1,2	1,1	1,2	1,1	1,3	1,1	1,0	2,5
Krynki	1,2	1,1	1,1	1,1	1,3	1,2	1,0	2,5
Koło	1,2	1,1	1,2	1,1	1,3	1,1	1,0	2,5
Bircza	1,1	1,1	1,2	1,1	1,3	1,2	1,0	2,5
Baligród	1,1	1,1	1,2	1,1	1,3	1,2	1,0	2,5
Rzepin	1,2	1,0	1,2	1,1	1,3	1,2	1,0	2,5
Osie	1,2	1,0	1,2	1,1	1,3	1,2	1,0	2,5
Mieszkowice	1,2	1,1	1,2	1,0	1,3	1,2	1,0	2,5
Limanowa	1,2	1,1	1,2	1,0	1,3	1,2	1,0	2,5
Kwidzyn	1,2	1,1	1,2	1,0	1,3	1,2	1,0	2,5
Ciechanów	1,1	1,1	1,2	1,1	1,4	1,1	1,0	2,5

Chrzanów	1,1	1,1	1,2	1,1	1,4	1,1	1,0	2,5
Chocianów	1,1	1,1	1,2	1,1	1,4	1,1	1,0	2,5
Świebodzin	1,3	1,0	1,1	1,1	1,3	1,2	1,0	2,5
Rudy Raciborskie	1,2	1,1	1,3	1,0	1,3	1,1	1,0	2,5
Biała Podlaska	1,1	1,1	1,3	1,0	1,3	1,2	1,0	2,5
Gryfice	1,2	1,1	1,2	1,0	1,4	1,1	1,0	2,4
Borki	1,1	1,2	1,2	1,0	1,4	1,1	1,0	2,4
Sieraków	1,2	1,0	1,1	1,0	1,4	1,2	1,1	2,4
Hajnówka	1,2	1,0	1,1	1,0	1,4	1,2	1,1	2,4
Siewierz	1,2	1,0	1,3	1,0	1,3	1,2	1,0	2,4
Świdwin	1,3	1,0	1,1	1,0	1,4	1,1	1,1	2,4
Oborniki	1,2	1,0	1,2	1,0	1,4	1,2	1,0	2,4
Gdańsk	1,2	1,1	1,1	1,0	1,5	1,1	1,0	2,4
Brzózka	1,1	1,1	1,2	1,0	1,5	1,1	1,0	2,4
Brzozów	1,1	1,0	1,1	1,1	1,5	1,2	1,0	2,4
Łupawa	1,2	1,0	1,1	1,0	1,6	1,1	1,0	2,3
Przasnysz	1,2	1,0	1,1	1,1	1,3	1,1	1,1	2,3
Prószków	1,2	1,1	1,2	1,0	1,3	1,1	1,0	2,3
Płock	1,2	1,1	1,2	1,0	1,3	1,1	1,0	2,3
Lubartów	1,2	1,0	1,1	1,0	1,3	1,2	1,1	2,3
Kędzierzyn	1,2	1,0	1,1	1,1	1,3	1,2	1,0	2,3
Grodzisk	1,2	1,1	1,2	1,0	1,3	1,1	1,0	2,3
Gniezno	1,2	1,1	1,2	1,0	1,3	1,1	1,0	2,3
Głogów Mał.	1,2	1,1	1,2	1,0	1,3	1,1	1,0	2,3
Choszczno	1,1	1,1	1,2	1,0	1,3	1,2	1,0	2,3
Antonin	1,0	1,1	1,2	1,1	1,3	1,2	1,0	2,3
Andrychów	1,0	1,1	1,3	1,1	1,1	1,3	1,0	2,2
Różańsko	1,2	1,0	1,2	1,0	1,3	1,2	1,0	2,2
Lubichowo	1,2	1,1	1,1	1,0	1,4	1,1	1,0	2,2
Krotoszyn	1,2	1,0	1,1	1,0	1,4	1,1	1,1	2,2
Grójec	1,2	1,1	1,1	1,0	1,4	1,1	1,0	2,2
Brzeziny	1,1	1,1	1,2	1,0	1,4	1,1	1,0	2,2
Brzezi Dolne	1,1	1,1	1,2	1,0	1,4	1,1	1,0	2,2
Ormeta	1,2	1,0	1,2	1,0	1,4	1,1	1,0	2,2
Lipka	1,2	1,0	1,1	1,0	1,4	1,2	1,0	2,2
Górowo Iławeckie	1,2	1,0	1,1	1,0	1,4	1,2	1,0	2,2
Głębokki Bród	1,2	1,0	1,1	1,0	1,4	1,2	1,0	2,2
Dobrzany	1,2	1,0	1,1	1,0	1,5	1,1	1,0	2,2
Namysłów	1,2	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,0	2,1
Kaliska	1,2	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,0	2,1
Skwierzyna	1,2	1,0	1,1	1,1	1,3	1,1	1,0	2,1
Łopuchówko	1,2	1,1	1,1	1,0	1,3	1,1	1,0	2,1
Józefów	1,2	1,1	1,1	1,0	1,3	1,1	1,0	2,1
Durowo	1,2	1,1	1,1	1,0	1,3	1,1	1,0	2,1
Stare Jabłonki	1,2	1,0	1,1	1,0	1,3	1,2	1,0	2,1
Chojna	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	1,1	1,0	2,0
Bielsko	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	1,1	1,0	2,0
Lutowiska	1,2	1,0	1,0	1,0	1,4	1,1	1,1	2,0
Nidzica	1,2	1,1	1,0	1,0	1,4	1,1	1,0	2,0
Myślenice	1,2	1,0	1,1	1,0	1,4	1,1	1,0	2,0
Miradz	1,2	1,0	1,1	1,0	1,4	1,1	1,0	2,0
Jawor	1,2	1,0	1,1	1,0	1,4	1,1	1,0	2,0
Grodziec	1,2	1,0	1,1	1,0	1,4	1,1	1,0	2,0
Gołębki	1,2	1,0	1,1	1,0	1,4	1,1	1,0	2,0
Drewnica	1,2	1,0	1,1	1,0	1,4	1,1	1,0	2,0
Bielsk	1,1	1,1	1,2	1,0	1,4	1,0	1,0	2,0
Kartuzy	1,2	1,0	1,0	1,0	1,5	1,1	1,0	2,0
Bydgoszcz	1,1	1,1	1,1	1,0	1,3	1,1	1,0	1,9
Radzyń Podlaski	1,2	1,0	1,0	1,0	1,3	1,1	1,1	1,9

Poddębice	1,2	1,0	1,1	1,0	1,3	1,1	1,0	1,9
Płońsk	1,2	1,0	1,0	1,0	1,3	1,1	1,1	1,9
Pieńsk	1,2	1,0	1,1	1,0	1,3	1,1	1,0	1,9
Międzyrzec	1,2	1,0	1,1	1,0	1,3	1,1	1,0	1,9
Karczma Bor.	1,2	1,0	1,1	1,0	1,3	1,1	1,0	1,9
Gościeradów	1,2	1,0	1,1	1,0	1,3	1,1	1,0	1,9
Gołdap	1,2	1,0	1,1	1,0	1,3	1,1	1,0	1,9
Głusko	1,2	1,0	1,1	1,0	1,3	1,1	1,0	1,9
Dretyń	1,2	1,0	1,1	1,0	1,3	1,1	1,0	1,9
Borne Sulinowo	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,2	1,0	1,9
Człopa	1,1	1,0	1,1	1,0	1,4	1,1	1,0	1,9
Cybinka	1,1	1,0	1,1	1,0	1,4	1,1	1,0	1,9
Cewice	1,1	1,0	1,1	1,0	1,4	1,1	1,0	1,9
Dębica	1,2	1,0	1,0	1,0	1,4	1,1	1,0	1,8
Bartoszyce	1,1	1,1	1,1	1,0	1,2	1,1	1,0	1,8
Barlinek	1,1	1,0	1,1	1,0	1,2	1,2	1,0	1,7
Czarne Człuch.	1,1	1,0	1,1	1,0	1,3	1,1	1,0	1,7
Jarocin	1,2	1,0	1,0	1,0	1,3	1,1	1,0	1,7
Gniewkowo	1,2	1,0	1,0	1,0	1,3	1,1	1,0	1,7
Augustów	1,0	1,1	1,1	1,0	1,3	1,0	1,0	1,6

Stopień zróżnicowania cech, istotnych ze względu na wykonywanie prac inwentaryzacji lasu, wyrażony wskaźnikiem W, obliczony dla poszczególnych nadleśnictw w kraju wynosi od 1,6 do 5,6. Duże są przy tym różnice wskaźnika W w poszczególnych nadleśnictwach, a rozstęp wynosi 4,0.

Przestrzenny rozkład analizowanych cech, wyrażonych współczynnikiem W, z podziałem na cztery przedziały klasowe, przedstawiono na rycinie V.2.



Ryc. V.2. Przestrzenny rozkład zróżnicowania nadleśnictw, wyrażony współczynnikiem W.

Przedstawiony rozkład przestrzenny wskazuje na przewagę nadleśnictw, charakteryzujących się średnim ($W = 2,6-3,5$) i dużym ($W = 3,6-4,5$) stopniem zróżnicowania cech, wpływających na stopień trudności inwentaryzacji. Ogółem do przedziału klasowego, odpowiadającego średniemu zróżnicowaniu zaliczono 169 nadleśnictw, zaś do przedziału o dużym zróżnicowaniu cech – 133 nadleśnictwa. Brak jest przy tym wyraźnej prawidłowości w przestrzennym rozkładzie tych obiektów. Do grupy nadleśnictw, charakteryzujących się niskim stopniem zróżnicowania ($W = 1,6-2,5$) zaliczono 94 nadleśnictwa, zlokalizowane najczęściej w rejonach centralnej części Nizy Polskiego i Wyżyny Śląsko-Krakowskiej. Bardzo wysoki stopień zróżnicowania cech ($W = 4,6-5,6$) opisano w 32 nadleśnictwach, zlokalizowanych mniej więcej równomiernie na terenie całego kraju.

Przeprowadzona analiza umożliwiła także określenie przeciętnych wartości poszczególnych cech, w tym także przeciętnego wskaźnika W (tab. V.2).

Tab. V.2. Przeciętne wartości cech, istotnych dla trudności wykonania prac inwentaryzacji lasu.

Podklasy wieku	Skład gat.	Typ siedl. lasu	Wyst. podrostów i podszytów	Przeciętna wielkość wydzielenia	Lesistość	Ukształt. terenu	Wskaźnik stopnia zróżnicowania cech nadleśnictwa
1,20	1,12	1,35	1,06	1,37	1,18	1,04	3,29

Wśród analizowanych cech najwyższą przeciętną wartość osiąga wskaźnik przeciętnej wielkości wydzielenia (1,37) i wskaźnik typu siedliskowego lasu (1,35), zaś najniższą – wskaźnik ukształtowania terenu (1,04). Pierwsze dwie cechy odgrywają największą rolę w stopniu zróżnicowania analizowanych cech nadleśnictw, zaś ukształtowanie terenu jest wskaźnikiem najmniej istotnym. Ogółem, przeciętny wskaźnik stopnia zróżnicowania cech nadleśnictwa wynosi 3,29.

Uzyskane wyniki i określenie stopnia zróżnicowania badanych cech nadleśnictw wraz z określeniem przeciętnych wartości tych cech, stanowią tło porównawcze dla szczegółowych analiz ekonomicznych różnych metod inwentaryzacji lasu.

1.4 Charakterystyka prac inwentaryzacji lasu

Szczegółowa analiza ekonomiczna obejmuje porównawcze określenie kosztowności prac, wchodzących w zakres poszczególnych metod inwentaryzacji, na tle całościowego procesu zbierania kompletnych danych, niezbędnych dla opracowania planu urządzenia lasu.

Zachowano przy tym klasyczny podział prac inwentaryzacyjnych na trzy etapy:

- a. prace przygotowawcze,
- b. prace pomiarowe,
- c. prace kameralne.

W analizie posłużono się względną jednostką przeliczeniową – wartością tych prac, przypadającą na 1 000 ha powierzchni gruntów administrowanych przez nadleśnictwo. W ten sposób możliwe jest odniesienie uzyskanych wyników do konkretnej powierzchni analizowanego obiektu. Dzięki przeprowadzonej wcześniej waloryzacji nadleśnictw i ustaleniu stopnia zróżnicowania cech, istotnych z punktu widzenia inwentaryzacji, istnieje także możliwość określenia kosztowności tych prac w dowolnym obiekcie (nadleśnictwie) w Polsce. Przeciętną wartość prac inwentaryzacji lasu określono na podstawie analizy danych rynkowych tych prac, wykonywanych w nadleśnictwach Lasów Państwowych w latach 2003 – 2008.

Ekonomiczne podstawy prac, związanych z wykorzystaniem zdalnych metod (lotniczy skaning laserowy, naziemny skaning laserowy, naziemne zdjęcia hemisferyczne) określono na podstawie wstępnych wyników, uzyskanych przez poszczególne zespoły badawcze, realizujące prace w ramach niniejszego projektu:

- prof. dr Barbara Koch, mgr inż. Krzysztof Stereńczak - lotniczy skaning laserowy,
- dr inż. Piotr Węzyk – naziemny skaning laserowy,
- dr inż. Paweł Strzeliński – naziemne zdjęcia hemisferyczne.

Analizę porównawczą wykonano na przykładzie Nadleśnictwa Milicz, położonego w północno-wschodniej części Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych we Wrocławiu. Obiekt ten prezentuje nieco wyższe do przeciętnych wartości cech, uznanych za istotne dla wykonania inwentaryzacji. W porównaniu z wartościami przeciętnymi, Nadleśnictwo Milicz wykazuje podobne cechy: struktury podklas wieku, składu gatunkowego, typów

siedliskowych lasu, występowania warstw podrostów i podszytów, a także ukształtowania terenu. Wyższe od przeciętnych są tu wskaźniki przeciętnej wielkości wydzielenia i lesistości w zasięgu terytorialnym nadleśnictwa (tab. V.3).

Tab. V.3. Przeciętne wartości cech, istotnych dla trudności wykonania prac inwentaryzacji lasu w Nadleśnictwie Milicz, RDLP Wrocław.

Podklasy wieku	Skład gat.	Typ siedl. lasu	Wyst. podrostów i podszytów	Przeciętna wielkość wydzielenia	Lesistość	Uksz. terenu	Wskaźnik stopnia zróżnicowania cech nadleśnictwa
1,2	1,1	1,3	1,1	1,6	1,3	1,0	3,9

Ogólna powierzchnia Nadleśnictwa Milicz wynosi około 26 348 ha, a liczba powierzchni próbnych, wytypowanych do przeprowadzenia inwentaryzacji zasobów drzewnych wynosi 2 680 (około 100 powierzchni próbnych na 1 000 ha) [Plan urządzenia lasu Nadleśnictwa Milicz 2006].

W przeprowadzonej analizie oparto się także na własnym, kilkunastoletnim doświadczeniu zawodowym w zakresie wykonywania zadań związanych z inwentaryzacją lasu i opracowywaniem planów urządzenia lasu. Wykorzystano tu także fakt znajomości analizowanego obiektu oraz osobistego uczestnictwa w pracach urzędniowych, prowadzonych na terenie Nadleśnictwa Milicz.

Znaczącą pomoc uzyskano także ze strony Biura Urządzania lasu i Geodezji Leśnej, Oddział w Brzegu, wykonującego od wielu lat planistyczne prace z zakresu urządzania lasu na terenie RDLP w Katowicach i Wrocławiu, w tym także z wykorzystaniem alternatywnych metod inwentaryzacyjnych.

a. Prace przygotowawcze

Pierwszy etap prac, związanych z inwentaryzacją, obejmuje przygotowanie materiałów pomocniczych, niezbędnych do realizacji kolejnych etapów. W skład tych prac wchodzi w szczególności następujące czynności:

1. pobranie i wstępna obróbka danych z zasobów SILP,
2. pobranie geodezyjnych danych ewidencyjnych, obrazujących stan posiadania inwentaryzowanego obiektu,

3. przygotowanie opisów taksacyjnych, w formie zapisu elektronicznego i wydruków, na podstawie danych pozyskanych z SILP, uwzględniających coroczne aktualizacje wykonane przez nadleśnictwo, wraz z wyszczególnieniem czynności zagospodarowania lasu, zrealizowanych w minionym okresie gospodarczym,
4. przygotowanie materiałów kartograficznych (mapy przeglądowe, mapy gospodarcze) w postaci wyplotów lub wydruków, a także w postaci zapisu elektronicznego, wraz z naniesioną siatką, oznaczającą miejsca lokalizacji powierzchni próbnych,
5. pozyskanie i przygotowanie innych istniejących materiałów, obrazujących dany obiekt, wykorzystywanych w pracach inwentaryzacyjnych w formie wydruków i w postaci zapisu elektronicznego,
6. przygotowanie innych materiałów, niezbędnych do wykonania pełnej inwentaryzacji urządzeniowej obiektu: literatura, istniejące materiały kartograficzne, archiwalia, dane pochodzące od poszczególnych „grup interesu”, takich jak: jednostki samorządu terytorialnego, służby konserwatorskie, straż pożarna, organizacje pozarządowe i inne.

Całość tych prac można podzielić na dwie grupy:

- prace bezpośrednio związane z taksacją i inwentaryzacją zasobów drzewnych (punkty od 1 do 5),

- prace pośrednio związane z taksacją i inwentaryzacją zasobów drzewnych, a służące przede wszystkim pełnej inwentaryzacji urządzeniowej obiektu (punkt 6).

Prace przygotowawcze mają w zasadzie podobny charakter, bez względu na zastosowaną metodę inwentaryzacji. Różnice między poszczególnymi metodami związane są z różnym zakresem zbieranych informacji.

b. Prace inwentaryzacyjne

W przeciwieństwie do czynności przygotowawczych, drugi etap prac – prace inwentaryzacyjne, różni się zasadniczo w zależności od zastosowanej metody inwentaryzacji.

Podstawowym celem tych prac jest określenie parametrów taksacyjnych całych drzewostanów i ich opis taksacyjny, jak również zebranie danych niezbędnych z punktu

widzenia opracowania pełnego planu urządzeniowego, obejmującego zarówno grunty administrowane przez nadleśnictwo, jak również grunty innych własności, lecz będące w zasięgu terytorialnym nadleśnictwa. Prace te odbywają się więc na dwóch poziomach: pojedynczego drzewostanu (wykonywane w klasycznej inwentaryzacji przez poszczególnych taksatorów) i całego nadleśnictwa (wykonywane przede wszystkim przez kierownika drużyny urządzania lasu, nadzorującego prace urządzeniowe).

Drugim, istotnym celem tych prac jest inwentaryzacja zasobów drzewnych, związana z dendrometrycznymi pomiarami na losowych powierzchniach próbnych.

Różna jest przydatność poszczególnych sposobów inwentaryzacji do określenia niektórych parametrów taksacyjnych drzewostanów, zwłaszcza mających charakter parametrów jakościowych. Wątpliwość budzi możliwość określenia takich cech jak: stopień i główna przyczyna uszkodzenia drzewostanu oraz określenie jakości hodowlanej lub technicznej drzewostanów za pomocą lotniczego skaningu laserowego.

Trudny do określenia za pomocą wszystkich metod geomatycznych jest także skład gatunkowy młodych, kilkuletnich upraw podokapowych i na powierzchniach otwartych, rosnących na żyznych siedliskach, z zachwaszczoną lub zdziczałą pokrywą runa.

W takich wypadkach konieczne wydaje się uzupełnienie inwentaryzacji, wykonanych metodami zdalnymi, klasyczną inwentaryzacją wzrokową.

Inwentaryzacyjne, laserowe metody naziemne (skaningu laserowego i zdjęcia hemisferyczne) muszą być z kolei wspomagane klasyczną inwentaryzacją wzrokową, zwłaszcza w takich czynnościach jak:

- oznaczenie przebiegu granic wydzieleń,
- oznaczenie przebiegu i określenie szerokości elementów liniowych,
- ustalenie lokalizacji i powierzchni wydzieleń nieliterowanych (luki, kępy, gniazda itp.),
- ustalenie rodzaju i lokalizacji niektórych osobliwości przyrodniczych, znajdujących się w granicach poszczególnych wydzieleń (na przykład płatów roślin chronionych i rzadkich),
- ustalenie parametrów taksacyjnych dla całych drzewostanów, a nie tylko dla tych ich fragmentów, które objęte są pomiarem inwentaryzacyjnym (zwarcie i zagęszczenie całego drzewostanu, skład gatunkowy całego drzewostanu).

