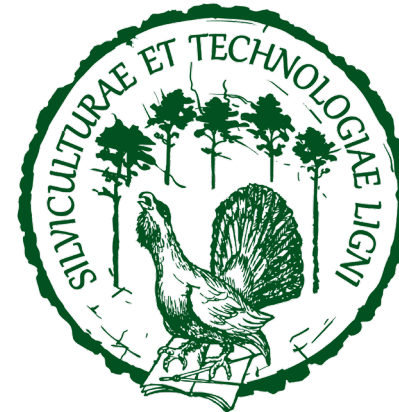


GEOMATYKA

studia stacjonarne
program rozszerzony, wykład 8.
2025



dr inż. Paweł Strzeliński

**Biuro Urządzania Lasu
i Geodezji Leśnej
Oddział w Brzegu**

**Katedra Urządzania Lasu
Wydział Leśny i Technologii Drewna
UP w Poznaniu**



LOTNICZY SKANING LASEROWY

-

TECHNOLOGIA I SPRZĘT

NAZIEMNY SKANING LASEROWY

Lotniczy skaniny laserowy (ang. *Airborne Laser Scanning* – ALS) – fotogrametryczna metoda pomiarowa, pozwalająca na rejestrację obiektów w przestrzeni w postaci chmury punktów.

Działanie lotniczego skaniny laserowego opiera się na rejestracji:

- współrzędnych 3D – X, Y, Z (odległość oraz kąty),
- obrazu intensywności odbicia wiązki skanującej.

Przetworzenie pozyskanej chmury punktów pozwala na zbudowanie trójwymiarowego modelu skanowanej przestrzeni (obektów).

LIDAR LOTNICZY – LOTNICZY SKANING LASEROWY

Lotniczy skaniny laserowy (ang. ALS – Airborne Laser Scanning) – fotogrametryczna metoda pomiarowa; pozwala na rejestrację skanowanych obszarów w postaci chmury punktów stanowiącej reprezentację terenu wraz z wszystkimi elementami, które się na tym terenie znajdują.

W wyniku pomiaru otrzymujemy bardzo dokładny model powierzchni (NMT, NMPT).

Idea działania lotniczego skaniny laserowego opiera się na pomiarze odległości pomiędzy aparaturą pomiarową znajdującą się na pokładzie statku powietrznego (samoloty, śmigłowce, parolotni, itp.), a punktami terenowymi.

LOTNICZY SKANING LASEROWY - ZASADA DZIAŁANIA



SKANING LASEROWY I MOŻLIWOŚCI JEGO ZASTOSOWANIA W LEŚNICTWIE

Praca naukowa finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych w latach 2003/2004 jako projekt badawczy 3 P06L 008 24 "Fotogrametryczna metoda badania stanu i zmian struktury przestrzennej drzewostanów".

dr inż. Krzysztof Będkowski


Katedra Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa, SGGW w Warszawie

LOTNICZY SKANING LASEROWY – PRZYKŁADY

Zalety skaningu laserowego w stosunku do fotogrametrii:

- możliwość rekonstrukcji obiektów także za pomocą pojedynczego promienia (ważne na obszarach leśnych),
- dogodny pomiar obiektów, których obrazy są pozbawione tekstury (np. rozległych jednorodnych upraw rolnych),
- uniezależnienie od warunków atmosferycznych.

Fotogrametria	Skaning laserowy
Duża rozdzielczość przestrzenna (rzędu dm, cm)	Niska rozdzielczość przestrzenna (0,25 punktu / m ²)
Mniejsza dokładność wysokościowa (0,08‰ wysokości lotu)	Większa dokładność wysokościowa
Duże uzależnienie od warunków atmosferycznych	Małe uzależnienie ze względu na stosowanie bliskiej podczerwieni
Zakłócający wpływ cienia w pomiarach obszarów zurbanizowanych i leśnych	Obszary oświetlone i zacienione są jednakowo "widoczne" dla skanera laserowego



SAMOŁOT DO POMIARÓW FOTOGRAMETRYCZNYCH

Cessna 206

LOTNICZA PLATFORMA FOTOGRAMETRYCZNA (2019)

W zakres projektu wchodzi dwusilnikowy samolot
Partenavia P68 TC Observer, wyposażony w:

- wielkoformatową cyfrową kamerę lotniczą **UltraCam XP** (**196 Mpix**) do pozyskiwania zdjęć o rozdzielczości terenowej od **1,8 cm**,
- najnowszy **lotniczy skaner laserowy Riegl LMS-Q680i** pozwalający na pomiar modelu terenu z gęstością do **50 punktów/m²**,
- **kamerę termowizyjną**,
- system określania pozycji **GPS/IMU**.

Źródło: <http://www.gispro.pl/strony/menu/4.dhtml>



PARTENAVIA P68 OBSERVER

Źródło: <http://www.aerialvideo.com/technology/partenavia>



PARTENAVIA P68 TC OBSERVER



PARTENAVIA P68 TC OBSERVER

Wielkoformatowa kamera
lotnicza Vexcel UltraCam
Xp – 196MPx

Lotniczy Skaner
Laserowy LMS-Q680i

Średnioformatowa
kamera lotnicza
DigiCam 60 Mpx

Kamera Termi wizyjna
DigiTherm

LOTNICZE SKANOWANIE LASEROWE - OCENA DOKŁADNOŚCI

Pole testowe	Ilość punktów kontrolnych	Minimalna odchyłka [m]	Maksymalna odchyłka [m]	Średnia odchyłka [m]	Odchylenie standardowe [m]	Błąd średni [m]
Lubań	21	0.02	0.23	0.15	0.05	0.16
Mirsk	20	0.02	0.19	0.11	0.05	0.12
Szklarska Poręba	20	-0.14	0.03	-0.03	0.05	0.06
Karpacz	24	-0.36	-0.11	-0.20	0.07	0.22
Średnia				0.01	0.05	0.14

PORÓWNANIE TECHNOLOGII LIDAR

Porównanie informacji o drzewie dostarczonych przez (Reitberger i in. 2006):

zdjęcie lotnicze	tradycyjny skaner laserowy TopEye	skaner „full waveform „ TopEye MK II

KLASYFIKACJA CHMURY PUNKTÓW ASPRS

a) Klasyfikacji podlegają wszystkie dane pomiarowe

b) Podział punktów LIDAR:

- 0 – punkty utworzone, nigdy nie klasyfikowane,
- 1 – punkty niesklasyfikowane,
- 2 – punkty leżące na gruncie,
- 3 – punkty reprezentujące niską roślinność (wg. wymogów ISOK: w zakresie od 0 do 0,40 m)
- 4 – punkty reprezentujące średnią roślinność (wg. wymogów ISOK: w zakresie od 0,41 do 2,00 m)
- 5 – punkty reprezentujące wysoką roślinność (wg. wymogów ISOK: w zakresie powyżej 2,00 m)
- 6 – punkty reprezentujące budynki, budowle oraz obiekty inżynierskie,
- 7 – szumy,
- 9 – punkty reprezentujące obszary wód,
- 12 – punkty z obszarów wielokrotnego pokrycia.

c) Dokładność klasyfikacji nie może być niższa niż 95%



LIDAR LOTNICZY

Laserowy skaning lotniczy (24 pt/m²; N-ctwo Drawno, IX 2011)

cała pow. – 4 pkt/2; pow. test. – 16-25 pkt/m²



PROGRAMY DO DANYCH ALS

LOTNICZY SKANING LASEROWY (ALS) - OPROGRAMOWANIE

1. ArcGIS + dodatkowe moduły <https://www.esri.pl/>
2. CloudCompare <http://www.cloudcompare.org/>
3. ENVI + moduł LIDAR (ENVI LiDAR) <https://www.esri.pl/envi/>
4. FUSION <http://forsys.sefs.uw.edu/FUSION/fusionlatest.html>
5. Limon <https://www.limon.eu/>
6. LasTools <https://rapidlasso.com/lastools/>
7. LiDAR360 <https://greenvalleyintl.com/software/lidar360/>
8. SAGA <http://www.saga-gis.org/>
9. Terrasolid (TerraScan) <https://terrasolid.com/products/terrascan/>
10. Quick Terrain Modeller <https://appliedimagery.com/>

Oprogramowanie BULiGL:

1. ALSGator
2. LIS



KONTROLA DANYCH



OBSZAR OPRACOWANIA



POTRZEBY A MOŻLIWOŚCI



ETAPY PRZETWARZANIA DANYCH ALS

1. Wgranie i ogólna ocena pliku
2. Porządkowanie chmury
3. Klasyfikacja chmury
4. Tworzenie DEM
5. Normalizacja
6. Segmentacja



PROFILE

TAKSACJA LASU NA BAZIE DANYCH ALS

(OPIS TAKSACYJNY LASU)

3.1. Korekta podziału powierzchniowego

3.2. Korekta granic wyłączeń taksacyjnych

3.3. Opis taksacyjny wyłączeń i zaprojektowanie wskazań gospodarczych

3.3.1. Adres wyłączenia, grupa rodzajów powierzchni oraz rodzaj powierzchni; wykaz gruntów PGLP z podziałem na rodzaje użytków

3.3.2. Informacje o siedlisku, terenie, glebie i pokrywie

3.3.3. Typ drzewostanu (o kierunku gospodarczym lub ochronnym, odpowiednio do funkcji lasu), wiek rębności

3.3.4. Funkcja lasu, gospodarstwo, strefa uszkodzeń

3.3.5. Cecha drzewostanu

3.3.6. Budowa pionowa drzewostanu

3.3.7. Powierzchnie niestanowiące wyłączeń

3.3.8. Osobliwości przyrodnicze

3.3.9. Warstwa drzewostanu

3.3.10. Skład gatunkowy drzewostanu, młode pokolenie, przestoje

3.3.11. Wiek gatunków wchodzących w skład drzewostanu (wiek drzewostanu, klasy wieku), faza rozwoju drzewostanu

3.3.12. Zmieszanie (forma zmieszania)

3.3.13. Zwarcie, zagęszczenie

3.3.14. Pierśnica, wysokość (przeciętna pierśnica, przeciętna wysokość)

3.3.15. Bonitacja gatunków wchodzących w skład drzewostanu (klasa bonitacji drzewostanu)

3.3.16. Zadrzewienie (wskaźnik zadrzewienia)

3.3.17. Jakość (jakość hodowlana drzewostanu lub jakość techniczna drzew w drzewostanach)

3.3.18. Stopień uszkodzenia drzewostanu

3.3.19. Zgodność składu gatunkowego drzewostanu z typem drzewostanu (TD), kwalifikowanie drzewostanów do przebudowy

3.3.20. Okres odnowienia, okres uprzątnięcia, okres przebudowy drzewostanu

3.3.21. Zasobność miąższości grubizny drzewostanu na 1 ha oraz miąższość na całej powierzchni drzewostanu

3.3.22. Spodziewany przyrost bieżący (tabelaryczny oraz użyteczny)

3.3.23. Opis gruntu leśnego niezalesionego

3.3.24. Opis gruntu nieleśnego, gruntu zadrzewionego i zakrzewionego lub gruntu leśnego związanego z gospodarką leśną

3.3.25. Wskazania gospodarcze (lista w programie TAKSATOR)

3.3.26. Szkic taksacyjny

TAKSACJA LASU NA BAZIE DANYCH ALS

- ALSGATOR

W obecnej wersji (21.04.2025 – wersja 1.9.0.) – program umożliwia oszacowanie:

- zasobności (V),
- pierśnicowego pola przekroju dla wszystkich drzew w przeliczeniu na hektar (G),
- średniej pierśnicy dla wszystkich drzew (D),
- średniej pierśnicy drzew najgrubszych, rozumianej jako średnia pierśnica 100 najgrubszych drzew z jednego hektara (D100),
- zagęszczenia drzew wyrażonego liczbą drzew na hektar (N),
- wysokości górnej ze 100 najgrubszych drzew na hektar (H100),
- wysokości średniej ze wszystkich drzew (H),
- wysokości średniej z drzew pierwszej warstwy (H1).