W odniesieniu do inwentaryzacji pozostałych elementów, niezbędnych w kontekście zebrania pełnych danych inwentaryzacyjnych, charakteryzujących cały obiekt, prace oparte na powietrznych metodach zdalnych (lotniczy skaning laserowy), wykazują największą przydatność. Jednak także ich wykorzystanie natrafia na trudności w przypadku inwentaryzacji:

- niektórych elementów zagospodarowania turystyczno-rekreacyjnego (szlaki turystyczne, drogi rowerowe, ścieżki edukacyjne),
- niektórych elementów infrastruktury technicznej (słupki podziału powierzchniowego).

Pozostałe zdalne metody laserowe powinny być wspomagane inwentaryzacją wzrokową, głównie przy:

- inwentaryzacji pozostałych elementów infrastruktury technicznej (przepusty, mosty itp.),
- inwentaryzacji elementów zagospodarowania przeciwpożarowego (hydranty, punkty czerpania wody),
- inwentaryzacji urządzeń łowieckich (ambony, lizawki, paśniki, karmiki itp.),
- inwentaryzacji pozostałych elementów zagospodarowania turystyczno-rekreacyjnego (miejsca postoju, parkingi, miejsca wypoczynku itp.).

Prace, których głównym celem jest inwentaryzacja zasobów drzewnych, stanowią integralne, oddzielne metody, które z założenia nie powinny się wzajemnie uzupełniać i wspomagać. Każda z tych metod docelowo stanowić ma samodzielny, niezależny sposób inwentaryzacji. Zasadniczą kwestią wymagającą rozstrzygnięcia, z punktu widzenia zastosowania różnych metod inwentaryzacyjnych, jest ustalenie ich dokładności interpretacyjnej, a co się z tym wiąże określenie minimalnej liczby powierzchni próbnych lub punktów, zapewniających przyjęty stopień dokładności. Liczba stanowisk pomiarowych, przypadająca na powierzchnię porównawczą, jest podstawowym elementem wpływającym na koszty wykonania tych prac. W świetle dotychczasowych doświadczeń zmienna ta jest najważniejszym czynnikiem, wpływającym na ich kosztocłonność [Będkowski K., Mikrut S. 2007; Miścicki S. 2000, 2007; Zasada M., Wencel A., Zawila-Niedźwiedzki T., Muloooly G., Strzeliński P. 2007]. Z punktu widzenia niniejszej analizy, do zestawień porównawczych wzięto koszty inwentaryzacji zasobów drzewnych, zapewniające zbliżoną jak przy zastosowaniu metody klasycznej dokładność wyników dla obrębu leśnego, jako podstawowej jednostki regulacyjnej.

c. Prace kameralne

Głównym celem kameralnych prac inwentaryzacyjnych jest przetworzenie danych zebranych w trakcie terenowych prac pomiarowych, na potrzeby opracowania planistycznego, jakim jest plan urządzenia lasu. Prace te przebiegają niezależnie we wszystkich analizowanych metodach inwentaryzacyjnych, co związane jest przede wszystkim z niezależnością poszczególnych metod inwentaryzacji zasobów drzewnych.

Drugim, istotnym celem tych prac jest udostępnienie uzyskanych wyników i zgromadzonych danych do opracowywanego planu urządzenia lasu i zasobów SILP. Realizacja tego zadania jest w zasadzie podobna w swoim zakresie, bez względu na przyjętą metodę inwentaryzacji, a jej finalnym efektem jest opracowanie wielopostaciowego dokumentu planu urządzenia lasu, zgodnego z obowiązującymi aktami prawnymi.

1.5 Porównanie kosztów stosowania różnych metod inwentaryzacji lasu

a. Klasyczna metoda inwentaryzacji lasu

Punktem odniesienia dla analizy porównawczej jest koszt wykonania planu urządzenia lasu w sposób zgodny z obowiązującymi aktami prawnymi, klasyczną metodą inwentaryzacji lasu, stosowaną powszechnie przez oddziały Biura Urządzania lasu i Geodezji Leśnej. Upublicznione, jawne informacje, dotyczące wartości tych prac w odniesieniu do nadleśnictw Lasów Państwowych, dostępne są w archiwach: Biuletynu Informacji Publicznej [www.bip.pl], Urzędu Zamówień Publicznych [www.portal.uzp.gov.pl], czy też w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej [www.ted.europa.eu]. Analiza wartości robót urządzeniowych z lat 2003 - 2008, z uwzględnieniem czynnika inflacji, wskazuje na przeciętną wartość tych prac około **42 zł/1ha brutto**. Kwota ta odnosi się przy tym do powierzchni gruntów, administrowanych przez nadleśnictwo. Przeliczając tę przeciętną wartość na powierzchnię Nadleśnictwa Milicz (26 348 ha) uzyskuje się kwotę około 1 107 000 zł, jako szacunkową kwotę bazową dla wykonania tych prac w nadleśnictwie, o zbliżonym do przeciętnego stopniu trudności. W przeliczeniu na przyjętą jednostkę porównawczą (1 000 ha), realna wartość tych prac wynosi około **42 000 zł brutto/1 000 ha**.

W nawiązaniu do podziału prac inwentaryzacji lasu na: przygotowawcze, terenowe (pomiarowe) i kameralne, w praktyce zarysowuje się orientacyjny, szacunkowy rozdział kosztów wykonania tych prac, w którym około 10% przypada na prace przygotowawcze, około 55% - na prace terenowe i około 35% na prace kameralne. Odpowiednio, z bazowej kwoty szacunkowej wynoszącej 42 000 zł/1 000 ha:

- **4 200 zł/1 000 ha** przypada na prace przygotowawcze,
- **23 100 zł/1 000 ha** – na terenowe prace inwentaryzacyjne,
- **14 700 zł/1 000 ha** – na wynikowe prace kameralne.

W ramach prac przygotowawczych, na prace bezpośrednio związane z taksacją i inwentaryzacją zasobów drzewnych przypada około 60% całej kwoty z prac przygotowawczych, to jest około 2 520 zł/1 000 ha, zaś na prace pośrednio związane z tymi czynnościami – 40%, to jest około 1 680 zł/1 000 ha.

Prace terenowe obejmują najszerszy i najbardziej czasochłonny zakres robót, dodatkowo uzależniony od czynników losowych, w tym także czynników klimatycznych. Szacunkowy rozdział kwoty, przeznaczonej na prace terenowe, przedstawia się następująco:

- około 55% kwoty przeznaczonej na te prace przypada na sporządzenie opisu taksacyjnego drzewostanów, wraz z zebraniem niezbędnych informacji, dotyczących innych elementów składających się na inwentaryzację lasu (55% z 23 100 zł/1 000 ha = 12 705 zł/ 1000 ha),

- około 20% przypada na czynności, związane z inwentaryzacją elementów, składających się na plan urządzania lasu, będących w zasięgu terytorialnym nadleśnictwa, a także na czynności kontrolne i koordynacyjne (20% z 23 100 zł/1 000 ha = 4 620 zł/ 1000 ha),

- około 25% przypada na inwentaryzację zasobów drzewnych z wykorzystaniem powierzchni próbnych (25% z 23 100 zł/1 000 ha = 5 775 zł/ 1000 ha).

Podział ostatniego etapu prac inwentaryzacji lasu – prac kameralnych, związany jest z ich podziałem na:

- prace polegające na zgromadzeniu i przetworzeniu danych, zebranych w toku poprzednich etapów prac, oraz na analizie otrzymanych wyników, na które przypada około 80% wartości prac kameralnych (80% z 14 700 zł/1 000 ha = 11 760 zł/1 000 ha),

- prace zakończeniowe, polegające na udostępnieniu uzyskanych wyników, na które przypada 20% wartości prac kameralnych (20% z 14 700 zł/1 000 ha = 2 940 zł/1 000 ha).

b. Zdalne metody inwentaryzacji

Schemat przebiegu prac przygotowawczych jest dość zbliżony we wszystkich analizowanych metodach, różny jest natomiast zakres tych prac, co wynika ze specyfiki poszczególnych metod. Ogólnie można stwierdzić, że różnice te uwidaczniają się w punkcie 5 tych prac, polegającym na zebraniu i przetworzeniu materiałów, obrazujących dany obiekt,

takich jak: ortofotomapa, numeryczny model terenu, numeryczny model pokrycia terenu i wysokościowy model koron, wykorzystywane w pracach inwentaryzacyjnych. Zgromadzenie tych materiałów i ich przygotowawcza obróbka dotyczy więc metody lotniczego skaningu laserowego, znacznie podwyższając koszty prac przygotowawczych. Z drugiej strony, obniżeniu podlegają koszty, związane z wydrukiem i wyplotem materiałów kartograficznych, gdyż całość zapisu odbywa się w tej metodzie z wykorzystaniem nośników elektronicznych. Koszt wykonania ortofotomapy wysokiej rozdzielczości wraz z NMT i NMPT dla obrębu Milicz (8 200 ha) wyniósł około 180 000 zł brutto, co w przeliczeniu daje kwotę około 22 000 zł/1 000 ha. Obecnie koszt wykonania całego zestawu produktów końcowych (zdjęć cyfrowych wraz z ortofotomapą oraz skanowania LIDARem lotniczym wraz z NMT i NMPT) waha się w granicach od 9 000 zł/1 000 ha przy powierzchni 50 000 ha do nawet 7 000 zł/1 000 ha przy powierzchni 200 000 ha. Przy powyższej kalkulacji założono podobne parametry technologiczne jak podczas badań na poligonie w Miliczu więc min. 4 pkt/m² w przypadku skaningu lotniczego i piksel 15 cm w przypadku ortofotomapy ze zdjęć cyfrowych w kanałach R, G, B i CIR. Przy wyborze metody skaningu lotniczego wraz z ortofotomapą, jako technologii zalecanej w pracach urzędniowych, należałoby przyjąć, że poszczególne dyrekcje regionalne organizować będą przetargi dla wszystkich nadleśnictw w swoim zasięgu co znacznie obniżyłoby koszty jednostkowe. Mając na uwadze liczbę firm zajmujących się skanowaniem lotniczym w kraju i zagranicą, można by przeprowadzać rocznie tylko 4-5 przetargów dla wszystkich urządzanych nadleśnictw – rozwiązanie takie pozwoliłoby sprowadzić cenę prac do 6-7 zł/ha.

Z kolei przeciętne, rynkowe koszty stworzenia samej ortofotomapy średniej rozdzielczości wahają się obecnie od 1-3 zł/1 ha (1000 – 3000 zł/1 000 ha). Dla potrzeb analizy porównawczej wzięto pod uwagę koszt wykonania takiego materiału, który zapewni wystarczającą jakość interpretacyjną wyników.

Koszty prac przygotowawczych metod naziemnych pozostają bez zmian, w stosunku do metody tradycyjnej.

Prace inwentaryzacyjne, wykonywane z zastosowaniem alternatywnych, zdalnych metod geomatycznych, znacznie odbiegają od przyjętego, standardowego zakresu tych prac. Mimo znaczącego doskonalenia tych metod, niezbędne wydaje się uzupełnienie inwentaryzacji wykonanej z ich pomocą, poprzez klasyczną (wzrokową) inwentaryzację wzrokową. Konieczność uzupełnienia danych określonych za pomocą tych metod dotyczy przypadków opisanych wcześniej, w rozdziale 3.b. Do ustalenia jednak pozostaje zakres i rozmiar tych uzupełnień. Należy przyjąć, że ustalenie niezbędnej liczby powierzchni próbnych np. dla metody skaningu lotniczego będzie miało decydujące znaczenie dla

kosztocłonności samej metody. Mając na uwadze wyniki badań przeprowadzonych w Miliczu oraz na innych poligonach w Europie można optymistycznie założyć, że w jednopiętrowych drzewostanach iglastych liczbę powierzchni próbnych będzie można zmniejszyć do 5 – 15 % obecnie wykonywanych.

Lotnicza metoda inwentaryzacji, oparta na wysokorozdzielczym materiale wyjściowym, umożliwia zebranie danych inwentaryzacyjnych, charakteryzujących się dużą przydatnością interpretacyjną. W znacznej mierze zaspokaja potrzeby związane z opisem taksacyjnym drzewostanów, choć wymaga uzupełniających lustracji terenowych. Metoda ta nie stanowi więc kompletnego i niezależnego sposobu terenowych prac inwentaryzacyjnych. Stosowana jednak łącznie z ograniczoną w znacznym stopniu metodą lustracji terenowej wydaje się być optymalnym rozwiązaniem. Trudno dzisiaj określić czasocłonność automatycznej interpretacji parametrów taksacyjnych drzewostanów, ponieważ wciąż brak jest odpowiednich algorytmów, szczególnie dla gatunków liściastych. Obserwując jednak postęp ostatnich lat, wydaje się, że najbliższe trzy lata dadzą nam ostateczną odpowiedź na pytanie, które gatunki da się rozpoznać i opisać metodami zdalnymi. Warto podkreślić również, że rosnące koszty osobowe oraz malejące koszty skaningu mogą nie pozostawić nam wyboru co do wykorzystywanych metod inwentaryzacji w najbliższym czasie.

Wykonanie inwentaryzacyjnych prac terenowych z zastosowaniem technik naziemnych (naziemny skaning laserowy i naziemne zdjęcia hemisferyczne) różni się od metody klasycznej inwentaryzacji w zasadzie na etapie inwentaryzacji zasobów drzewnych. Jeśli przyjąć za punkt wyjścia dokładność, jaką prezentuje metoda klasyczna, konieczne staje się dostosowanie do niej dokładności technik geomatycznych. Jak już wspomniano wcześniej, podstawowym czynnikiem mającym wpływ na dokładność uzyskiwanych wyników ma liczba powierzchni próbnych przypadająca na jednostkę kontrolną. Ogólna liczba powierzchni próbnych kołowych, jaką wyznaczono losowo w Nadleśnictwie Milicz, w ramach inwentaryzacji zasobów drzewnych, wynosi 2 680 (około 100 powierzchni próbnych na 1 000 ha). Zgodnie z przyjętym kosztorysem, koszt założenia 1 powierzchni wynosi około 58 zł. Przeciętna liczba powierzchni, jaką wykonuje jedna osoba w ciągu jednego dnia wynosi przeciętnie 9 powierzchni. Tymczasem dane, pochodzące z pomiarów testowych, z zastosowaniem naziemnych technik geomatycznych wskazują, że czas niezbędny do wykonania jednego zdjęcia hemisferycznego wynosi około 30-40 minut. Ponadto metoda ta może być stosowana wyłącznie w optymalnych warunkach pogodowych. Przeciętną wydajność stosowania tej metody można określić na przeciętnie 6 powierzchni / 1 osobę / 1 dzień. Metoda ta charakteryzuje się więc około 33% spadkiem wydajności, w porównaniu z metodą klasyczną, co można zinterpretować w analizie ekonomicznej jako zwiększenie

kosztów wykonania tych prac o około 20-40 % [Strzeliński 2007]. Z kolei metoda laserowego skaningu naziemnego umożliwia wykonanie większej, niż w metodzie hemisferycznej, liczby pomiarów na powierzchniach próbnych. Przeciętna liczba pomiarów, wykonanych w wariacie czterech skanów ze środkowym, odpowiada orientacyjnie ośmiu powierzchniom kołowym, wykonanym w klasycznej metodzie inwentaryzacji [Wężyk 2006]. Koszty wykonania tych prac za pomocą dwóch analizowanych metod są więc zbliżone.

Koszty wykonania kameralnych prac wynikowych, pochodzących ze zdalnych pomiarów, są znacznie wyższe od kosztów analogicznych prac, wykonanych metodami klasycznymi. Wiąże się to z koniecznością przeprowadzenia skomplikowanych analiz interpretacyjnych uzyskanych wyników. Na podstawie dostępnych danych [Strzeliński 2007; Wężyk 2006], można przyjąć że czasochłonność, a co za tym idzie, także kosztochłonność w przypadku obróbki zdjęć hemisferycznych wzrasta o około 80-100%, zaś w przypadku skaningu naziemnego – nawet o około 100-150%. Podobnie kosztochłonność prac kameralnych analizy wyników lotniczego skaningu laserowego wzrasta orientacyjnie o około 100-150%.

Porównawczy schemat kosztorysowy wykonanej analizy zamieszczono w tabeli V.4.

Tab. V.4. Ramowy schemat kosztorysowy porównania kosztów wykonania prac inwentaryzacji lasu z zastosowaniem klasycznej i zdalnych metod.

Etap i zakres prac	Metody inwentaryzacji lasu											
	Klasyczna metoda inwentaryzacji			Lotniczy skaniny laserowy			Naziemny skaniny laserowy			Naziemne zdjęcia hemisferyczne		
	[zł/1000ha]	%	uwagi	[zł/1000ha]	%	uwagi	[zł/1000ha]	%	uwagi	[zł/1000ha]	%	uwagi
1. Prace przygotowawcze - razem	4 200	10		6 400	15		4 200	7		4 200	8	
a. bezpośrednio związane z inwentaryzacją zasobów drzewnych	2 520	6		5 000	12	wykonanie ortofotomapy, NMT i NMPT	2 520	4	bez zmian w stosunku do metody klasycznej	2 520	5	bez zmian w stosunku do metody klasycznej
b. pośrednio związane z inwentaryzacją zasobów drzewnych, a służące przede wszystkim pełnej inwentaryzacji urządzeniowej obiektu	1 680	4		1 400	3	20 % zmniejszenie kosztów w stosunku do metody klasycznej	1 680	3	bez zmian w stosunku do metody klasycznej	1 680	3	bez zmian w stosunku do metody klasycznej
2. Inwentaryzacyjne prace pomiarowe - razem	23 100	55		11 887	28		23 100	41		25 006	46	
a. opis taksacyjny drzewostanów	12 705	30		6 500	16	50% zmniejszenie kosztów w stosunku do metody klasycznej	12 705	22	bez zmian w stosunku do metody klasycznej	12 705	23	bez zmian w stosunku do metody klasycznej
b. inwentaryzacja pozostałych elementów, służąca zebraniu pełnych danych inwentaryzacyjnych	4 620	11		2 500	6	20% - 40% zmniejszenie kosztów w stosunku do metody klasycznej	4 620	8	bez zmian w stosunku do metody klasycznej	4 620	8	bez zmian w stosunku do metody klasycznej
c. inwentaryzacja zasobów drzewnych	5 775	14	58 zł / 1 pow.	2 887	7	50% - 60% zmniejszenie kosztów w stosunku do metody klasycznej	5 775	10	bez zmian w stosunku do metody klasycznej	7 681	14	20% - 40% zwiększenie kosztów w stosunku do metody klasycznej
3. Prace kameralne - razem	14 700	35		23 520	56		29 400	52		25 284	46	
a. zgromadzenie, przetworzenie i analiza danych	11 760	28		20 580	49	50% - 100% zwiększenie kosztów w stosunku do metody klasycznej	26 460	47	100% - 150% zwiększenie kosztów w stosunku do metody klasycznej	22 344	41	80% - 100% zwiększenie kosztów w stosunku do metody klasycznej
b. prace zakończeniowe i udostępnienie danych do zasobów SILP	2 940	7		2 940	7	bez zmian w stosunku do metody klasycznej	2 940	5	bez zmian w stosunku do metody klasycznej	2 940	5	bez zmian w stosunku do metody klasycznej
OGÓŁEM:	42 000	100		41 807	100		56 700	100		54 490	100	

1.6 Podsumowanie i wnioski

- Ekonomiczna analiza porównawcza wybranych zdalnych metod w inwentaryzacji lasu, z metodą klasyczną, wskazuje na znaczne zróżnicowanie kosztów wykonania tych prac. Najbardziej kosztochłonną metodą inwentaryzacji lasu okazała się metoda naziemnego skaningu laserowego. Metoda skaningu lotniczego charakteryzuje się najwyższym wśród wszystkich metod kosztem prac przygotowawczych, sięgających około 17 % całości robót. Na prace te składa się przede wszystkim wykonanie wysokorozdzielczych materiałów wyjściowych (ortofotomapa, NMT, NMPT). Ostateczny koszt metody skaningu lotniczego przy założeniu, że prace będą wykonywane w ramach jednego przetargu dla kilku nadleśnictw jest mniejszy (przy obecnym stanie wiedzy) od metody klasycznej.
- Pomimo tego, że analiza powinna odnosić się wyłącznie do kosztów samego urządzania lasu nie sposób pominąć dodatkowych informacji jakie niosą ze sobą wszystkie metody zdalne. Wydaje się przy tym, że najcenniejsza w codziennej pracy nadleśnictwa jest metoda skaningu lotniczego. Kompleksowa informacja o terenie a szczególnie NMT i NMPT (wraz z możliwością ich dowolnego kształtowania) jest nieoceniona w wielu analizach gospodarczych a co za tym idzie pozwala wybrać najtańszą opcję osiągnięcia celu. Wiele spośród możliwych zastosowań, sprawdziło się doskonale w zwykłych pracach Nadleśnictwa Świeradów, choć jak szacują tamtejsi leśnicy, jest to zaledwie 5% tego, co jeszcze można osiągnąć.
- Skanining lotniczy w pracach urządzeniowych powinien być stosowany łącznie ze zdjęciami cyfrowymi. Rozwiązanie takie ułatwia nie tylko identyfikację gatunków, ale też bardzo mocno upraszcza regulację granic przy pracach geodezyjnych.
- Wciąż wysokie są koszty opracowywania wyników z metod zdalnych, szczególnie z LIDARa lotniczego na skutek braku odpowiednich algorytmów. Należy dołożyć wszelkich starań by jak najszybciej opracować odpowiednie metody szacowania parametrów urządzeniowych drzewostanów w tym szczególnie gatunków liściastych.
- Koszty obu analizowanych, zdalnych metod naziemnych (skanining laserowy, zdjęcia hemisferyczne) okazały się wyższe o około 20% od metody lotniczej. Mimo niższych kosztów prac przygotowawczych, charakteryzują się one

wyższymi kosztami pomiarowych prac terenowych, przy zbliżonym poziomie prac kameralnych.

- Najtańszą metodą inwentaryzacji lasu jest metoda klasyczna. Spośród wszystkich analizowanych metod charakteryzuje się ona najwyższymi kosztami prac pomiarowych oraz najniższymi kosztami prac kameralnych.
- Z punktu widzenia praktycznego wykorzystania tych metod w pracach związanych z opracowywaniem planu urządzenia lasu, najbardziej racjonalne wydaje się zastosowanie metody kombinowanej, bazującej na skaningu lotniczym i zdjęciach cyfrowych, uzupełnionych wybranymi elementami pochodzącymi z innych metod. Metoda ta polega na wyborze i implementacji najbardziej korzystnych sposobów inwentaryzacji lasu, w kolejnych etapach tych prac. Wyboru metody należy dokonać w oparciu zarówno o przesłanki ekonomiczne, związane z kosztownością ich stosowania, jak również ze względu na oczekiwaną dokładność pomiarów inwentaryzacyjnych.
- Wyniki uzyskane we względnej jednostce porównawczej (zł/1 000 ha), wzbogacone o waloryzację stopnia trudności nadleśnictw, umożliwiają określenie przybliżonych kosztów wykonania prac inwentaryzacyjnych różnymi metodami w dowolnym rejonie Polski.
- Powszechne wykorzystanie zdalnych metod pomiaru obiektów wraz z ciągle rozwijanymi bazami danych w każdym nadleśnictwie, zawierającymi niekiedy setki informacji o pojedynczym wydzieleniu i coraz dokładniejsze urządzenia pomiarowe (w zasobach nadleśnictw) zmuszają do zastanowienia się nad rolą urządzenia lasu w dzisiejszym leśnictwie. Nasuwa się pytanie czy w ogóle należy porównywać wyżej rozpatrywane metody z klasycznym urządzeniem lasu, wykorzystując przy tym sztywne zasady ładu przestrzennego. Dzisiejsze technologie zawierają znacznie więcej informacji niż tylko pierśnica czy wysokość drzewa, patrzenie zatem na wyniki przez pryzmat starych dogmatów jest nie do końca uzasadnione.

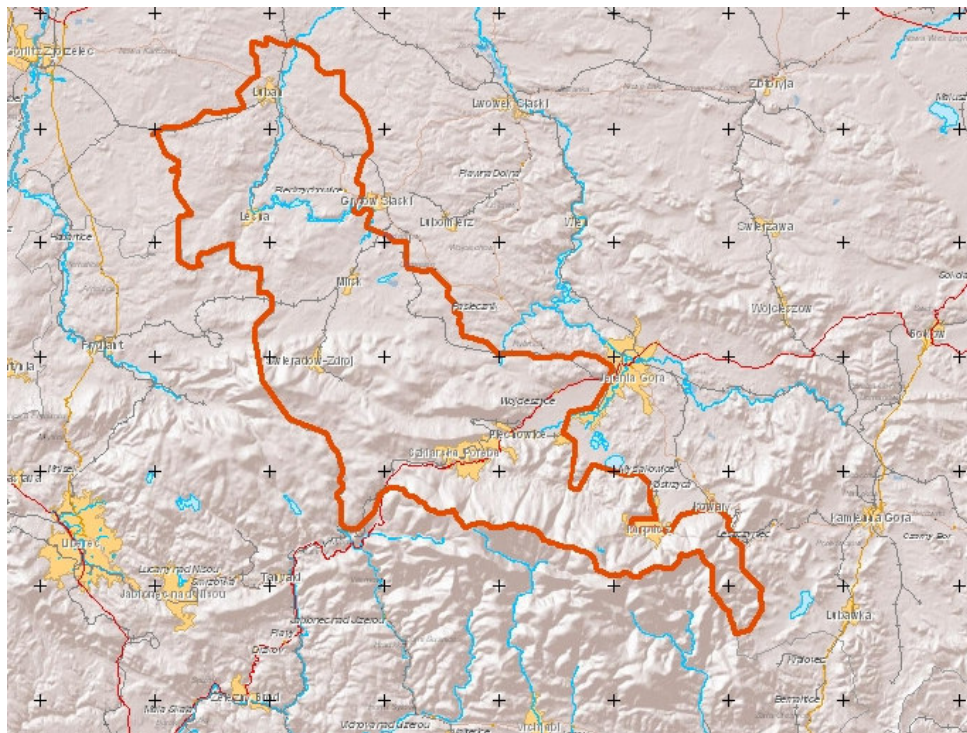
2. Nowoczesne technologie geomatyczne – praktyczne zastosowania na poziomie nadleśnictwa

2.1 Wstęp

Nowoczesne technologie geomatyczne wkraczają powoli w każdą dziedzinę naszego życia, utrwalając z coraz większą precyzją otaczający nas świat. Terabajty danych opisujących środowisko przekładają się na milimetrowe dokładności tworzonych modeli, które śmiało mogą konkurować z realnym otoczeniem, zasługując w pełni na miano matrixa. Możliwości ich kształtowania ograniczone są jedynie wyobraźnią projektantów i mocą obliczeniową stosowanych komputerów (Davis 2004, Longley i in. 2006). Zwiększanie precyzji modeli środowiska nie jest jednak celem samym w sobie, jest tylko kolejnym krokiem do analiz, tworzonych przez miliardy operacji na krzemowych płytkach procesorów. Jak więc wykorzystać w codziennej pracy leśnika technologie, testowane jeszcze niedawno jedynie przez agencje kosmiczne, a obecnie coraz powszechniej dostępne dla wszelkich użytkowników? Próbą odpowiedzi na to pytanie jest poniższy rozdział dotyczący systemu informacji przestrzennej Sudetów Zachodnich.

2.2 Wykorzystane technologie

W latach 2006-2008, dzięki wsparciu finansowemu Unii Europejskiej w ramach programu Interreg IIIA, oraz dotacji z Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych, zbudowano zaawansowany system informacji przestrzennej dla Leśnego Kompleksu Promocyjnego Sudety Zachodnie. Powstał on m.in. na bazie lotniczego skaningu laserowego, cyfrowych zdjęć lotniczych oraz inwentaryzacji dróg metodą kartowania mobilnego (MMS – Mobile Mapping System). Projekt objął w większości górzysty i zalesiony obszar nadleśnictw Świeradów i Szklarska Poręba oraz dodatkowo Karkonoski Park Narodowy, a jego łączna powierzchnia wyniosła ok. 1000 km² (ryc. V.3).



Ryc. V.3. Obszar objęty systemem informacji przestrzennej LKP Sudety Zachodnie.

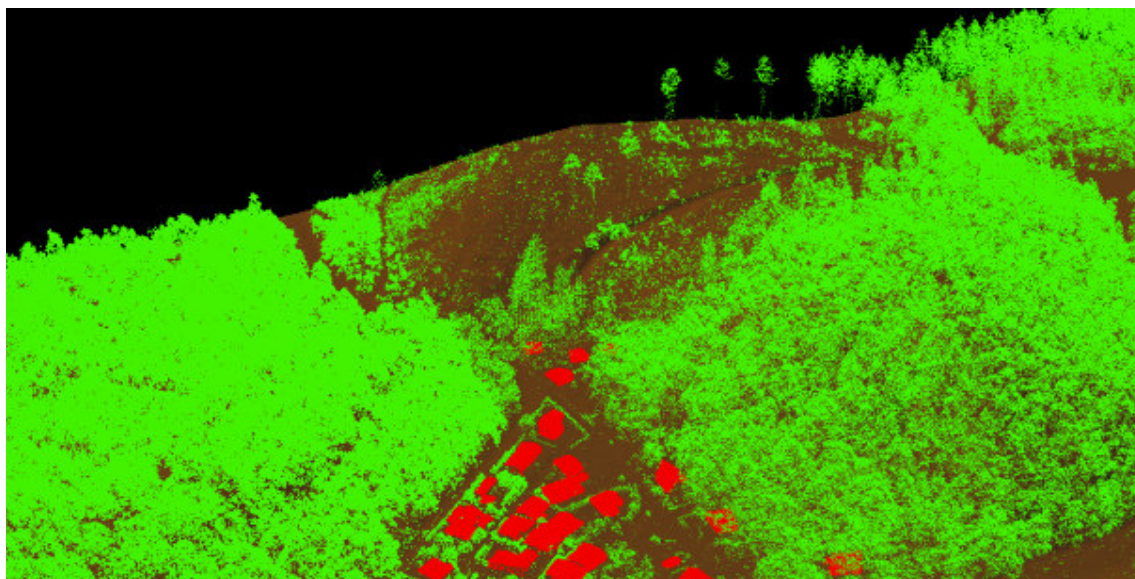
W ramach projektu wykonano 2926 zdjęć lotniczych barwnych (RGB) i taką samą liczbę zdjęć w podczerwieni (IR) o terenowej wielkości piksela wynoszącej 0,14 m. Do wykonania zdjęć zastosowano kamery UltraCamD i UltraCamX firmy Vexcel Microsoft umieszczone na pokładzie samolotu Cessna 404. Pokrycie podłużne w szeregach wynosiło 70%, a pokrycie poprzeczne pomiędzy szeregami 50%. W czasie wykonywania zdjęć rejestrowane były środki rzutów oraz wychylenia kamery za pomocą inercyjnego systemu nawigacyjnego Applanix 510. Wysoka dokładność określenia współrzędnych środków rzutów, wynosząca 0,10 m, oraz wykorzystanie pomierzonych parametrów wychyleń kamery pozwoliło na osiągnięcie wysokiej dokładności wyrównania aerotriangulacji, wynoszącej średnio 0,17 m dla współrzędnych X i Y oraz 0,25 m dla współrzędnej Z. Do wykonania aerotriangulacji wykorzystano 22 fotopunkty (Bałazy i in. 2008)

Skanowanie laserowe wykonano z gęstością 4 punktów na metr kwadratowy z pokładu samolotu Cessna 206 z zastosowaniem skanera laserowego ALTM 3100 firmy Optech. Szerokość skanowanego pasa wynosiła 430 m, a pokrycie poprzeczne pomiędzy szeregami 50%. Częstotliwość impulsów skanera wynosiła 100 tys. punktów na sekundę, a terenowa wielkość plamki promienia laserowego 0,21 m (ryc. V.4). Położenie skanera i jego wychylenia rejestrowane były (podobnie jak to miało miejsce z kamerą cyfrową) za pomocą inercyjnego systemu nawigacyjnego Applanix 510. Otrzymana w wyniku skanowania

laserowego chmura punktów zarejestrowana została w formacie binarnym LAS, w którym zapisana została również intensywność odbicia każdego impulsu.

Na obszarze opracowania założono 4 pola testowe usytuowane w Karpaczu, Szklarskiej Porębie, Mirsku i Lubaniu. Posłużyły one do obliczenia współrzędnych chmury punktów oraz oceny dokładności wyznaczenia współrzędnej Z. Odchyłki średnie na poszczególnych polach mieściły się w przedziale od 0,03 m do 0,15 m, odchylenia standardowe od 0,05 m do 0,07 m, a błędy średnie od 0,06 m do 0,22 m. Średni błąd określenia współrzędnej Z dla całego obszaru wyniósł 0,14 m (Bałazy i in. 2008).

Podczas wykonywania zdjęć lotniczych i skanowania laserowego prowadzone były obserwacje GPS na naziemnych punktach referencyjnych, które zostały wykorzystane do obliczenia współrzędnych środków rzutów zdjęć i współrzędnych chmury punktów.



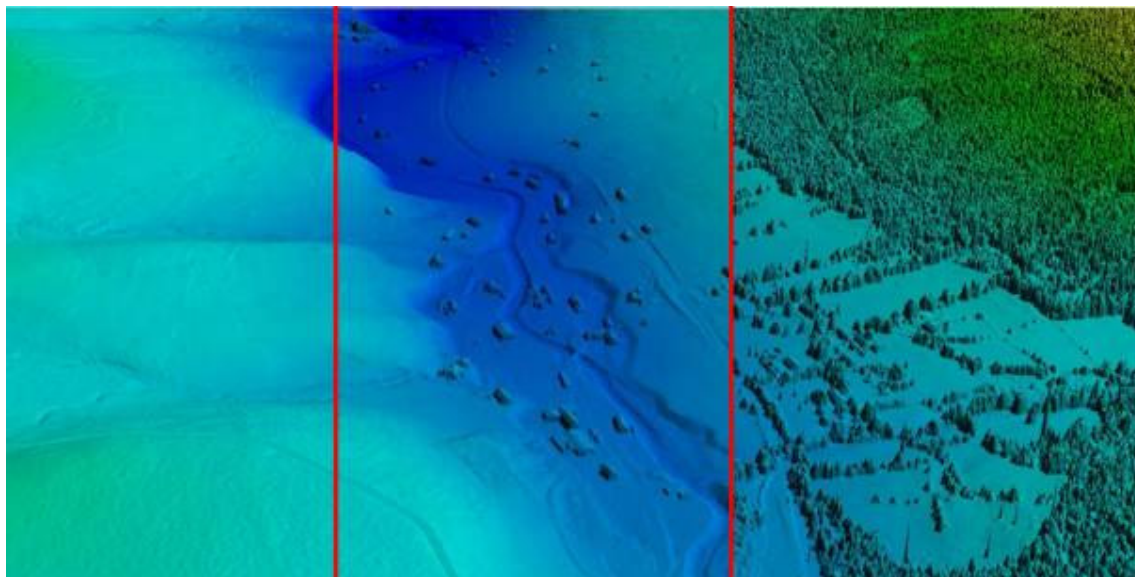
Ryc. V.4. Obraz przefiltrowanej chmury punktów z lotniczego skaningu laserowego – fragment uprzętniętej powierzchni pohuraganowej – widoczna klasyfikacja obiektowa: grunt (barwa brązowa), budynki (barwa czerwona) i roślinność (barwa zielona)

2.3 Opracowania finalne projektu

Na podstawie przetworzenia danych źródłowych wykonano następujące opracowania:

- Ortofotomapa barwna RGB o terenowej wielkości piksela równej 0,15 m w układzie współrzędnych 1992 i 2000.
- Ortofotomapa CIR o terenowej wielkości piksela równej 0,15 m w układzie współrzędnych 1992 i 2000.

- Numeryczny Model Terenu (NMT) w formacie LAS, ASCII i GRID w układzie współrzędnych 1992.
- Numeryczny Model Pokrycia Terenu (NMPT) w formacie LAS i ASCII w układzie współrzędnych 1992.
- Klasyfikacja obiektów z chmury punktów z podziałem na budynki i budowle oraz roślinność w formacie ASCII w układzie współrzędnych 1992 (ryc. V.5).



Ryc. V.5. Widoczne od lewej: model terenu (NMT), model terenu z klasą budynków, model terenu z klasą budynków i klasą roślinności (dolina Kwisy z zabudowaniami Świeradowa-Zdroju)

Do wykonania ortofotomapy wykorzystano numeryczny model terenu otrzymany z przetworzenia chmury punktów pochodzących ze skanowania laserowego, co pozwoliło na podniesienie dokładności ortofotomapy, zwłaszcza w terenach zalesionych, dla których opracowanie NMT metodą fotogrametrycznej obserwacji stereoskopowej jest mniej dokładne i niepełne. Ortofotomapę wykonano na podstawie ortoobrazów wygenerowanych z centralnych obszarów zdjęć, dzięki czemu przesunięcia radialne na budynkach i wysokich drzewach są niewielkie, a obraz ortofotomapy podobny do przetworzeń typu „true-ortho”, charakteryzujących się brakiem przesunięć radialnych na budynkach (fot. V.1).



Fot. V.1. Fragment drzewostanu i zabudowań Świeradowa-Zdroju na zdjęciu lotniczym w barwach rzeczywistych.

Ostatnią technologią zastosowaną w opisywanym projekcie był mobilny system kartowania MMS (Mobile Mapping System), obejmujący dokumentację fotograficzną dróg w formie cyfrowych zdjęć o pokryciu stereoskopowym (Choromański 2008), z interwałem wynoszącym co najmniej 8 m, o minimalnej rozdzielczości 1024x768 oraz szczegółową inwentaryzacją pasa drogowego wraz rejestracją trasy przejazdu przy pomocy DGPS.

Wykorzystane w obu nadleśnictwach technologie, pozwoliły m.in. na budowę modeli terenu z nałożoną informacją ze zdjęć lotniczych (ryc. V.6), które zachowują wszystkie cechy mapy, jak odwzorowanie kartograficzne czy skalowalność (Bałazy i in. 2008).



Ryc. V.6. Przykład numerycznego modelu powierzchni pokrycia terenu z nałożoną ortofotomapą (widoczna trasa nartostrady w trakcie budowy).

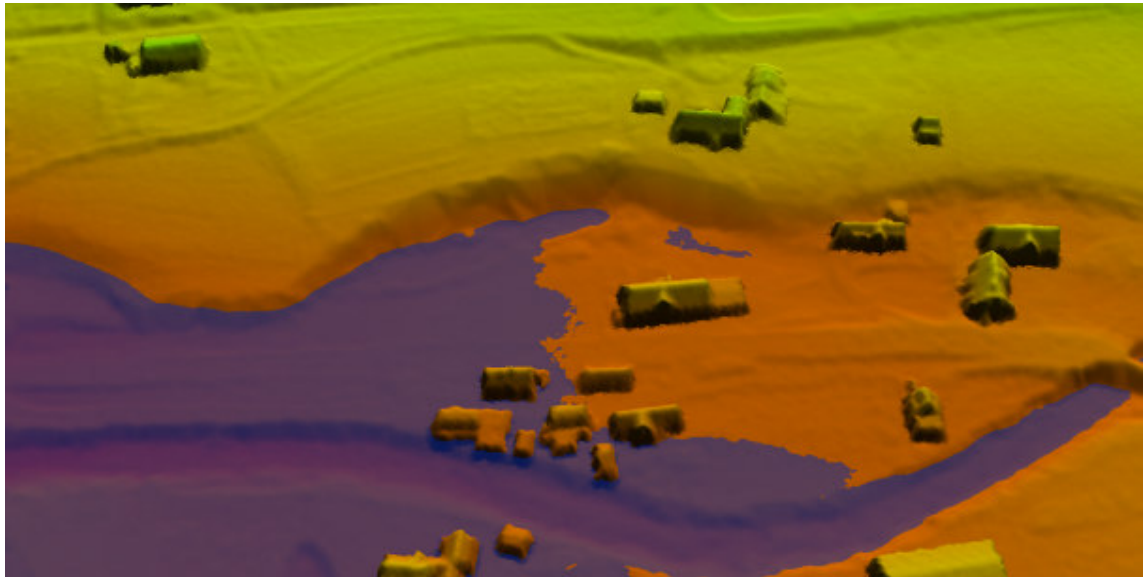
2.4 Przykłady analiz

Nowoczesne oprogramowanie GIS, bazujące na odpowiednio przygotowanych danych geometrycznych i opisowych, pozwala rozwiązać dowolny problem przestrzenny, angażując przy tym znacznie mniej kosztów, niż metody tradycyjne. Nie bez znaczenia jest również, zwykle bardzo krótki, czas tworzenia poszczególnych opracowań oraz ich dokładność. Przedstawione analizy z zakresu hydrologii, geologii, inżynierii drogowej i codziennej pracy leśnika są zaledwie ułamkiem możliwości nowoczesnych technik geomatycznych. Jako przykładowe, wybrano pięć różnych analiz:

1. Symulacja zalania fragmentu Świeradowa Zdroju oraz Mirska w dolinie Kwisy – terenu często nękanego przez powódzie.
2. Symulacja zalania szkółki leśnej w Nadleśnictwie Świeradów – analiza, której celem była próba odtworzenia sytuacji powodziowej z roku 2006, czyli zweryfikowanie dokładności i użyteczności wykorzystywanego modelu terenu.
3. Przykłady obliczeń inżynierskich na potrzeby projektowanej drogi.
4. Model przestrzenny nadajnika radio-telewizyjnego przy wyborze miejsca pod wieżę widokową
5. Obliczanie kubatury budynków ośrodka wypoczynkowego w Wieży.
6. Przykład wyboru lokalizacji pod plantację limbową.