ANALIZY



ANALIZY ALS - HAŁDA KOPALNI TURÓW NADLEŚNICTWO PIEŃSK



MOBILE MAPPING SYSTEM (MMS) - CZYLI SYSTEM MOBILNEGO KARTOWANIA

ŹRÓDŁA:

- **MATERIAŁY Z PREZENTACJI FIRMY TELEATLAS: METODYKA *MOBILE MAPPING SYSTEM*, WARSZAWA, 2007**
- **MATERIAŁY Z PREZENTACJI FIRMY GISPRO**



MOBILE MAPPING SYSTEM (MMS) - SPRZĘT



MMS - SPRZĘT

MMS w LKP Sudety Zachodnie - usytuowanie kamer podczas rejestracji obrazów w kwietniu i maju 2007; źródło: TeleAtlas

kamery cyfrowe

Liczba kamer: 3 pary

Typ: CCD Sony dfw-sx 910

Rozdzielczość: 1280x960 pikseli

Czas ekspozycji: 1:2000

Liczba klatek: 3 klatki/sekundę

skanery laserowe

Typ: SICK LMS 291-S05

Zakres: 180°

Gęstość próbkowania: 1-0,25°

Zbieżystość: 10 mm na odległości 80 m

Odbiornik GPS Omni STAR 3200 LR12

Odometr DMI (SICK)

Żyroskopy laserowe Fiber Optic Vertical Gyro VG700CB



MMS - GEORADAR

GeoRadar z antenami o częstotliwościach od 400 MHz do 1.6 GHz przystosowany do pomiarów tradycyjnych (z wózka) oraz w pełni mobilnych zarówno dla dróg i kolei.



CST – PROJEKTY GISPRO

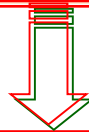
1. Wsparcie wykonania mapy do celów projektowych autostrady A1 i drogi krajowej nr 1

Widok chmury punktów 3D dla pasa jezdni DK1 – wyraźnie widoczne koleiny

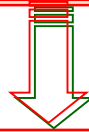


GEORADARY

lata 20.: pierwsze zastosowania georadarów na świecie



lata 90.: intensywny rozwój technologii skanowania georadarem na świecie i w Polsce



2010: projekt „Weisswasser”



GEORADAR – OPIS TECHNOLOGII

Specyfikacja:

Waga: 0,98 kg (z baterią)

Częstotliwość: 34,7 GHz \pm 100 MHz

Zakres prędkości: od 8 km/h do 322 km/h

Dokładność: \pm 3 km/h

Temperatura pracy:

-30°C do +70°C przy

90% wilgotności względnej

STALKER LIDAR LR

Specyfikacja:

Waga: 1,77 kg (z baterią)

Częstotliwość: 34.7 GHz \pm 100 MHz

Zakres prędkości: 2 km/h – 481 km/h

Dokładność: \pm 2 km/h

Zasięg: 1,5 m – 1200 m

Temperatura pracy:

-30°C – +60°C przy

90% wilgotności względnej (przy +37°C)



DĄB W WEISSWASSER

Parametry drzewa

- wiek ok. 360-450 (364) lat,
- $d_{1.3} = 92$ cm,
- $h = 21$ m,
- średnica korony = 12 m,
- długość korony = 14 m.




PRACE TERENOWE

fot. P. Strzeliński



WYNIKI SKANOWANIA GEORADAREM

Źródło: *Hruska et al., 1999*



Butnor J., Roth B., Johnsen K., (2005):
Feasibility of using ground-penetrating radar to quantify root mass in Florida's intensively managed pine plantations.

[In:] Forest Biology Research Cooperative,
FBRC Report #38 - 2005.

Wykorzystano georadar:

Subsurface Interface Radar (SIR) System-
2000, model 5100, **1,50 MHz**

Barton C.V.M., Montagu K.D., (2004): **Detection of tree roots and determination of root diameters by ground penetrating radar under optimal conditions.** *Tree Physiology* 24, 1323-1331.

Wykorzystano 3 georadary (500 MHz, 800 MHz, 1 GHz) do analizy 9 korzeni *So* o różnej średnicy (1-10 cm) na głębokości 50 cm w glebie piaszczystej

Satriani A., Loperte A., Proto M., Bavusi M., (2010): **Building damage caused by tree roots: laboratory experiments of GPR and ERT surveys**. Advances in Geosciences 24, 133-137.