Symulacja zalania fragmentu Świeradowa Zdroju oraz Mirska w dolinie Kwisy

Analizy hydrologiczne są zapewne jednymi z bardziej spektakularnych przykładów wykorzystania GIS-u w symulowaniu zjawisk wodnych, a w szczególności w sytuacjach klęskowych. Tereny górskie narażone są na jesienne i wiosenne wylewy rzek. Nie jest tu wyjątkiem również dolina Kwisy, która średnio co dwa lata objawia swą niszczycielską siłę. Właśnie na potrzeby przeciwdziałania powodziom powstały dwie proste symulacje przedstawiające fragment Świeradowa (ryc. V.7) oraz Mirska, szczególnie mocno dotkniętego powodzią w 2006 roku.



Ryc. V.7. Fragment NMT z klasą budynków przedstawiający rzekę Kwisę w górnych partiach Świeradowa-Zdroju

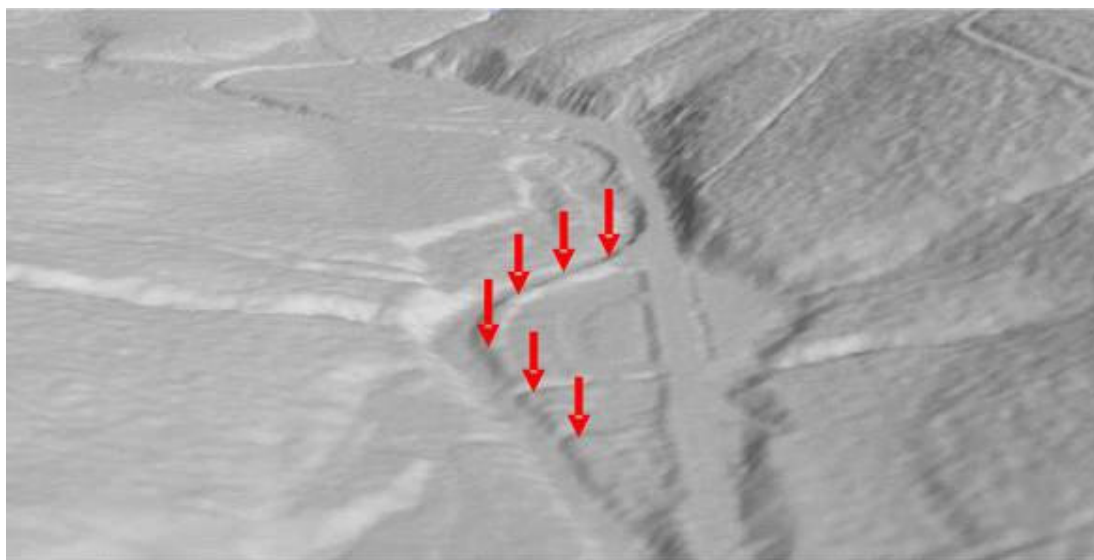
Numeryczny model terenu z klasą budynków pozwala dokładnie, bez informacji dodatkowych, wskazać zagrożone budynki. Tworzenie tego typu symulacji nie jest procesem czasochłonnym i może być prowadzone w trakcie akcji ratunkowych. Wizualizacje mogą również wskazywać słabe punkty wałów przeciwpowodziowych czy ukształtowania terenu przed ewentualnym zjawiskiem kłęskowym, czego przykładem mogą być analizy sporządzone dla Miasta Mirska. Dodatkowo, w tym przypadku wykorzystano modele fotorealistyczne, które szczególnie wiarygodnie są w stanie odwzorować sytuację powodziową (Ryc. V.8).



Ryc. V.8. Przykład symulacji zasięgu fali powodziowej na terenie Mirska (wysokość lustra wody 350 m n.p.m.).

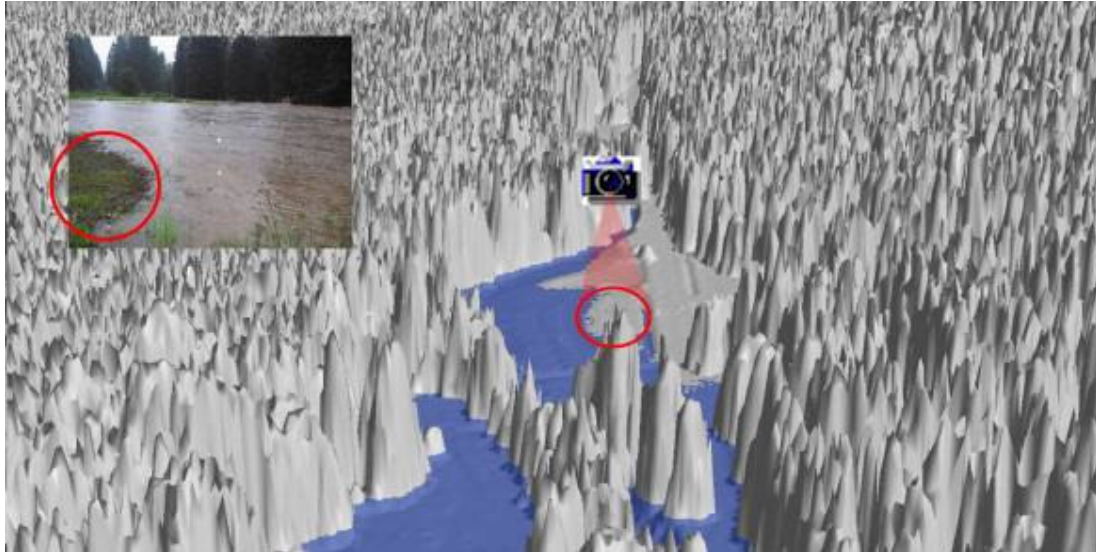
Symulacja zalania szkółki leśnej w Nadleśnictwie Świeradów

Drugą z przeprowadzonych symulacji była próba odtworzenia stanu wody, jaki miał miejsce na terenie szkółki leśnej podczas powodzi w sierpniu 2006 roku. Celem tej retrospektywnej analizy była ocena dokładności modelu terenu utworzonego na podstawie wyników lotniczego skaningu laserowego. Latem 2007 roku wybudowano wał przeciwpowodziowy (skaningu laserowego miał miejsce jesienią 2007), dlatego też proces symulacji rozpoczęto od usunięcia wału ziemnego z numerycznego modelu terenu (ryc. V.9) (Bałazy i in. 2008).

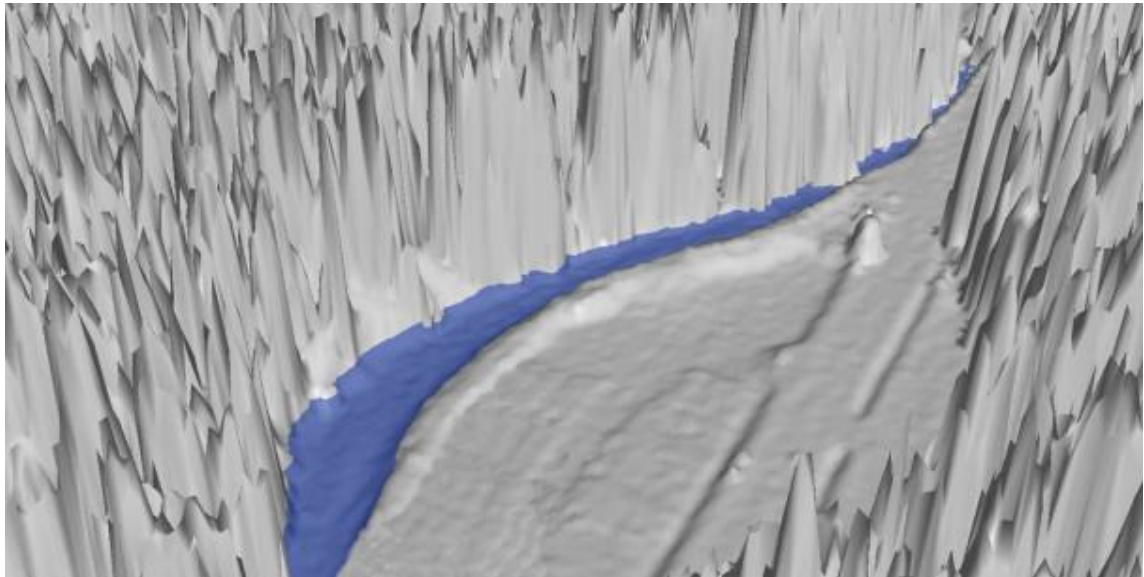


Ryc. V.9. Lokalizacja ziemnego wału przeciwpowodziowego wybudowanego latem 2007 roku.

Po korekcie terenu, dokonanego w celu odtworzenia stanu z roku 2006, dodano warstwę roślinności i „zalano” fragment szkółki leśnej „falą powodziową” starając się, by jej poziom odpowiadał stanowi faktycznemu. Do sprawdzenia dokładności symulacji wykorzystano archiwalne zdjęcie z 6 sierpnia 2006 roku i porównano sfotografowany obszar z wynikiem analizy (ryc. V.10) (Zawiła-Niedźwiecki i in. 2008). Dokładność odwzorowania jest wysoka. Już pobieżna ocena zalanego fragmentu pozwala sądzić, że dokładność modelu w tym miejscu była wyższa od zakładanych w specyfikacji (40 cm w osi x,y i 15 cm w osi z). Kolejną symulacją wykonaną dla terenu szkółki było ponowne przywrócenie istniejącego wału przeciwpowodziowego i podniesienie wody w Rzece Kwisie (ryc. V.11). Udowodniła ona, że wysokość wału zabezpiecza szkółkę przed falą powodziową.



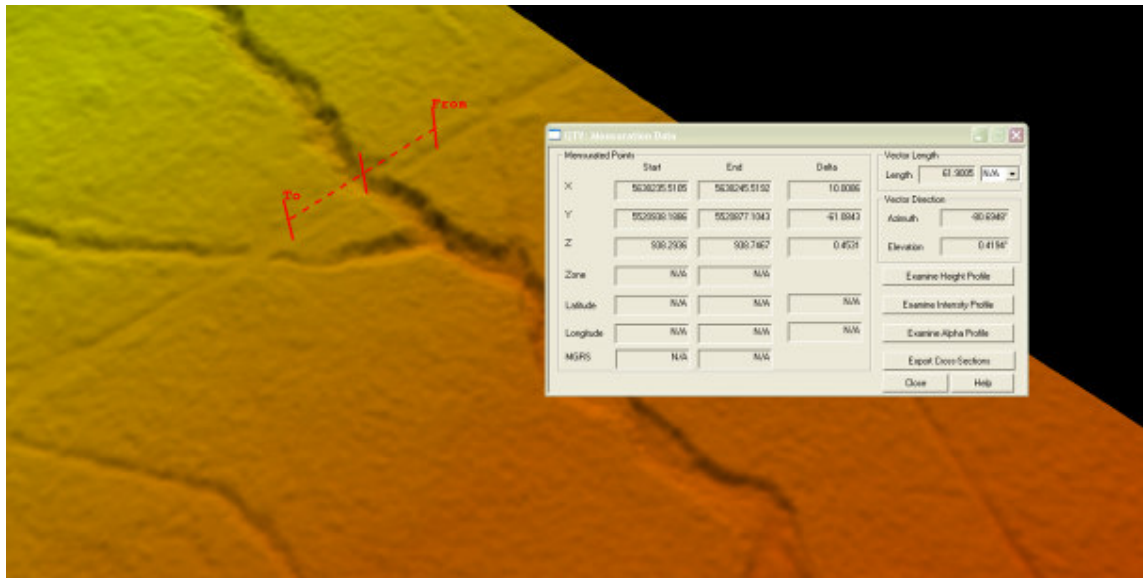
Ryc. V.10. Porównanie symulowanego na NMT stanu wody z jej poziomem zarejestrowanym na zdjęciu, wykonanym 6 sierpnia 2006 r.



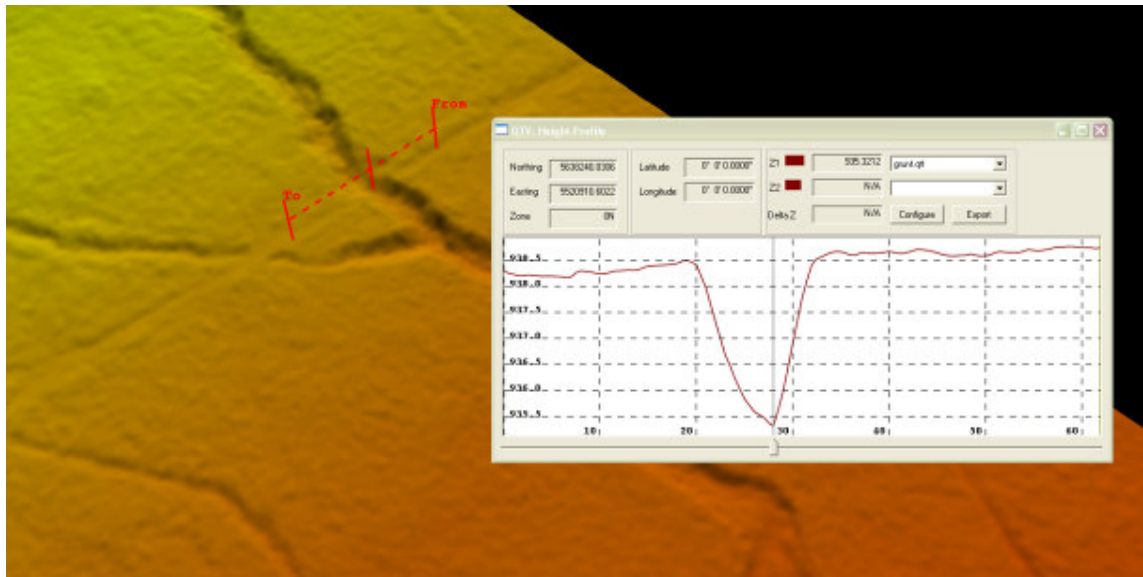
Ryc. V.11. Wykorzystanie NMT do weryfikacji prawidłowości wykonania wału przeciwpowodziowego. Prezentowany stan wody odpowiada jego poziomowi notowanemu 6 sierpnia 2006 r.

Przykłady obliczeń inżynierskich na potrzeby projektowanej drogi.

Kolejnym przykładem możliwych zastosowań dokładnych modeli terenu jest wstępna analiza fragmentu koryta potoku, która umożliwi oszacowanie skali przyszłych prac drogowych. Odpowiednie oprogramowanie komputerowe pozwala precyzyjnie obliczyć wysokość wszystkich punktów przekroju (w tym wypadku całość ok. 938 m n.p.m.) (ryc. V.12) oraz wykreślić sam przekrój koryta z dokładnością do kilku/kilkunastu centymetrów (ryc. V.13).



Ryc. V.12. Podstawowe parametry wytyczonego fragmentu terenu.

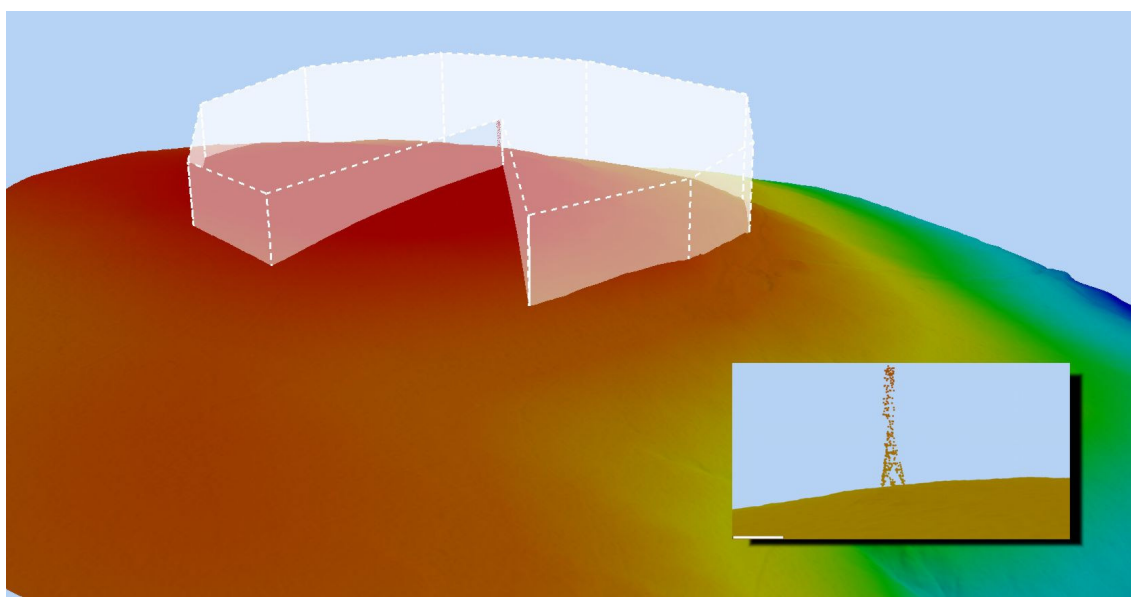


Ryc. V.13. Przekrój podłużny z widocznym ponad trzy metrowej głębokości korytem.

Warto podkreślić, że prezentowane modele można bez problemów eksportować np. do formatów CAD, szeroko wykorzystywanych przez architektów i inżynierów. Umożliwia to nie tylko prostą wymianę plików, ale przede wszystkim obniża znaczne koszty sporządzania pomiarów geodezyjnych.

Model przestrzenny nadajnika radio-telewizyjnego przy wyborze miejsca pod wieżę widokową

Modele przestrzenne w technologii 3D są z oczywistych względów znacznie bardziej czytelne dla człowieka, niż te w układzie kartezjańskim. Widać to szczególnie dobrze na ryc. V.14, która obrazuje analizę, jakiej poddano zasięg promieniowania pochodzącego z nadajnika radiowo-telewizyjnego w celu wyboru bezpiecznego miejsca pod budowę wieży widokowej. Nowoczesne metody wizualizacji umożliwiły uwzględnienie rozchodzenia się fal radiowych, ukształtowania terenu i wysokości projektowanej wieży p-poż na modelu przestrzennym. Efekt końcowy symulacji wskazuje w tym wypadku pole możliwych lokalizacji wieży, uwzględniając wszystkie wymienione zmienne.

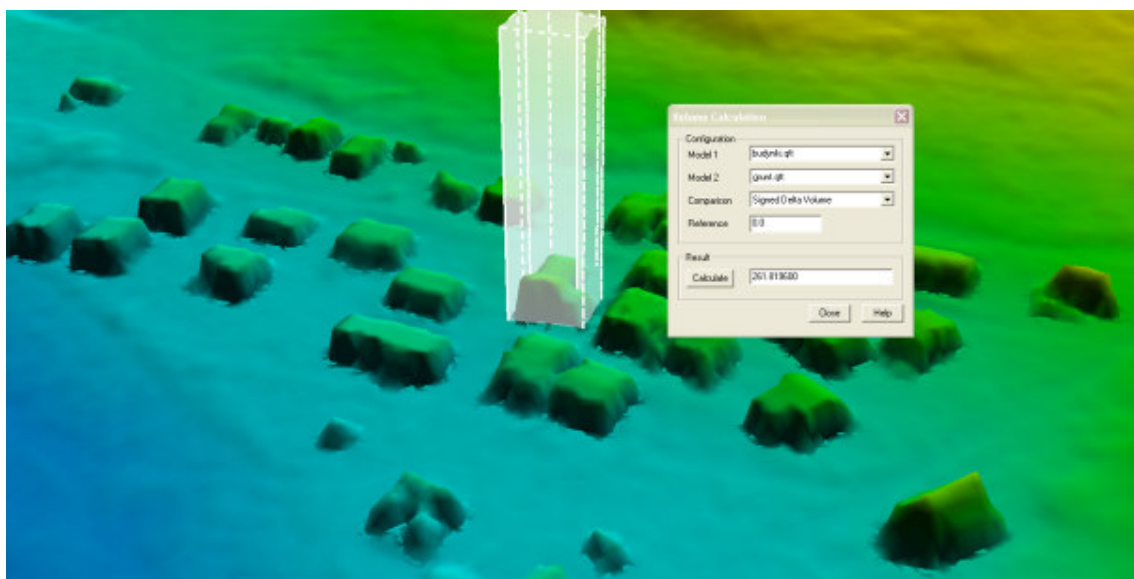


Ryc. V.14. Widok wieży widokowej w masywie Stogu Izerskiego

Obliczanie kubatury budynków ośrodka wypoczynkowego w Wieży

Szerokie pole zastosowań dla modeli przestrzennych, generowanych dzięki informacjom pochodzącym z LIDAR-a lotniczego, możemy znaleźć również w budownictwie, czy dokładniej rzecz biorąc np. w inspekcjach nadzoru budowlanego. Możliwość obliczania kubatury budynków, wykorzystano m.in. w ośrodku wypoczynkowym w miejscowości Wieża, gdzie doszło do samowoli budowlanej na gruntach Lasów Państwowych. Wizualizacja i analiza modelu (ryc. V.15) pozwoliły stwierdzić, że orientacyjna objętość wybranego domku letniskowego kształtuje się na poziomie 262 m³. Automatyzacja procesu obliczania powierzchni i kubatury budowli pozwoliłaby znacznie

skrócić czas wykonywanej obecnie w Polsce inwentaryzacji budynków o powierzchni większej od 2000 m².



Ryc. V.15. Przykład obliczania kubatury jednego z domków letniskowych w miejscowości Wieża.

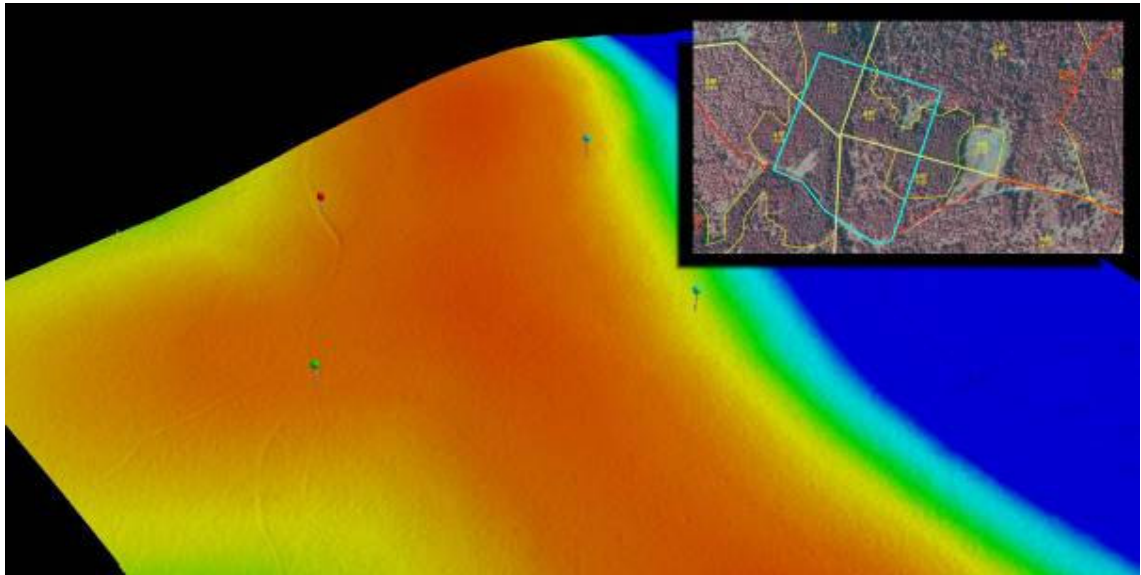
Przykład wyboru lokalizacji pod plantację limbową.

Kolejnym poligonem, na którym sprawdziły się nowe technologie, okazała się plantacja limbowa. Zgodnie z obowiązującymi w Lasach Państwowych procedurami przystąpiono do selekcji powierzchni spełniającej wszystkie warunki, jak np. kształt zbliżony do kwadratu i płaski, równy grunt. Wybrane na podstawie lustracji terenowej oddziały wydawały się spełniać wszystkie postawione kryteria. Powierzchnię dodatkowo zweryfikowano na ortofotomapie, wybierając do usunięcia najmniej wartościowe fragmenty drzewostanu. Jak się jednak okazało, bardzo duże zwarcie drzew na potencjalnej powierzchni (fot. V.2), uniemożliwiło trafne określenie jednolitego, równego areału, skutkiem czego różnica wysokości między punktami skrajnymi sięgała nawet dwóch metrów.

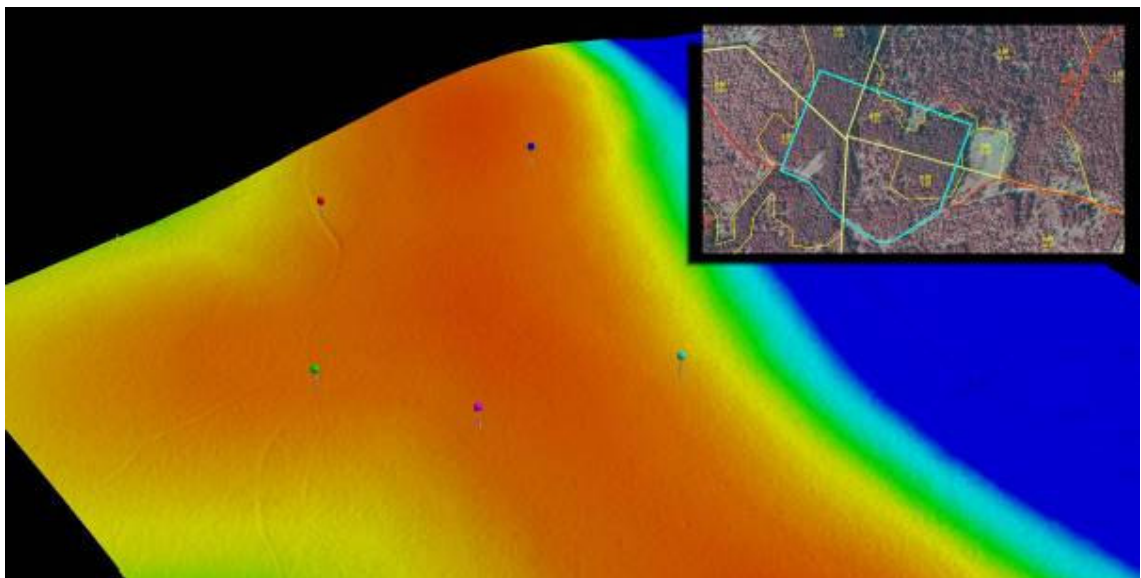


Fot. V.2. Wybrany do usunięcia drzewostan

Ponownie przystąpiono do określenia granic powierzchni, korzystając już jednak z NMT. Analiza pierwotnej lokalizacji wykazała istotne różnice wysokościowe, pomiędzy skrajnymi punktami projektowanej plantacji (ryc. V.16). Dopiero ponowna korekta położenia granic, najpierw na modelu terenu, a następnie na ortofotomapie, dała nam ostateczną odpowiedź na pytanie, gdzie zlokalizować powierzchnię uprawy (ryc. V.17). Powyższy przykład pokazuje również, że dopiero zastosowanie wszystkich dostępnych w LKP Sudety Zachodnie technologii umożliwia kompleksowe analizowanie dowolnego problemu związanego z działalnością nadleśnictw.



Ryc. V.16. Pierwotna lokalizacja powierzchni na NMT i ortofotomapie



Ryc. V.17. Ostateczna lokalizacja powierzchni na NMT i ortofotomapie

2.5 Podsumowanie

Ludzka potrzeba porządkowania przestrzeni sprawia, że nowoczesne technologie geomatyczne, a szczególnie LIDAR, stanowią będą integralną część narzędzi kartograficznych w najbliższej przyszłości. Funkcjonalność danych otrzymywanych dzięki tym metodom umożliwia ich wykorzystanie w niemal każdej dziedzinie życia. Warto jednak podkreślić, że to właśnie leśnictwo przoduje obecnie w Polsce w badaniu i praktycznym wykorzystywaniu tych technologii. Najważniejsze jednak jest to, by wszystkie te nowoczesne narzędzia, zdolne kreować alternatywną rzeczywistość, nie zastąpiły nam bezpośredniego kontaktu z przyrodą.

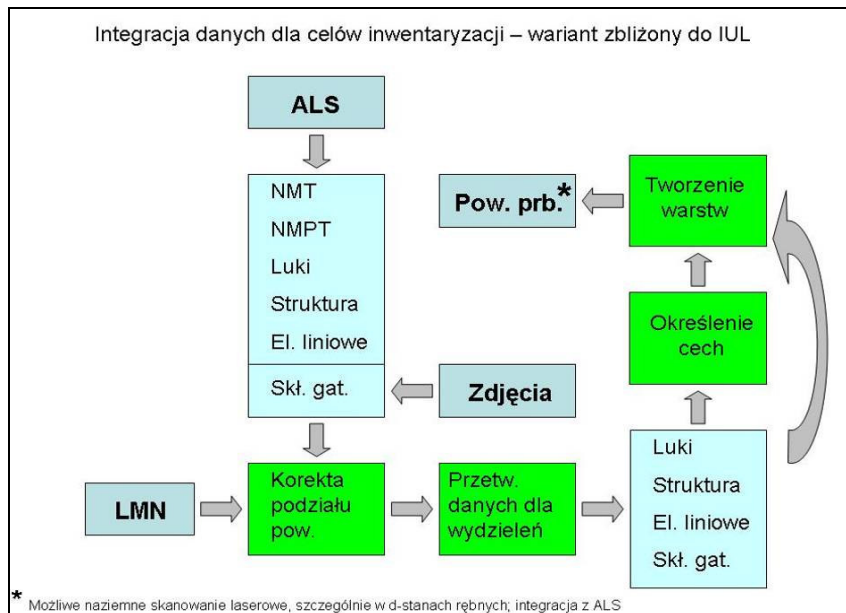
3. Propozycja metody inwentaryzacji lasu z wykorzystaniem integracji danych pozyskiwanych różnymi technikami geomatycznymi

Doświadczenia nabyte podczas realizacji tematu badawczego „*Opracowanie metody inwentaryzacji lasu opartej na integracji danych pozyskiwanych różnymi technikami geomatycznymi*” (Zawiła-Niedźwiecki i Zasada 2008) pozwalają na dokonanie syntezy w postaci propozycji obrębowej metody inwentaryzacji lasu. Założenia prezentowanego szkicu metody były następujące:

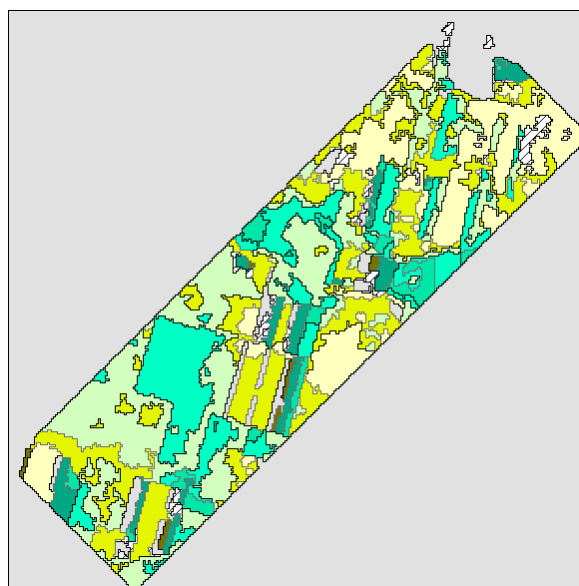
- zastosowanie wyłącznie sprawdzonych technik, to znaczy takich, które już na obecnym etapie badań dają zadowalające wyniki określania cech drzew i drzewostanów,
- maksymalna automatyzacja przetwarzania danych,
- zaproponowanie sposobu przetwarzania danych będącego ewolucją aktualnej Instrukcji Urządzenia Lasu.

Wychodząc z powyższych przesłanek opracowano schemat metody obrębowej (ryc. V.18), opartej na losowaniu warstwowym, z kołowymi powierzchniami próbnymi. Może być ona z powodzeniem zastosowana do przetwarzania danych dla każdego rodzaju obrębu, jednak do określania zapasu w satysfakcjonującą dokładnością, na obecnym etapie badań, spełni ona swoje zadanie wyłącznie w obrębach o stosunkowo prostej strukturze (składzie gatunkowym i budowie pionowej).

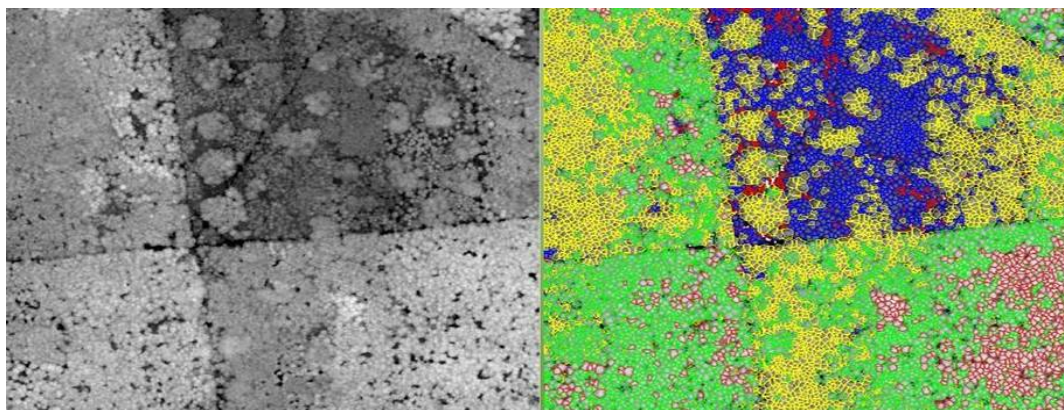
Koncepcja ta integruje dane z lotniczego skanowania laserowego (ALS), zdjęcia lotnicze oraz istniejącą Leśną Mapę Numeryczną wraz z bazą danych SILP. W pierwszej kolejności za pomocą odpowiedniego oprogramowania przetwarzane są dane z lotniczego skanowania laserowego, czego wynikiem są przede wszystkim NMT i NMPT. Ponadto na podstawie tych danych wyróżniane są luki i charakteryzowana struktura drzewostanu, tj. homogeniczność / heterogeniczność czy klasy wysokości (ryc. V.19 i V.20). Sposób przetwarzania danych a ALS prowadzący do otrzymania tych wielkości został opisany w rozdziałach poświęconych skanowaniu lotniczemu. Dane z ALS w połączeniu ze zdjęciami lotniczymi pozwalają na określenie przybliżonego składu gatunkowego, który może znaleźć zastosowanie przy tworzeniu warstw w metodzie statystycznej określania zapasu. Dokładne określenie składu gatunkowego poszczególnych wydzieleń, na tym etapie poznania w dalszym ciągu wymaga przeprowadzenia taksacji na gruncie.



Ryc. V.18. Koncepcja metody inwentaryzacji zasobów wykorzystująca różne techniki geomatyczne

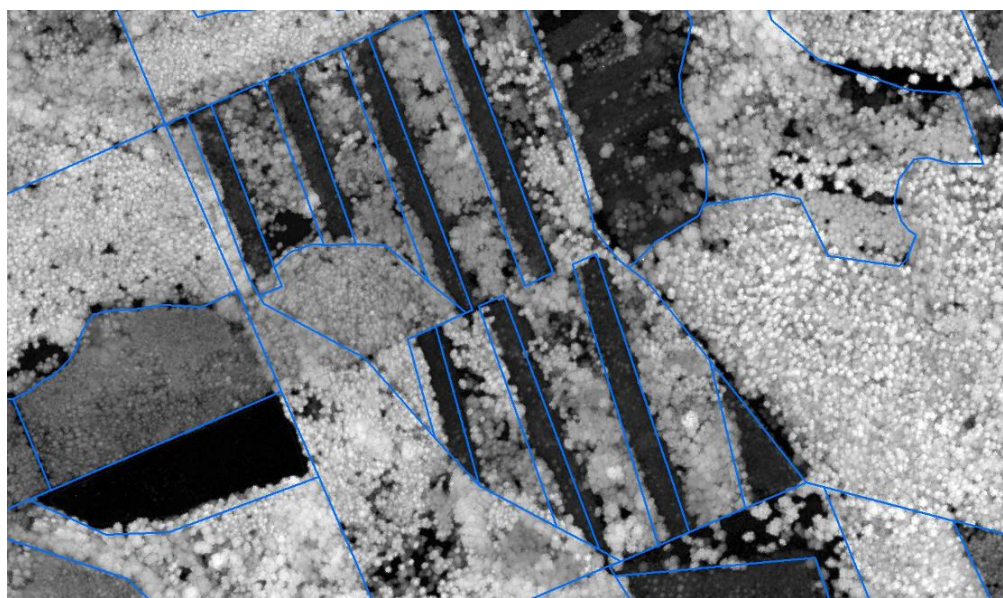


Ryc. V.19. Ostateczny wynik segmentacji przestrzeni leśnej na klasy wysokościowo-rodzajowe (FELIS Freiburg)



Ryc. V.20. Wynik segmentacji drzewostanu na wysokościowe warstwy koron (po prawej), w oparciu o wysokościowy model koron (po lewej)

Wyniki przetwarzania danych ze zdjęć lotniczych i lotniczego skanowania laserowego podlegają konfrontacji z LMN (ryc. V.21). Dzięki temu możliwa jest korekta podziału powierzchniowego ze względu na cechy wyznaczone na podstawie wyników przetwarzania danych z lotniczego skanowania laserowego.



Rycina V.21. LMN (niebieska linia) na tle wysokościowego modelu koron

Po korekcie podziału powierzchniowego dokonuje się kolejnego przetworzenia danych LIDAR-owych – tym razem dla poszczególnych wydzielen. Poza wymienionym wcześniej cechami (luki, budowa pionowa itp.) określić należy:

- zagęszczenie drzew (pamiętając, że jest to obciążone systematycznym błędem ujemnym zagęszczenie górnej warstwy drzewostanu),
- zwarcie,
- stopień pokrycia koronami drzew,
- wysokość górną o określenia bonitacji wzrostowej,
- wysokość przeciętną przydatną do określania zasobności (zastępującą naziemny pomiar wysokości).

Cechy te mogą uzupełnić wyniki taksacji naziemnej.

Przetworzone dla poszczególnych wydzieleń dane mogą stać się bazą do aktualizacji danych oraz podstawą do określenia warstw w metodzie statystycznej określania zapasu. Warstwy te mogą być tworzone nie tylko na podstawie wieku i gatunku głównego, jak opisano w IUL, ale również na podstawie innych cech, jak np. średnia wysokość (w połączeniu z informacją o siedlisku zastąpić może warstwy wiekowe), zróżnicowanie struktury itp. Informacje te wykorzystać można jako dane samodzielne lub uzupełniające w stosunku do aktualnie obowiązujących zasad. Dla zwiększenia dokładności szacowania zapasu stosować należy cechy silnie skorelowane z cechą główną oraz cechy pozwalające na lepsze wyróżnienie grup jednorodnych. Do cech tych należy zagęszczenie drzew oraz budowa pionowa. W przypadku zagęszczenia drzew bez znaczenia jest fakt, że jest to cecha obarczona błędem systematycznym, gdyż i tak zależy nam tu na podzieleniu drzewostanów na grupy różniące się zagęszczeniem, a nie o określonym, dokładnie oszacowanym zagęszczeniem.