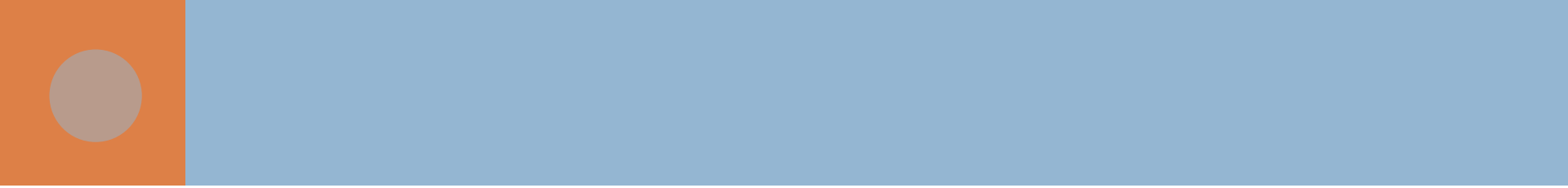
Wykorzystano georadar 3D – SIR 2000 Radar System (1,5 GHz) – w warunkach laboratoryjnych oraz system **ERT (Electrical Resistivity Tomography – tomografia elektrooporowa)** IRIS Georesistivimeter R2 – badanie korzeni drzewka brzoskwini



Wykorzystano georadar 3D – SIR 2000 Radar System (1,5 GHz) – w warunkach laboratoryjnych oraz system ERT (**E**lectrical **R**esistivity **T**omography – tomografia elektrooporowa) IRIS Georesistivimeter R2

Butnor J.R., Johnsen K.H., Wikstrom P., Lundmark T., Linder S., (2006): **Imaging tree roots with borehole radar.** 11th International Conference on Ground Penetrating Radar, June 19-22, 2006, Columbus Ohio, USA.

Wykorzystano georadar 3D – GSSI Sir-20 (900 MHz) – w północnej Szwecji (2003), badanie korzeni w drzewostanie So



Wykorzystano georadar 3D –
GSSI Sir-20 (900 MHz)

– w północnej Szwecji (2003),
badanie korzeni w
drzewostanie So



MINIRHIZOTRON – BEZINWAZYJNE BADANIA KORZENI

Automated Minirhizotron and Arrayed Rhizosphere Soil Sensors
– AMARSS

MINIRHIZOTRON – BEZINWAZYJNE BADANIA KORZENI

Complete telescope system set-up, including electronic schematics of the battery, and the improvements proposed in the discussion. The dotted line represents the outer light trajectory from the object to the camera. A = camera body, B = 2x extender, C = 300mm lens, D = Aperture in frame and PVC entrance block for focusing, E = UV-filter, F = Lead of tape-measure that is anchored to the minirhizotron, G = Minirhizotron wall, H = camera fastening screw, I = diaphragm, J = Polaroid filter, K = flashtube with a Polaroid filter at a 90 degree angle, L = halogen light, M = optical mirror at a 45 degree angle, N = viewing aperture, O = spring powered tape-measure, P = flash electronics.



MINIRHIZOTRON – BEZINWAZYJNE BADANIA KORZENI

Koszt – ok. 16-20 tys. USD

Źródło: <http://www.bartztechnology.com>




WYNIKI SKANOWANIA GEORADAREM - SZKODY OD BOBRÓW (N-CTWO STRZELCE KRAJEŃSKIE)

WYNIKI SKANOWANIA GEORADAREM - SZKODY OD BOBRÓW (N-CTWO STRZELCE KRAJEŃSKIE)


- Zastosowano sprzęt pomiarowy GPR firmy IDS.
- Wybrano antenę o częstotliwości 400 Mhz, jako optymalny stosunek rozdzielczości do głębokości penetracji.
- Zasięg georadaru wynosił do ok. 2,5m.
- Długość odcinka testowego wynosiła ok. 250 m.
- Wykonano dwie niezależne sesje pomiarowe.

Warunki atmosferyczne były sprzyjające badaniom georadarowym (2012-01-04):

- brak opadów deszczu podczas pomiaru,
- temperatura powietrza powyżej 5 stopni Celsjusza,
- ziemia była wilgotna (z powodu wcześniejszych opadów deszczu typowych o tej porze roku).



WYNIKI SKANOWANIA GEORADAREM - WYKRYWANIE PRZEPUSTÓW NA DROGACH LEŚNYCH (N-CTWO STRZELCE KRAJEŃSKIE)



WYNIKI SKANOWANIA GEORADAREM - WYKRYWANIE PRZEPUSTÓW NA DROGACH LEŚNYCH (N-CTWO STRZELCE KRAJEŃSKIE)

Na przekroju przez drogę można wyróżnić 3 warstwy strukturalne oraz przepust, gdzie znajduje się rura o średnicy 50 cm.