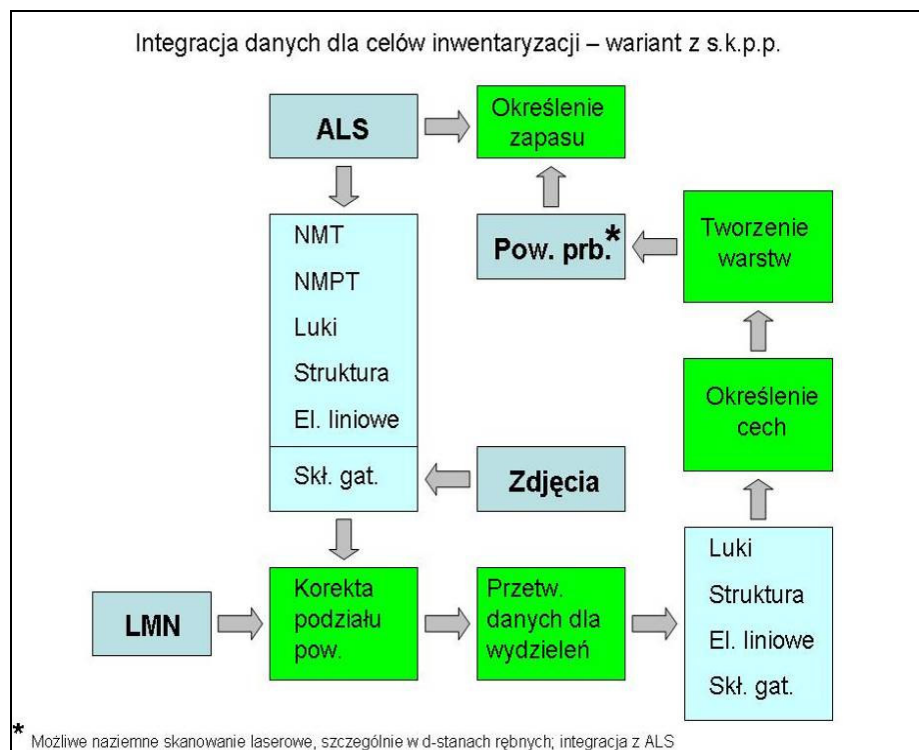
Po utworzeniu warstw należy dokonać alokacji próby w sposób opisany w IUL oraz przystąpić do lokalizacji i zakładania powierzchni próbnych w terenie. Wariantowo możliwe jest wykonanie naziemnego skanowania laserowego na powierzchniach próbnych, jednak jest to warunkowane spełnieniem kilku wymogów wstępnych:

- istnienie kompletnego i przetestowanego oprogramowania do automatycznej obróbki danych z naziemnego skanowania laserowego,
- dokładne rozpoznanie zmienności wyników przy różnych wariantach wielkości powierzchni próbnych i parametrów skanowania,
- występowanie drzewostanów odpowiednich do przeprowadzenia rejestracji, tj. bez podszytu i drugiego piętra, np. rębnych drzewostanów sosnowych na słabych siedliskach.

Rozważać można przeprowadzenie skanowania na większej próbie w drzewostanach rębnych – w ten sposób możliwe byłoby również wykonanie podczas inwentaryzacji czynności zastępujących szacunek brakarski. Dla zwiększenia dokładności szacowania wysokości drzew można zintegrować dane z TLS i ALS, wymaga to jednak bardzo dokładnego określenia współrzędnych poszczególnych powierzchni próbnych, kul wykorzystywanych do łączenia poszczególnych obrazów skanera laserowego i ich zsynchronizowanie z chmurą punktów pochodzącą z ALS. Próby przeprowadzone podczas wykonywania tematu badawczego wykazały, że pomimo stosowania precyzyjnych pomiarów geodezyjnych oraz precyzyjnych pomiarów GPS z różnego rodzaju poprawkami, nie jest to zadanie łatwe, co nie znaczy, że niemożliwe.

W dalszej części dane są przetwarzane podobnie, jak w metodzie określania zapasu opisanej w IUL. Przy rozdzielaniu całkowitej miąższości obrębu do poszczególnych wydzieleń, korzystać można z cech określonych na podstawie danych z ALS, tj. np. z wysokości górnej i przeciętnej drzewostanu czy stopnia zagęszczenia, uzupełnionych o informacje z bazy opisów taksacyjnych (wiek, bonitacja).

Możliwe jest również zaproponowanie metody inwentaryzacji w wariancie ze stałymi kontrolnymi powierzchniami próbnymi (s.k.p.p.). Schemat takiej metody przedstawiono na ryc. V.22.



Rycina V.22. Koncepcja metody inwentaryzacji zasobów wykorzystująca różne techniki geomatyczne i s.k.p.p.

Metoda ta, zakładająca wykorzystanie zdjęć lotniczych, została szczegółowo opisana przez Miścickiego (2000). W przypadku zastosowania LIDAR-a miąższość określona na powierzchniach próbnych wiąże się z cechami wydzieleni określonymi na podstawie chmury punktów pochodzącej z ALS. Uzyskane w sprawozdawanym temacie badawczym wyniki są obiecujące: współczynniki regresji wielokrotnej między miąższością powierzchni próbnych a cechami z danych LIDAR-owych są wysokie, a ponadto dane z ALS przetwarzane są AUTOMATYCZNIE, co czyni cały proces dokładniejszym i tańszym.

Literatura

1. Aardt J.A.N. van, Wynne W.H. (2006): Segment-based forest volume-by-type modeling using small footprint LIDAR height distribution. Stellenbosch University.
2. Abraham J., Adolt R. (2006): Stand height estimation using aerial images and laser datasets. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
3. Adamczyk J., Będkowski K. (2005): Metody cyfrowe w teledetekcji. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
4. Ahern F. J., Horler D. N. H., 1986: Outlook for future satellites and data use in forestry. *Remote Sens. Rev.* 2: 215-253.
5. Ahokas E., Yu X., Oksanen J., Hyyppä J., Kaartinen H., Hyyppä H. (2005): Optimization of the scanning angle for countrywide laser scanning. ISPRS Workshop "Lfgtaser scanning 2005". Enschede, Holandia.
6. Alvarez M.F., Lorenzo H., Picos., Wulder M. A. (2006): Ikonos imagery segmentation trials for eucalyptus stands aping in a fragmented landscape in NM Span. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
7. Andersen H.E., McGaughey R.J., Reutbuch S.E. (2005): Estimating forest canopy fuel parameters using LIDAR data. *Remote Sensing of Environment*, 94: 441-449.
8. Anderson E.S., Thompson J.A., Crouse D.A., Austin R.E. (2006): Horizontal resolution and data density effects on remotely sensed LIDAR-based DEM. *Geoderma*, nr 132: 406-415.
9. Andersen H.E., Reutebuch S.E., Schreuder G.F., 2001: Automated individual tree measurement through morphological analysis of Lidar-based canopy surface model. Proc. 1st Int. Precision Forestry Coop. Symp., Seattle, ss. 11-22.
10. Aschoff, T., Spiecker, H., 2004. Algorithms for the Automatic Detection of Trees in Laser-Scanner Data. n: Thies, M., Koch, B, Spiecker, H. and Weinacker, H.(eds.). Laser Scanners for Forest and Landscape Assessment. Proceedings of the ISPRS working group VIII/2. Freiburg, Germany, October, 3-6 2004. International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Volume XXXVI, Part 8/W2. pp. 71-75.
11. Aschoff, T., Thies, M., Spiecker, H. 2004. Describing forest stands using terrestrial laser-scanning. International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences Vol. XXXV, Comm. 5, pp. 237-241.
12. Axelsson P.E. 1999. Processing of laser scanner data-algorithms and applications, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 54(2-3):138-147.
13. Barilotti A., Turco S., Alberti G. (2006): LAI determination in forestry ecosystem by LIDAR data analysis. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
14. Bae K-H., Lichti D.D. 2008. A method for automated registration of unorganised point clouds. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 63: 36-54.
15. Besl P.J., McKay M.D. 1992. A method for registration of 3-D shapes. *IEEE Patt. Anal. Mach. Intell.* 14:239-256.
16. Będkowski K. (2005): Fotogrametryczna metoda oceny stanu i zmian wysokościowej struktury warstwy koron w drzewostanach. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
17. Będkowski K., Stereńczak K. 2008: Impact of forest stands on the accuracy of DTM derived from airborne LIDAR data. Proceedings of the International Conference „Landscape Ecology and Fores Management” Chengdu, Chiny 16-22 września 2008
18. Bienert, A., Maas, H.-G., Scheller, St. 2006a. Analysis of the information content of terrestrial laserscanner point clouds for the automatic determination of forest inventory parameters. In: Koukal, T., Schneider, W. (eds.) Proceedings of the International Workshop "3D Remote Sensing in Forestry", Vienna, February 14-15, 2006: 44-49.
19. Bienert, A., Scheller, S., Keane, E., Mullooly, G., Mohan, F. 2006b. Application of terrestrial laser scanners for the determination of forest inventory parameters. In: Maas, H.G., Schneider, D. (eds.) Proceedings of the ISPRS Commission V Symposium "Image Engineering and Vision Metrology", Dresden, September 25-27, 2006.
20. Blaschke T., Tiede D., Heurich M. (2004): 3D landscape metrics to modeling forest structure and diversity based on laser scanning data. "Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment", WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
21. Bochenek Z., Ciołkosz A., Iracka M. 1998: Przemiany lasów w Górach Izerskich i Karkonoszach w świetle interpretacji zdjęć satelitarnych. *Przegląd Geograficzny* nr 3-4, s.237-248
22. Bohlin J., Olsson H., Olofsson K., Wallerman J. (2006): Tree species discrimination by aid of template matching applied to digital air photos. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
23. Borecki T. 1995. Metody inwentaryzacji lasu dla celów planowania krótko- i średniookresowego oparte na grupowaniu drzewostanów. Fundacja ROZWÓJ SGGW.
24. Brandtberg, T., 2002. Individual tree-based species classification in high spatial resolution aerial images of forests using fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 132 (3), ss. 371-387

25. Breidenbach J., McGaughey R.J., Andersen H-E., Kandler G., Reutebuch S.E. (2007): A mixed-effects models to estimate stand volume by means of small footprint airborne LIDAR data for an American and a German study site. ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007. Espoo.
26. Brockhaus J., Manry D., 2000: Fuelwood Resource Mapping with High-Resolution Satellite Imagery. Prezentacje komercyjne firmy ESRI: <http://gis.esri.com/library/userconf/proc01/professional/papers/pap100/p100.htm>
27. Brovelli M.A., Cannata M., Longoni U.M. 2002. Managing and processing LIDAR data within GRASS. Materiały konferencji użytkowników GRASS Trento, Włochy, 11-13 września 2002
28. Bruchwald A. 2002. Modele wzrostu i SIP jako narzędzie prognozowania decyzji gospodarczych na wszystkich szczeblach zarządzania. Ekspertyza (maszynopis) wykonana w ramach tematu DGLP „Analizy przestrzenne, optymalizacja i symulacje przestrzenne w zarządzaniu LP z uwzględnieniem standardów LMN na poziomie nadleśnictwa, RDLP i DGLP.
29. Bruchwald A. 2004. Metody modelowania matematycznego przy sporządzaniu planu urządzania lasu. Urządzanie lasu wielofunkcyjnego. Fundacja ROZWÓJ SGGW. s. 171-180.
30. Brzeziecki B. 1999. Ekologiczny model drzewostanu. Zasady konstrukcji, parametryzacja, przykłady zastosowań. Fundacja ROZWÓJ SGGW.
31. Brzeziecki B. 2002. Ekologiczny model drzewostanu jako element systemu wspomagania decyzji (SWD) w leśnictwie. Ekspertyza (maszynopis) w ramach tematu DGLP „Analizy przestrzenne, optymalizacja i symulacje przestrzenne...”
32. Buddenbaum H., Seeling S. (2006): Estimating structural forest attributes using high resolution, airborne hyperspectral and LIDAR imagery. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
33. Carson W.W., Andersen H.E., Reutebuch S.E., McGaughey R.J. (2004): LIDAR application in forestry – an overview. ASPRS Annual Conference Proceedings. Denver, Colorado.
34. Chasmer L., Hopkinson C., Treitz P. (2004): Assessing the three-dimensional frequency distribution of airborne and ground-based LIDAR data for red pine and mixed deciduous forest plots detection. “Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment”, WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
35. Chernov N. 2008. Fitting ellipses, circles, and lines by least squares. Opublikowane na <http://www.math.uab.edu/~chernov/cl/>
36. Chirrek M., Strzeleński P., Wencel A., Zawila-Niedzwiecki T., Zasada M., Jagodziński M. 2007. Wybrane zdalne metody szacowania biomasy roślinnej w ekosystemach leśnych jako podstawa systemu raportowania bilansu węgla. Roczniki Geomatyki, tom V, zeszyt 4, s. 7-16.
37. Ciołkosz A., Mieszalski J., Ołędzki J.R. 1999. Interpretacja zdjęć lotniczych. Wyd. PWN.
38. Coops N.C., Wulder M.A., Culvenor D.S., St-Onge B. (2004): Comparison of forest attributes extracted from fine spatial resolution multispectral and LIDAR data. *Canadian Journal of Remote Sensing* nr 6, 855-866.
39. Danilin M., Medvedev E.M. (2004): Forest inventory and biomass assessment by the use of airborne laser scanning method (example from Siberia). “Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment”, WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
40. Danson F.M., Hetherington D., Morsdorf F., Koetz B., Allgoewer B., 2006. Three-dimensional forest canopy structure from terrestrial laser scanning. In: Koukal T., Schneider W. (eds.): 3-D Remote Sensing in Forestry, Vienna. EARSeL SIG Forestry SIG Forestry. ISPRS WG VIII/11. pp. 50-54.
41. Diershagen O., Koch B., Weinacker H., Schütt Ch. (2003): Combining LIDAR and GIS Data for the extraction of forest inventory parameters. ScandLaser 2003. Umea, Szwecja.
42. Diershagen O., Koch B., Weinacker H. (2004): Automatic segmentation and characterization of forest stand parameters using airborne LIDAR data, multispectral and FOGIS data. “Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment”, WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
43. Dorren L., Maier B., Berger F. (2006): Assessing protection forest structure with airborne laser scanning in steep mountainous terrain. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
44. Doskocz A., 2005. Ekspertyza dotycząca zasad i dokładności pomiarów wykonywanych metodą biegunową i metodą domiarów prostokątnych przy pomocy nowoczesnego sprzętu pomiarowego oraz zasad wykorzystywania wyników tych pomiarów dla potrzeb ewidencji gruntów i budynków w nawiązaniu do obowiązującej instrukcji G-4, wykonana na zlecenie Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii z siedzibą w Warszawie, Olsztyn.
45. Drzewiecki W.: http://home.agh.edu.pl/~zfiit/mat_dydaktyczne_pliki/Zarys%20teledetekcji.pdf
46. Ducic V., Hollaus M., Ullrich A., Wolfgang W., Melzer W. (2006): 3D vegetation mapping and classification using full-waveform laser scanning. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
47. Ene L., Naesset E., Gobakken T. (2007): Simulating sampling efficiency in airborne laser scanning based forest inventory. ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007. Espoo, Finland.
48. Erikson, M., 2003. Segmentation of individual tree crowns in colour aerial photographs using region growing supported by fuzzy rules. *Canadian Journal of Forest Research*, 33(8), ss. 1557-1563.

49. Fröhlich, C., Mettenleiter, M. 2004. Terrestrial laser scanning – new perspectives in 3D surveying. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XXXVI, Part 8/W2: 7-13.
50. Furlan S., 2002: Object vs. pixel based forest inventory with high resolution IKONOS-data, terrain and surface models.
<http://www.definiens-imaging.com/documents/um2002/papers/furlan.pdf> , ss. 20.
51. Ginzler C., Boehl J., Boesch R., Waser L.T., (2007): Accuracy of forest parameters derived from medium footprint LIDAR under operational constraints. *ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007*. Espoo, Finlandia.
52. Głaz J. 2004. Koncepcja planu urządzenia lasu z uwzględnieniem zasad trwałej i zrównoważonej gospodarki leśnej. *Urządzanie lasu wielofunkcyjnego*. Fundacja ROZWÓJ SGGW. s. 37-58.
53. Gobbaken T., Neasset E. (2004): Effects of forest growth on laser derived canopy metrics. “Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment”, WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
54. Gong, P., Yu, B., 2001: Conifer species recognition: effects of data transformation. *International Journal of Remote Sensing*, ss. 3471-3481.
55. Goodwin N.R., Coops N.C., Bater C., Gergel S.E., (2007): Assessment of sub-canopy structure in a complex coniferous forest. *ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007*. Espoo, Finlandia.
56. Gorte, B., Pfeifer, N., 2004: Structuring laser-scanned trees using 3D mathematical morphology. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. XXXV, B5, pp. 929-933.
57. Gorte B., Pfeifer N., Elberink S.O. (2005): Height texture of low vegetation in airborne laser scanner data and its potential for DTM correction. *ISPRS Workshop “Laser scanning 2005”*. Enschede, Holandia.
58. Gougeon, F.A., 1995. A crown-following approach to the automatic delineation of individual tree crowns in high spatial resolution aerial images. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 21(3), ss. 274-284.
59. Gougeon, F.A., 1998: Automatic individual tree crown delineation using a valley-following algorithm and a rule-based system. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 30(2), ss. 276-292.
60. Gougeon, F.A., 2000: Towards semi-automatic forest inventories using individual tree crown (ITC) recognition. *Technology Transfer Note. Forestry Research Applications*. Pacific Forestry Centre. Nr 22, ss. 6.
61. Guangping HE (1998): Airborne laser survey system: technology and applications. *Journal of Geospatial Engineering*, nr 2: 51-55.
62. Haala, N., Reulke, R., Thies, M., Aschoff, T., 2004. Combination of terrestrial Laser Scanning with high resolution panoramic Images for Investigations in Forest Applications and tree species recognition. In: Maas, H.-G.; Schneider, D. [Hrsg.]: *Proceedings of the ISPRS working group V/1, Panoramic Photogrammetry Workshop, Dresden, Vol. 34, Part 5/W16*.
63. Hajek F.(2006): Prospect of automated classification of tree species composition from Ikonos satellite imagery. *Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry*, Wiedeń, Austria.
64. Halounova L., 2003: Textural classification of B&W aerial photos for the forest classification. *EARSEL Conf., Gandawa*, ss. 7.
65. Held D.N., Brown W.E., Freeman A., Klein J.D., Zebker H., Salto T., Miller T., Nguyen J.D., Lou Y., 1988: The NASA/JPL Multifrequency, Multi-Polarisation Airborn SAR System. *Proc. IGARSS'88, Edinburgh, Scotland*, pp.345-350.
66. Hopkinson, C., Chasmer, L., Young-Pow, C., Treitz, P. 2004. Assessing forest metrics with a ground-based scanning lidar. *Can. J. Forest Research*, 34: 573-583.
67. Henning G. H., Radtke P. J., 2006. Ground-based Laser Imaging for Assessing Three-dimensional Forest Canopy Structure. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol. 72, No. 12. pp: 1349-1358.
68. Henning J.G. 2005. *Modeling Forest Canopy Distribution from Ground-based Laser Scanner Data*. Praca doktorska Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia.
69. Henning J.G., Radtke P.J. 2006a. Ground-based Laser Imaging for Assessing Three-dimensional Forest Canopy Structure. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 72 (12): 1349–1358.
70. Henning J.G., Radtke P.J. 2006b. Detailed stem measurements of standing trees from ground-based scanning lidar. *Forest Science*, 52: 67–80.
71. Henning J.G., Radtke P.J. 2008. Multiview range-image registration for forested scenes using explicitly-matched tie points estimated from natural surfaces. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing* 63: 68–83.
72. Heurich M., Weinacker H. (2004a): Automated tree detection and measurement in temperate forest of central Europe using laserscanning data. “Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment”, WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
73. Heurich M., Schadeck S., Weinecker H., Krzystek P. (2004b): Forest parameter derivation DTM/DSM generated from LIDAR and digital modular camera (DMC). *XX ISPRS Congress. Istanbul, Turcja*.

74. Hirata Y. (2004): The effects of footprint size and sampling density in airborne laser scanning to extracting individual trees in mountainous terrain. "Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment", WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
75. Hoekman D.H., (1990): Radar Remote Sensing Data for Applications in Forestry. Ph.D. Thesis, Wageningen Agriculture University, The Netherlands, 279 pp.
76. Hoffman A., van der Vegt J.W., (2001): New sensor systems and new classification methods: laser- and digital camera-data meet object-oriented strategies. <http://www.definiens-imaging.com> (GIS 6), ss. 6.
77. Holmgren J., Jonsson T. (2004a): Large scale airborne laser scanning of forest resources in Sweden. "Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment", WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
78. Holmgren J., Persson A. (2004b): Identifying species of individual trees using airborne laser scanner. *Remote Sensing of Environment* 90, 415-423.
79. Holmgren P., Thureson T., (1998): Satellite remote sensing for forestry planning – a review. *Scand. J. For. Res.* 13: 90-110.
80. Holmgren J., Wallerman J. (2006): Estimation of tree size distributions by combining vertical and horizontal distribution of laser measurements with extraction of individual trees. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
81. Holopainen M., Talvitie M. (2004): Forest inventory by means of tree-wise 3D-measurements of laser scanning and digital aerial photographs. "Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment", WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
82. Hopkinson, C., L. Chasmer, C. Young-Pow, and P. Treitz, 2004, Assessing plot level metrics with a ground-based scanning LIDAR. *Can. J. For. Res.* 34, pp.573-583.
83. Hopkinson C., Lim K., Chasmer L. E., Treitz P., Creed I. F., Gynan C. 2004a: Wetland grass to plantation forest - estimating vegetation height from the standard deviation of LIDAR frequency distributions. "Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment", WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
84. Hopkinson C., Chasmer L. E., Zsigovics G., Creed I. F., Sitard M., Treitz P., Maher R.V. 2004b Errors in LIDAR ground elevation and wetland vegetation height estimates. "Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment", WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
85. Hug C., Ullrich A., Grimm A. (2004): LITEMAPPER-5600 – a waveform-digitizing LIDAR terrain and vegetation mapping system. "Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment", WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
86. Hui, A., Liew, S.C., Kwoh, L.K., Hock, L., 2000. Extraction and utilization of geometrical and contextual information in very high resolution IKONOS satellite imagery. *Proc. 21th Asian Conf. Rem. Sens. Taipei*, Vol. 1, ss. 158-163.
87. Hyypä J., Hyypä H., Inkinen M., Engdahl M., Ko S., Zhu Y., 2000: Accuracy comparison of various remote sensing data sources in the retrieval of forest stand attributes. *Forest Ecology and Management* 128: 109-120.
88. Hyypä J., Hyypä H., Litkey P., Yu X., Haggrén H., Rönnholm P., Pyysalo U., Pitkänen J., Maltamo M. (2004): Algorithms and methods of airborne laser scanning for forest measurements. "Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment", WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
89. Hyypä J., Mielonen T., Hyypä H., Maltamo M., Yu X., Honkovaara E., Kartinen H. (2005): Using individual tree crown approach from forest volume extraction with aerial images and laser point clouds. ISPRS Workshop "Laser scanning 2005". Enschede, Holandia.
90. Hyypä J., Yu X., Hyypä H., Maltamo M. (2006): Methods of airborne laser scanning for forest information extraction. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
91. Hyypä H., Yu X., Hyypä J., Kaartinen H., Kaasalainen S., Honkovaara E., Ronnholm P. (2005): Factors affecting quality of DTM generation in forested areas. ISPRS Workshop "Laser scanning 2005". Enschede, Holandia.
92. Instrukcja obsługi – Tachimetr elektroniczny serii GTS-210, GTS-211D, GTS-212, GTS 213. Topcon, 2001.
93. IUL 2003. Instrukcja Urządzenia Lasu. DGLP Warszawa.
94. Instrukcja wykonywania Wielkoobszarowej Inwentaryzacji Stanu Lasu. IBL. Warszawa, 2004.
95. Jan J.F. (2005): Comparison of Forest Height Derived Using LIDAR Data and Aerial Photos. *Taiwan Journal of Forest Science* 20, 13-27.
96. Jonckheere I., Fleck S., Nackaerts K., Muys B., Coppin P., Weiss M., Baret F. 2004. Review of methods for in situ leaf area index determination. Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. *Agricultural and Forest Meteorology* 121: 19-35.
97. Karam M.A., Fung A.K., Lang R.H., Chauhan N.S., 1992: A Microwave Scattering Model for Layered Vegetation. *IEEE Trans. Geosc. Remote Sensing*, Vol. 30, No. 4, pp.767-784.
98. Katzenbeisser R. (2003): About the calibration of LIDAR sensors. WG III/3 Workshop "3-D reconstruction from airborne laserscanner and InSAR data". Drezno, Niemcy.
99. Katzenbeisser R. (2004): Calibration and data validation of LIDAR fiber scanner. ASPRS Annual Conference. Denver, USA.

100. Kayitakire F., Farcy C., Defourny P., Culvenor D.C., 2002: IKONOS-2 imagery potential for forest stands mapping. <http://www.enge.ucl.ac.be/staff/curr/kayitaki/forestsat.pdf>, ss. 11.
101. Kim M., Madden M. (2006): Determination of optimal scale parameters for alliance-level forest classification of multispectral IKONOS images. 1st International Conference on Object-based Image Analysis (OBIA06). Salzburg, Austria.
102. King, D.J., 2000. Airborne remote sensing in forestry: sensors, analysis and applications. *Forestry Chronicle*, 76 (6) Spec. Issue on Rem. Sens., ss. 25-42.
103. King D.J., 2002: Forest structure, health and regeneration assessment using airborne digital camera imagery. ForestSAT Symp., Edinburgh, ss. 10.
104. Kini A., Popescu S.C. 2004. TreeVaW: a versatile tool for analyzing forest canopy LIDAR data: A preview with an eye towards future. In CD-ROM Proceedings, ASPRS 2004 Fall Conference, Kansas City, Missouri, Sept. 12-16, 2004.
105. Kiraly G., Broly G. (2006): Estimating forest parameters stand applying airborne laser scanning and QuisqBird images. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
106. Kłapeć B. 2002. Komputerowe wspomaganie budowy planu pozyskania drewna z zastosowaniem pakietu ACER. Fundacja ROZWÓJ SGGW.
107. Kłapeć B. 2004. Dane z szacunków brakarskich a aktualizacja opisu taksacyjnego. Urządzenie lasu wielofunkcyjnego. Fundacja ROZWÓJ SGGW. s. 303-310.
108. Kobler A., Norbert P., Ogrinc P., Todorovski L., Ostir, Dzeroski S. (2006): Using redundancy in aerial LIDAR point cloud to generate DTM in steep forested relief. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
109. Koch B., Heyder U., Straub Ch., Weinecker H. (2006): 3D data for forest and environment planning. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
110. Kok R., Wężyk P. (2006): Process development and sequential image classification for automatic mapping using case studies in forestry. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
111. Kornus W., Ruiz A. (2003): Strip adjustment of LIDAR data. WG III/3 Workshop "3-D reconstruction from airborne laserscanner and InSAR data". Drezno, Niemcy.
112. Korpela, I. 2004. Individual tree measurements by means of digital aerial photogrammetry. *Silva Fennica Monographs* 3. 93 p.
113. Korpela I., Dahlin B., Schäfer H., Bruun E., Haapaniemi F., Honkasalo J., Ilvesniemi S., Kuutti V., Linkosalmi M., Mustonen J., Salo M., Suomi O., Virtanen H. (2007): Single-tree forest inventory using LiDAR and aerial images for 3D treetop positioning, species recognition, height and crown width estimation. ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007. Espoo, Finland.
114. Korpela I.S., Tokola T.E. (2006): Potential of Aerial Image-Based Monoscopic and Multiview Single-Tree Forest Inventory: A Simulation Approach. *Forest Science* 52(2), 136-137.
115. Korpela I., Dahlin B., Schäfer H., Bruun E., Haapaniemi F., Honkasalo J., Ilvesniemi S., Kuutti V., Linkosalmi M., Mustonen J., Salo M., Suomi O., Virtanen H. (2007): Single-tree forest inventory using LIDAR and aerial images for 3D treetop positioning, species recognition, height and crown width estimation. ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007. Espoo, Finlandia.
116. Kosiński W., 2005. Geodezja. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
117. Lang S., Tiede D., Maier B., Blaschke T., 2006: 3D Forest structure analysis from optical and LIDAR data. *Ambiência Guarapuava*, PR v.2 p. 95-110 Edição Especial 1 2006.
118. Lange, H., Solberg, S. 2007 Forest reflectance modelling of hyperspectral data. ForestSat 2007, Montpellier, Francja.
119. Larsen M., 1997: Crown modelling to find tree top positions in aerial photographs. Proc. 3rd Int. Airborne Rem. Sens. Conf. & Exhib. ERIM Int., Ann Arbor. Vol. II, ss. 428-435.
120. Le Toan T., Beaudoin A., Riom J., Guyon D., 1992: Relating Forest Biomass to SAR Data. *IEEE Trans. Geosc. Remote Sensing*, Vol.30, No 2, pp. 403-411.
121. Leberl F.W., 1990: Radargrammetric image processing. Artech House, Boston-London, 595 pp.
122. Leckie D.G., Gougeon F., Hill, D., Quinn R., Armstrong L., Shreenan R. (2003): Combined high-density LIDAR and multispectral imagery for individual tree crown analysis. *Canadian Journal of Remote Sensing* nr 5, 633-649.
123. Leckie, D.G., Gougeon, F.A., Walsworth, N., Paradine, D., 2003. Stand delineation and composition estimation using semi-automated individual tree crown analysis. *Remote Sensing of Environment*, 85, ss. 355-369.
124. Lefsky M.A., Cohen W.B., Parker G.G., Harding D.J. (2002) LIDAR Remote Sensing for Ecosystem Studies. *BioScience* vol. 52 no. 1: 19-30.
125. Li-Cor. 1992. LAI-2000 Plant canopy analyzer. Instruction manual. Li-Cor, Inc., Lincoln, NE, 174 p.
126. Leppanen, V., Kelle, O., Lehtikoinen, M., Hyypae, J., 1999. Machine Vision based automation in forest inventory. *Machine Vision News*. Vol. 4. <http://www.automaatioseura.fi/jaostot/mvn/mvn4/forest.html>
127. Levesque, J., King, D.J., 2003: Spatial analysis of radiometric fractions from high-resolution multispectral imagery for modelling individual tree crown and forest canopy structure and health. *Remote Sensing of Environment*, 84, ss. 589-602.

128. Liang X., Hyypä J., Matikainen L. (2007): Deciduous-coniferous tree classification using difference between first and last pulse laser signatures. ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007. Espoo, Finlandia.
129. Lim K.S., Treitz P.M. (2004): Estimation of aboveground forest biomass using airborne scanning discrete return in Douglas-fir. "Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment", WG VIII/2. Freiburg, Niemcy
130. Litkey P., Rönholm P., Lumme J., Liang X. (2007): Waveform features for tree identification. ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007. Espoo, Finlandia.
131. Löffler G. (2003): Aspects of Raster DEM data derived from laser measurements. WG III/3 Workshop "3-D reconstruction from airborne laserscanner and InSAR data". Drezno, Niemcy.
132. Lucas R., Lee A., Bunting P., Williams M. (2006): Forest reconstruction from LIDAR and CASI data: a case study from Australia. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
133. Lumme, J. 2004. Forests Classification Using High Spectral and Spatial Resolution Data. The 4th Workshop on Imaging Spectroscopy. Warsaw, Poland. April 27-29, 2004.
134. Łabęcki Z., 1978. Geodezja leśna. PWRiL, Warszawa.
135. Magnussen, S., Gougeon, F.A., Leckie, D.G., Wulder, M., 1999. Predicting tree heights from a combination of LIDAR canopy heights and digital stem counts. Proc. Conf. Rem. Sens. & Forest Monitoring, Rogów, ss. 498-513.
136. Magnussen S., Wulder M.A. (2004): Clustering of point patterns derived from LIDAR canopy height data. "Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment", WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
137. Magnusson M., 2006: Evaluation of Remote Sensing Techniques for Estimation of Forest Variables at Stand Level. Praca doktorska zrealizowana w Swedish University of Agricultural Science. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 2006: 85.
138. Magnusson M., Fransson J.E.S., Eriksson L.E.B., Sandberg G., Smith-Jonforsen G., Ulander L.M.H., 2007: Estimation of forest stem volume using ALOS PALSAR satellite images. IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2007), Barcelona, Spain, July 23-27, 2007, DOI: 10.1109/IGARSS.2007.4423813 s. 4343-4346
139. Mäkelä H., Pekkarinen A., 2004: Estimation of forest stand volumes by Landsat TM imagery and stand-level field-inventory data. Forest Ecology and Management, Volume 196, Issues 2-3, Pages 245-255
140. Maltamo M., Mustonen K., Hyypä J., Pitkanen J., Yu.X (2004a): The accuracy of estimating individual tree variables with airborne laser scanning in boreal nature reserve. *Canadian Journal of Forest Research* 34: 1791-1801.
141. Maltamo M., Packalén P., Yu X., Eerikäinen K., Hyypä J., Pitkanen J. (2004b): Identifying and quantifying heterogeneous boreal forest structures using laser scanner data. "Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment", WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
142. Maltamo M., Packalén P., Peuhkurinen J., Suvanto A., Pesonen A., Hyypä, J. (2007): Experiences and possibilities of ALS based forest inventory in Finland.
143. McRoberts R. E., 2008: Using satellite imagery to enhance forest inventory inferences. Research seminar: http://www.wsl.ch/events/index_EN?id=211&
144. Mechelke K., Kersten T., Lindstaedt M. 2007. Comparative investigations into the accuracy behaviour of the new generation of terrestrial laser scanning systems. Optical 3-D Measurement Techniques VIII, Gruen/Kahmen (Eds.), Zurich, July 9-12, 2007, Vol. I, pp. 319-327.
145. Mei Ch., Durrieu S. (2004): Tree crown delineation from digital elevation models and high resolution imagery. "Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment", WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
146. Miścicki S. 2000. Kombinowana dwufazowa inwentaryzacja lasów nizinnych z wykorzystaniem zdjęć lotniczych i stałych-kontrolnych powierzchni próbnych. Fundacja ROZWÓJ SGGW.
147. Miścicki S., Litwin H. 2007. Urządzanie obrębu leśnego z wykorzystaniem zdjęć lotniczych. Sprawozdanie końcowe z realizacji tematu badawczego Nr 18/04 na zlecenie DGLP, Warszawa, ss. 35.
148. Miścicki S., Stepień E. 2004. Zadania inwentaryzacji lasu w realizacji koncepcji trwałego i zrównoważonego rozwoju leśnictwa. Urządzanie lasu wielofunkcyjnego. Fundacja ROZWÓJ SGGW. S.151-162.
149. Morsdorf F., Koetz B., Meier E., Itten K.I., Allgower B. (2005): The potential of discrete return, small footprint airborne laser scanning data for vegetation density estimation. ISPRS Workshop "Laser scanning 2005". Enschede, Holandia.
150. Morsdorf F., Frey O., Meier E., Itten K.I., Allgower B. (2006): Assessment on the influence of flying height and scan angle on biophysical vegetation products derived from airborne laser scanning. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
151. Moskal L.M., 2002: Using Feature Analyst for land cover and land use mapping: A Visual Learning Systems, Inc. white paper. <http://www.vls-inc.com>, ss. 9.
152. Mozgawa J., Choromański A., Zawila-Niedzwiedzki T., 2001: Potencjalne i praktyczne możliwości wykorzystania teledetekcji w Lasach Państwowych. Mat. I Kraj. Konf. "SIP w LP", Rogów, ss. 21.
153. Mozgawa J. (2006): Potrzeby inwentaryzacyjne LP a możliwości ich realizacji wybranymi technikami geomatycznymi. Ekspertyza wykonana, w KUL, GiEL SGGW, w ramach projektu „Opracowanie

- metody inwentaryzacji lasu opartej na integracji danych pozyskiwanych różnymi technikami geomatycznymi”, Warszawa. (w druku)
154. Mundt J.T., Streutker D.R., Glenn N.F. (2006): Mapping sagebrush distribution using fusion of hyperspectral and LIDAR classification. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, nr 1: 47-54.
 155. Nackaerts, K., T. Wagendorp, P. Coppin, B. Muys and R. Gombeer. 1999. A correction of indirect LAI measurements for a non-random distribution of needles on shoots. In Proc. ISSR on Systems and Sensors for New Millenium, Las Vegas, NV, 4 p.
 156. Naesset E. (2004a): Practical large-scale forest stand inventory using a smallfootprint airborne scanning laser. *Scandinavian Journal of Forest Research* nr 19, 164-179.
 157. Naesset E. (2004b): Estimation of above- and below-ground biomass in boreal forest. . “Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment”, WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
 158. Naesset E., Gobakken T., Holmgren J., Hyypä H., Hyypä J., Maltamo M., Nilson M., Olsson H., Persson A., Soderman U. (2004c): Laser scanning of forest resources : the Nordic experience. *Scandinavian Journal of Forest Research*, nr 19 6-22.
 159. Naesset E, Bjerknes K. (2001): Estimating tree heights and number of stems in young forest stands using airborne laser scanner data. *Remote Sensing of Environment*, nr 78: 328-340.
 160. Naesset E., Gobakken T., Nelson R., 2007: Regional forest inventory by means of laser remote sensing. Materiały wykładowe Norwegian University of Life Sciences (UMB): <http://www.umb.no/ina/ansatte/hanso/PHDProjectPlan.pdf>
 161. Nowakowski A. Rozwałka Z. 2000. Ogólne i szczegółowe cele trwałe, zrównoważonej i wielofunkcyjnej gospodarki leśnej. SITLiD, DGLP. Zeszyt 124.
 162. Nuske R. (2006): A retrospective study of canopy gap dynamic of a European beech stand. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
 163. Oerka H.O., Naesser E., Bollandas O.M., (2007): Utilizing airborne laser intensity for tree species classification. . ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007. Espoo, Finlandia.
 164. Ofner M., Hirschmugi M., Raggam H., Schardt M. (2006): 3D stereo mapping by means of UltracamD data. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
 165. Olofsson K., Hagner O. (2006): Single tree detection in high resolution satellite images and digital aerial images using artificial neural networks and a geometric-optical forest model. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
 166. Olsson H. (2004): Summary of the Scandlaser 2003 workshop and recent development in Sweden. “Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment”, WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
 167. Operator’s Manual 2006. Topcon Hiper® Pro. Topcon Positioning Systems, Inc.
 168. Packalen P., Maltamo M. (2006): Predicting the Plot Volume by Tree Species Using Airborne Laser Scanning and Aerial Photographs. *Forest Science* 52(6), 611-622.
 169. Parker R.C., Glass P.A. (2004): Preliminary results of double-sample forest inventory of pine and mixed stands with high- and low-density LIDAR. Proceedings of the 12th biennial southern silvicultural research conference. Gen. Tech. Rep. SRS-71. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 594 p.
 170. Paschalis P. 2004. Zmiany planu urządzania lasu w odniesieniu do przyszłości wielofunkcyjnego użytkowania lasu. Urządzanie lasu wielofunkcyjnego. Fundacja ROZWÓJ SGGW. s. 59-63.
 171. Persson A., Holmgren J., Söderman U. (2003): Detection, measurements, and species classification of individual trees for forest inventory and visualization. ScandLaser 2003. Umea, Szwecja.
 172. Persson A., Holmgren J., Soderman U., Olsson H. (2004): Tree species classification of individual trees in Sweden by combining high resolution laser data with high resolution near-infrared digital images. “Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment”, WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
 173. Persson A., Holmgren J., Soderman U. (2006): Identification of individual trees by combining very high resolution laser data with multi-spectral images. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
 174. Pfeifer, N., Gorte, B., Winterhalder, D. 2004. Automatic reconstruction of single trees from terrestrial laser scanner data. International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences Vol. XXXV, Comm. 5., Part B, pp. 114-119.
 175. Pfeifer N., Gorte B., Elberink S.O. (2004): Influences of vegetation on laser altimetry – analysis and correction approaches. “Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment”, WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
 176. Pfeifer, N., Winterhalder, D. 2004: Modelling of Tree Cross Sections from Terrestrial Laser-Scanning Data with Free-Form Curves. International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XXXVI, Part 8/W2: 76-81.
 177. Piekarski E., 1972. Czynniki wpływające na dokładność określania wysokości drzew stereoskopowymi przyrządami fotogrametrycznymi. Zeszyty Naukowe SGGW, Leśnictwo 17, pp. 135-153.
 178. Pitkanen J., 2001: Individual tree detection in digital aerial images by combining locally adaptive binarization and local maxima methods. Canadian Journal of Forest Research, 31(5), ss. 832-844.