W miejscu gdzie występuje rura obszar jest podmokły oraz zaburzony przez podbudowę przepustu.


oprac. GISPRO



BEZZAŁOGOWE MODELE LATAJĄCE - SPRZĘT DO ZDJĘĆ NIEFOTOGRAMOMETRYCZNYCH

SAMOLOTY BEZZAŁOGOWE – TAXUS AVI SYSTEM

- Motoszybowiec z napędem elektrycznym o konstrukcji z kompozytu węglowego.
- W czasie lotu sterowany przez zintegrowanego z płatowcem autopilota, który realizuje wcześniej zaprogramowaną trasę.
- W czasie jednego lotu wykonuje kilkaset zdjęć dla obszaru 2-6 km² (zależnie od kształtu i charakterystyki terenu) z wysokości 250 - 400 metrów.
- Powtarzając lot kilkakrotnie możemy w ciągu jednego dnia wykonać opracowanie dla powierzchni ponad 10 km².
- Lot jest bardzo stabilny: kąty przechylenia i pochylenia w większości mieszczą się w zakresie 0-3 stopni.
- Start następuje ze wspomaganie rampy i liny gumowej.
- Samolot ląduje "na brzuchu" ze wspomaganie klap, które radykalnie skracają podejście do lądowania.
- W czasie lotu - łączność radiowa z aplikacją stacji naziemnej - pełna kontrola parametrów lotu oraz stała możliwość sterowania w pełnym zakresie (np. zmiany trasy lotu lub przerwania misji).



SAMOLOTY BEZZAŁOGOWE – TAXUS AVI SYSTEM

Podstawowe dane:

- rozpiętość: 3,5 m
- całkowita masa do lotu: ok. 6 kg
- czas lotu: 50-60 minut
- prędkość operacyjna: 60 km/godz.
- obszar pojedynczego nalotu fotogrametrycznego: 2 - 6 km²



SAMOLOTY BEZZAŁOGOWE – GATEWING



SAMOLOTY BEZZAŁOGOWE – GATEWING

- Komplet X100 UAV z eBox
- Wyrzutnia
- Zapasowe body
- Tablet kontrolny
- Modem (2.4 GHz)
- Skalibrowany aparat cyfrowy
- Ładowarka do baterii
- 2 litowo-polimerowe
- Narzędzie do śledzenia
- Zapasowe części & akcesoria
- Oprogramowanie Stretchout™

SYSTEM TOPCON SIRIUS PRO

Podstawowe dane

Masa startowa

2,7 kg

Rozpiętość skrzydeł

163 cm

Długość

120 cm

Czas lotu

55 min.

Prędkość

65 km/h

Podstawowe dane komponentu GNSS

Liczba kanałów

226

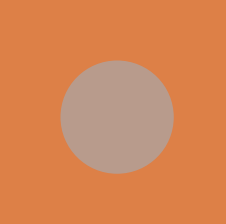
GLONASS L1/L2, Galileo E1, GPS L1 C/A, L2C, L2 P(Y)

Przykładowe dokładności

Typ obiektów	GSD	Dokładność X/Y	Dokładność Z
Rolnictwo	1,6 cm	2,4 cm	3,1 cm
Kopalnia	2-3 cm	4,4 cm	0,8 cm
Rolnictwo	3,5 cm	5,1 cm	3,2 cm
Kopalnia	3-4 cm	5,5 cm	1,6 cm
Rolnictwo	10 cm	7,2 cm	8,6 cm


SYSTEM TOPCON SIRIUS PRO

- **latanie z silnym wiatrem** - UAS umożliwia wykonywanie misji przy wietrze do 50 km/h w porywach do 65 km/h
- **temperatury** - system może pracować przy temperaturach od -20 °C do +45 °C
- **aparat** - kamera Panasonic Lumix GX1, matryca 16 MP Live MOS, z maksymalną czułością ISO 12800, z obiektywem Panasonic 14 mm f/2.5. Aparat jest oferowany w dwóch wersjach dla **światła widzialnego** i **bliskiej podczerwieni**