179. Pitkanen J., Maltamo M., Hyypä J., Yu X. (2004): Adaptive methods for individual tree detection on airborne laser based canopy height model. "Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment", WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
180. Pitterle A., Fuchs H., Koukal T., Schneider W (2006): Remote sensing of forest parameters describing the protection efficiency of forest in alpine areas. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
181. Prevista (2005): LIDAR application in Forest Inventory and Forest Management Planning. Prezentacja ze strony internetowej firmy:
<http://www.prevista.no/index.asp?strurl=/applications/system/publish/view/showObject.asp?infoobjectid=1002016>.
182. Przybylska K. Koncepcja planu urządzania górskich lasów ochronnych. Urządzenie lasu wielofunkcyjnego. Fundacja ROZWÓJ SGGW. s. 73-85.
183. Pudło M., 2007a. Topcon TopoSURV. Geodeta 12.
184. Rautiainen M., Mottus M., Stenberg P. (2006): Physically-based parameterization of the reflectance of coniferous stands. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
185. Reese H., Nilsson M., Granqvist Pahlén T., Hagner O., Joyce S., Tingelöf U., Egberth M., Olsson H, 2003: Countrywide Estimates of Forest Variables Using Satellite Data and Field Data from the National Forest Inventory. A Journal of the Human Environment: Volume 32, Issue 8: 542-548.
186. Reitberger J., Krzystek P., Heurich M. (2006a): Full-waveform analysis of small footprint airborne laser scanner data in the Bavarian forest national park for tree species classification. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
187. Reitberger J., Krzystek P., Stilla U. (2006b): Analysis of full waveform LIDAR data for tree species classification. ISPRS Commission III Symposium. Bonn, Niemcy.
188. Reitberger J., Krzystek P., Stilla U. (2007): Combined tree segmentation and stem detection using full waveform LIDAR data. . ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007. Espoo, Finlandia.
189. Riano D., Chuvieco E., Condes S., Gonzalez-Matesanz J., Ustin S.L. (2004): Generation of crown bulk density for *Pinus sylvestris* L/ from LIDAR. *Remote Sensing of Environment* 92: 245-352.
190. Rieger P., Ullrich A., Reichert R. (2006): Laser scanners echo digitization for full waveform analysis. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
191. Rossmann J., Schluse M., Bücken A., Krahwinkler P. (2007): Using airborne laser scanner data in forestry management: a novel approach to single tree delineation. ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007. Espoo, Finlandia.
192. Samberg A. 2007. An implementation of the ASPRS LAS standard. Materiały konferencji " ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007, 12-14 września 2007, Espoo, Finlandia". IAPRS Volume XXXVI, Part 3 / W52: 363-372.
193. Sanchez A.R., Brovelli M.A. 200x. LiDAR data filtering with GRASS GIS for the determination of digital terrain model. <http://www.sigte.udg.es/jornadassiglibre/>
194. Sato H.P., Tateishi R. (2004): Estimation on tree cover percentage using terra/Aster data with airborne laser scanning data. XX ISPRS Congress. Istanbul, Turcja.
195. Schardt M., Hruba W., Hirschmugl M., Wack R., Franke M. (2004): Comparison of aerial photographs and laser scanning data as methods for obtaining 3D forest stands parameters. "Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment", WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
196. Schuett C., Spiecker H., Thies M., 2004. Qualitätbestimmung von Wertholzstämmen. *Holzzentralblatt* 130. pp: 595.
197. Shaw J.A, Seldomridge N.L., Dunkle D.L., Nugent P.W., Spangler L.H., Bromenshenk J.J., Henderson C.B., Churnside J.H., Wilson J.J. (2005): Polarization LIDAR measurements of honey bees in flight for locating land mines. *Optic Express*, vol. 13 no. 15: 5853-5863.
198. Siekierski K. 1995. Zastosowanie modeli wzrostu w regulacji użytkowania rębnych drzewostanów. Fundacja ROZWÓJ SGGW.
199. Simonse, M., Aschoff, T., Spiecker, H., Thies, M. 2003. Automatic Determination of Forest Inventory Parameters Using Terrestrial Laserscanning. Proceedings of the ScandLaser Scientific Workshop on Airborne Laser Scanning of Forests, Umeå/Sweden, pp. 251- 257.
200. Sithole G., Vosselman G. 2003. Comparison of filtering algorithms. WG III/3 Workshop "3-D reconstruction from airborne laserscanner and InSAR data". Drezno, Niemcy.
201. Sittler B. (2004): Revealing historical landscape by using airborne laser scanning. "Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment", WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
202. Smolander, H. and P. Stenberg. 1996. Response of LAI-2000 estimates to changes in plant surface area index in a Scots pine stand. *Tree Physiol.* 16:345-349.
203. Solberg S., Neasset E., Lange H., Bollandsas O.M. (2004a): Remote sensing of forest health. "Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment", WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
204. Solberg S., Lange H., Aurdal L., Solberg R., Næset E. (2004b): Monitoring forest health by remote sensing of canopy chlorophyll: first results from a pilot project in Norway. Internet.

205. Stenberg, P., S. Linder, H. Smolander and J. Flower-Ellis. 1994. Performance of the LAI-2000 plant canopy analyzer in estimating leaf area index of some Scots pine stands. *Tree Physiol.* 14:981-995.
206. Stereńczak K., Będkowski K., Weinacker H., 2008: Accuracy of crown segmentation and estimation of selected trees and forest stand parameters in order to resolution of used DSM and nDSM models generated from dense small footprint LIDA data. ISPRS Congress, Beijing, China, Commission VI, WG VI/5, 5 pages.
207. Sternberg H., Kersten T., 2007. Comparison of terrestrial laser scanning systems in industrial as-built-documentation applications. *Optical 3-D Measurement Techniques VIII*, Gruen/Kahmen (Eds.), Zurich, July 9-12, 2007, Vol. I, pp. 389-397.
208. Stone C., Coops N.C. (2004): Assessment and monitoring of damage from insects in Australian eucalypt forests and commercial plantation. *Australian Journal of Entomology*, 43: 283-292.
209. St-Onge B., Vepakomma U. (2004): Assessing forest gap dynamics and growth using multi-temporal laser-scanner data. "Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment", WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
210. St-Onge B., Jumelet J., Cobello M., Vega C. (2005): Measuring individual tree height using a combination of stereophotogrammetry and LIDAR. *Canadian Journal of Forest Research* 34: 2122-2130.
211. St-Onge B., Hu Y., Vega C. (2006): Reconstructing forest canopy height using stereo-IKONOS panchromatic imagines and a LIDAR DTM. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
212. Straatsma M.W. (2005): Quantitative mapping of hydrodynamic vegetation density of floodplain forests using airborne laser scanning. ISPRS Workshop "Laser scanning 2005". Enschede, Holandia.
213. Straub, B.M., 2003. Automatic extraction of trees from aerial images and surface models. <http://www.ipi.uni-hannover.de/html/publikationen/2003/paper/straub-pia.pdf>, ss. 8.
214. Straub B.M., Heipke Ch. (2004): Conception for internal and external evaluation of automatically delineated tree tops. "Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment", WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
215. Straub Ch., Weinecker H., Diedeshagen O., Koch B. (2006): Standwise delineation based on 3-D information from LIDAR. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
216. Strzeliński P. 2006a. Możliwości zastosowania w praktyce zdjęć hemisferycznych. III Konferencja SIP w LP „Stan i perspektywy wdrażania leśnej mapy numerycznej”. Rogów 11-13 września 2006 r.
217. Strzeliński P. 2006b. Zastosowanie zdjęć hemisferycznych w badaniach ekosystemów leśnych. *Roczniki Geomatyki*, tom IV, zeszyt 2, s. 103-112.
218. Strzeliński P. 2008. Zdjęcia hemisferyczne. *Las Polski* 17: 34-35.
219. Strzeliński P., Wencel A., Zawiła-Niedźwiecki T., Zasada M., Jagodziński A.M., Chirrek M. 2007. Zdalne metody szacowania biomasy roślinnej w ekosystemach leśnych jako podstawa systemu raportowania bilansu węgla. *Roczniki Geomatyki*, w druku.
220. Szujewski A. 2004. Konsekwencje praktyczne nowoczesnego planu urządzenia lasu wielofunkcyjnego w świetle europejskiej polityki leśnej. *Urządzanie lasu wielofunkcyjnego. Fundacja ROZWÓJ SGGW.* s. 91-103.
221. Thies, M., Aschoff, T., Spiecker, H., 2003. Terrestrische Laserscanner im Forst – für forstliche Inventur und wissenschaftliche Datenerfassung. *AFZ/Der Wald* 58; (22): 1126-1129.
222. Thies M., Pfeifer N., Winterhalder D., Gorte B. G. H., 2004. Three-Dimensional Reconstruction of Stems for Assessment of Taper, Sweep and Lean Based on Laser Scanning of Standing Trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19. pp: 571-581.
223. Thies, M., Spiecker, H., 2004. Evaluation and Future Prospects of Terrestrial Laser-Scanning for Standardized Forest Inventories. In: Thies, M., Koch, B., Spiecker, H. and Weinacker, H.(eds.). *Laser Scanners for Forest and Landscape Assessment. Proceedings of the ISPRS working group VIII/2.* Freiburg, Germany, October, 3-6 2004. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.* Volume XXXVI, Part 8/W2. pp.192-197.
224. Thies M., Weinacker H., Weinacker R., Pfeifer N. (2006): Predicting forest growth processes by using lerscanner derived stand models and simulating sun eclipitic. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
225. Tickle P.K., Lee A., Lucas R.M., Austin J., Witte C. (2006): Quantifying Australian forest floristic and structure using small footprint LIDAR and large scale aerial photography. *Forest Ecology and Management* 223: 379-394.
226. Tiede D., Hochleitner G., Blaschke T. (2005) A full GIS-based workflow for tree identification and tree crown delineation using laser scanning. ISPRS Workshop CMRT. Wiedeń, Austria.
227. Tiede D., Hoffmann Ch. (2006a): Process oriented object-based algorithms for single tree detection using laser scanning. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
228. Tiede D., Lang S., Hoffman Ch. (2006b): Supervised and forest type specific miliy-scale segmentation for a one level representation of single trees. 1st International Conference on Object-based Image Analysis (OBIA06). Salzburg, Austria.

229. Tokola, T., Pitkänen, J., Partinen S. & Muinonen, E. 1996. Point accuracy of a nonparametric method in estimation of forest characteristics with different satellite materials. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 17, No. 12: 2333-2351.
230. Topan H., Büyüksalih G., Jacobsen K., 2004: Comparison of information contents of high resolution space image. <http://www.isprs.org/istanbul2004/comm4/papers/429.pdf>
231. Tovari D., Pfeifer N. (2005): Segmentation based robust interpolation – a new approach to laser scanning filtering. ISPRS Workshop “Laser scanning 2005”. Enschede, Holandia.
232. Tucek J., Majlingova A. (2006): Individual tree crowns identification from color infrared aerial images using GIS tools. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
233. Tuominen S., 2007 Estimation of local forest attributes, utilizing two-phase sampling and auxiliary data. *Dissertationes Forestales* 41, Finnish Forest Research Institute (Metla): <http://www.metla.fi/dissertationes/df41.pdf>.
234. Turner D.P., Ollinger S.V., Kimball J.S. (2005): Integrating Remote Sensing and Ecosystem Process Models for Landscape- to Regional-Scale Analysis of the Carbon. *BioScience* Vol. 54 No. 6: 573-584.
235. Ulaby F.T., Sarabandi K., McDonald K., Whitt M. and Dobson M.C., 1990: Michigan Microwave canopy scattering model. *Int. J. Remote Sensing*, Vol. 11, No. 7, pp. 1223-1253.
236. Vanderzanden D., Morrison M., 2003: High resolution image classification: A Forest Service test of Visual Learning System’s Feature Analyst. <http://www.featureanalyst.com/solutions/environmental.html>, ss. 18.
237. Vohland M., Stoffels J., Hau C., Schüler G., 2007. Remote sensing techniques for forest parameter assessment: multispectral classification and linear spectral mixture analysis. *Silva Fennica* 41(3): 441–456.
238. Wack R. (2006): Combined use of satellite imagery and laserscanner data for the assessment of forest stand parameters. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
239. Wack R., Schardt M., Barrucho L., Lohr U., Oliveira T. (2003): Forest inventory for eucalyptus plantations based on airborne laserscanner data. WG III/3 Workshop "3-D reconstruction from airborne laserscanner and InSAR data". Drezno, Niemcy.
240. Wack R., Stelzl H. (2005): Laser DTM generation for South-Tyrol and 3D – visualization. ISPRS Workshop “Laser scanning 2005”. Enschede, Holandia.
241. Wagner W., Eberhofer C., Hollaus M., Summer G. (2004): Robust filtering of airborne laser scanner data for vegetation analysis. “Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment”, WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
242. Wang, L., Gong, P., Biging, G.S., 2004. Automated individual tree crown delineation and treetop detection in high-spatial resolution aerial imagery. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 70(3), ss. 351-358.
243. Wang Y., Soh Y.S., Schultz H. (2006): Individual tree crown segmentation in aerial forestry images by Mean Shift Clustering and Graph-based Cluster Merging. *International Journal of Computer Science and Network Security*, vol. 6, no. 11, 40-45.
244. Wang Y., Weinacker H., Koch B. (2007): Development of a procedure for vertical structure analysis and 3D-singlr tree extraction within forests based on LIDAR point cloud. ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007. Espoo, Finlandia.
245. Walsworth N., King D.J., 1998: Comparison of two tree apex delineation techniques. *Proc. Symp. - Int. Forum: Autom. Interpr. of High Spat. Res. Dig. Imagery for Forestry*, Victoria, ss. 93-104.
246. Waser L.T., Ecker K., Ginzler Ch., Kucher M., Schwrz M., Thee P. (2006): Extraction of forest parameters in a mire environment using airborne spectral data and digital surface models. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
247. Watt, P.J., Donoghue, D.N.M., Dunford, R.W. (2003). Forest Parameter Extraction Using Terrestrial Laser Scanning. *Proc. ScandLaser Scientific Workshop on Airborne Laser Scanning of Forests*, Umeå, Sweden, pp. 237-244.
248. Watt P.J., Donoghue D.N.M., McManus K.B., Dunford R.W. (2004) Predicting forest height from IKONOS, LANDSAT and LIDAR data. “Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment”, WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
249. Weihs P., Suppan., Schneider W., Hasenauer H., Huber K. (2006 W): The use of airborne hyperspektral reflectance data to characterize forest species distribution patterns. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, Wiedeń, Austria.
250. Weiss M., Baret F., Smith G.J., Jonckheere I., Coppin P. 2004. Review of methods for in situ leaf area index (LAI) determination. Part II. Estimation of LAI, errors and sampling. *Agricultural and Forest Meteorology* 121: 37-53.
251. Weinacker H., Koch B., Heyder U., Weinacker R. (2004) Development of filtering, segmentation and modeling modules for LIDAR and miltispectral data as a fundament of an automatic forest inventory system. “Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment”, WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
252. Weinacker H., Koch B., Weinacker R. 2004. TREESVIS: A Software System for Simultaneous ED-Real-Time Visualisation of DTM, DSM, Laser Raw Data, Multispectral Data, Simple Tree and

- Building Models. Proceedings of the ISPRS working group VIII/2, Freiburg, 3-6 2004. ISSN 1682-1750: 90-95.
253. Wertz B., 2003: Skaner hiperspektralny AISA (Airborne Imaging Spectrometer for Applications) jako narzędzie pozyskiwania informacji o środowisku leśnym dla poziomu L1 projektu FOREMMS (5 FP). Praca magisterska wykonana na Wydziale Leśnym AR Kraków:
 254. Weiss M., Baret F., Smith G.J., Jonckheere I., Coppin P. 2004. Review of methods for in situ leaf area index (LAI) determination. Part II. Estimation of LAI, errors and sampling. *Agricultural and Forest Meteorology* 121: 37-53.
 255. Westman W.E., Paris J.F., 1987: Detecting Forest Structure and Biomass with C-Band Multipolarization Radar: Physical Model and Field Tests. *Remote Sensing of Environment*, No. 22, pp. 249-269.
 256. Wężyk P., 2006. Wprowadzenie do technologii skaningu laserowego LIDAR w leśnictwie. *Annals of Geomatics*. Vol. IV. Number 4., p. 119-132.
 257. Wężyk P., Kozioł K., Glista M., Pierzchalski M. 2007. Terrestrial laser scanning versus traditional forest inventory – first results from the Polish forests. *ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007*, Espoo, September 12-14, 2007, Finland. Commission WGIII/3, III/4, V3, VIII/1: 424-429.
 258. Wolf F., 2006: Satellite Image Availability.
<http://www.sopac.org/tiki/tiki-index.php?page=Satellite+Image+Availability>
 259. Wulder M.A., Han T., White J.C., Sweda T., Tsuzuki H. (2007): Integrating profiling LIDAR with Landsat data for regional boreal forest canopy attribute estimation and change characterization. *Remote Sensing of Environment* (w druku).
 260. Wulder M., Niemann K.O., Goodenough D.G., 2000: Local maximum filtering for the extraction of tree locations and basal area from high spatial resolution imagery. *Remote Sensing of Environment*, 73(1), ss. 103-114.
 261. Wulder M., Niemann K.O., Goodenough D.G., 2002: Error reduction methods for local maximum filtering of high spatial resolution imagery for locating trees. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 28 (5): 621-628.
 262. Wyczałek I., Wyczałek E., Plichta A., 2004: Segmentacja wysokorozdzielczego zobrazowania satelitarnego w celu rozpoznawania kompleksów urbanistycznych. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji* vol. 14.
 263. Wynne R. H., Oderwald R. G., Reams G. A., Scrivani J. A., 2000: Optical Remote Sensing for Forest Area Estimation. *Journal of Forestry* 98: 31-36.
 264. Yu X., Hyypä J., Hyypä H., Maltamo M. (2004a): Effects of flight altitude on tree height estimation using airborne laser scanning. "Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment", WG VIII/2. Freiburg, Niemcy.
 265. Yu X., Hyypä J., Kaartinen. H., Maltamo M (2004b): Automatic detection of harvested trees and determination of forest growth using airborne laser scanning. *Remote Sensing of Environment* 90: 451-462.
 266. Yu X., Hyypä J., Kaartinen. H., Hyypä H., Maltamo M., Ronnholm P. (2005): Measuring the growth of individual trees using multi-temporal airborne laser scanning point clouds. *ISPRS Workshop "Laser scanning 2005"*. Enschede, Holandia.
 267. Zajączkowski G., 2008: Ocena możliwości wykorzystania zdjęć satelitarnych jako źródła informacji w taksacji i inwentaryzacji miąższości. W: Jabłoński M., Bruchwald A., Michałak R., Zajączkowski G.: Doskonalenie metod inwentaryzacji lasu w planowaniu urzędziowym z wykorzystaniem technik geoinformatycznych i SILP. Dokumentacja IBL wykonana na zlecenie DGLP.
 268. Zajączkowski G., Wężyk P., 2004: Zajączkowski G. Wężyk P., 2004: Ocena i weryfikacja nowych sposobów pozyskiwania informacji z zakresu inwentaryzacji lasu do planu urządzania lasu oraz SILP. Dokumentacja IBL wykonana na zlecenie DGLP, ss. 148 + załączniki.
 269. Zajączkowski G., Wężyk P., 2007: Ocena przydatności skaningu laserowego oraz cyfrowych obrazów multi i hiperspektralnych do określania miąższości drzewostanów – DGLP. Dokumentacja IBL wykonana na zlecenie DGLP, ss. 107 + załączniki.
 270. Zarządzenie Nr 11 Dyrektora Generalnego LP z 14 lutego 1995 r. w sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych.
 271. Zarządzenie Nr 11A Dyrektora Generalnego LP zmieniającego zarządzenie Nr 11, zobowiązującego do stosowania „Wytucznych prowadzenia gospodarki leśnej na zasadach ekologicznych” w bieżącej działalności gospodarczej oraz przy opracowywaniu nowych planów urządzania lasu.
 272. Zarządzenie Nr 25 Dyrektora Generalnego LP z 12 marca 2003 w sprawie sporządzania szacunków brakarskich.
 273. Zawadzki J., Cieszewski C.J., Zasada M. 2004. Zastosowanie metod geostatystycznych do wyznaczania cech taksacyjnych i parametrów biofizycznych lasów metodami teledetekcyjnymi. *Sylwan* 3. s. 51-62.
 274. Zawiła-Niedźwiedzki T., Wiśniewska E., Iracka, M., 2001: Zdjęcia lotnicze i satelitarne w leśnictwie. *Mat. XI Konf. PTIP Systemy Inf. Przestrz.*, Warszawa, ss. 317-327.

275. Zawila-Niedźwiecki T., Strzeliński P. 2007. Teledetekcja w ochronie przyrody terenów leśnych. [W:] Kannenberg K., Szramka H., (red.): Zarządzanie ochroną przyrody w lasach. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Zarządzania Środowiskiem w Tucholi, Tuchola: 163-172.
276. Zawila-Niedźwiecki T. (red.), Zasada M. (red.), 2008. Techniki geomatyczne w inwentaryzacji lasu – potrzeby i możliwości. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
277. Zhao K., Popescu S. (2007): Hierarchical watershed segmentation of canopy height model for multi-scale forest inventory. ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007. Espoo.
278. Żybura H. 2004. Konsekwencje zastosowania półnaturalnej hodowli lasu dla sporządzania planu urządzenia lasu. Urządzenie lasu wielofunkcyjnego. Fundacja ROZWÓJ SGGW. s. 163-170.

Źródła internetowe:

279. <http://www.asgeupos.pl>
280. <http://www.cid-inc.com>
281. <http://www.delta-t.co.uk>
282. <http://www.gifu-u.ac.jp/~ishidam/RGBFisheye02.htm>
283. <http://www.ecostudies.org/gla>
284. <http://www.licor.com>
285. <http://www.raynox.co.jp/english/dcr/dcrf185pro>
286. <http://www.regent.qc.ca>
287. <http://www.sas.com>
288. <http://www.statsoft.com>