NALOT FOTOGRAMOMETRYCZNY (2014) – SYSTEM SIRIUS

21.10.2014




NALOT FOTOGRAMETRYCZNY (2015) – SYSTEM SIRIUS

20.04.2015



SZACOWANIE SZKÓD OD ZWIERZYNY NA PODSTAWIE ZDJĘĆ Z BSP

- Data wykonania nalotu: 13.04.2015 r.
- Czas trwania nalotu: 22 minuty
- Pułap: 110 m
- Zarejestrowany obszar: 40 ha
- 520 zdjęć o rozdzielczości terenowej piksela 3 cm



NALOT FOTOGRAMETRYCZNY (2015) – SYSTEM SIRIUS

20.04.2015



SENSE FLY EBEE + PARROT SEQUOIA

Źródło: <https://www.parrot.com/business-solutions-us/parrot-professional/parrot-sequoia>

Źródło: <https://www.easishopdrone.com/products/sequoia-powerful-imaging-camera-by-parrot>

Źródło: <https://tpi.com.pl/pl/platowce/ebee-sq>



SENSE FLY EBEE + PARROT SEQUOIA



SENSE FLY EBEE + PARROT SEQUOIA

SenseFly eBee SQ:

- czas lotu do 55 minut
- pomiar do 200 ha

Zestaw:

- kamera multispektralna Parrot Sequoia
- oprogramowanie Pix4Dfields
- Szybkie tworzenie map:
 - NDVI
 - NDRI



WINGTRA - DRON PIONOWEGO STARTU

14.02.2019



DRONY...





DRON: KAMERA + LIDAR



DRON: KAMERA + LIDAR



DRON: KAMERA + LIDAR
(NADLEŚNICTWO PODANIN, 09.08.2019)

Źródło: <https://wles.up.poznan.pl/pl/skanowanie-przyrody>











LEICA BLK2FLY (2025)

Wymiary: 53 x 60 x 19 cm

Waga (incl. battery): 2,6 kg

Łączność: WLAN, LTE, Bluetooth LE

Laser: klasa 1; 830 nm; 360 x 270 st.

Zasięg lasera: do 25 m; 420 pkt/s

Kamery: 5 kamer, 1,6 MP, 360x180 st.

Dokładność: <20 mm

Czas lotu: 10 min

Pow. pokrycia: 1,1 x 1,3 km² in 10 min.
(0,5 pts/cm²)

Temp. pracy: +5° do +35° C

Prędkość: 5 m/s; 2 m/s (indoor)

Max prędkość wiatru: 10 m/s

Cena: 63,4 tys. USD



RIEGL RICOPTER VUX-SYS (2025)

Wymiary: 62,4 x 98,6 x 47,0 cm
Waga: max. 25 kg (11 kg)
Łączność: WLAN, LTE, Bluetooth LE
Czas lotu: 60 min
Pow. pokrycia: 2 km², 30 min. (100 m)
Temp. pracy: -5° do +40° C
Prędkość: 6-8 (14) m/s;
Max prędkość wiatru: 8 m/s
Cena: ok. 70 tys. EUR

Źródło: <http://www.riegl.com/products/unmanned-scanning/ricopter-with-vux-sys/>



„ŚMIGŁOWCE ...?”



ŚMIGŁOWCE!

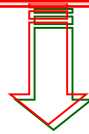


BILANS WĘGLA W BIOMASIE DRZEW GŁÓWNYCH GATUNKÓW LASOTWÓRCZYCH POLSKI

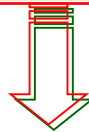
- opis projektu

SZACOWANIE ZASOBÓW WĘGLA

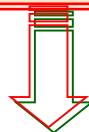
1. Dla każdego typu siedliska leśnego, wieku i składu gatunkowego drzewostanu stworzone zostaną **modele matematyczne zawartości węgla**



2. Na podstawie modeli matematycznych i **baz danych Lasów Państwowych** oszacowane zostaną zasoby węgla oraz zdolność retencji CO₂ przez ekosystemy leśne



3. Geometryczna **baza Leśnej Mapy Numerycznej** umożliwi (od roku 2010 dla wszystkich nadleśnictw) wizualizację dla terenów LP.



4. Określenie wskaźników wspomagających **raportowanie** przez Polskę ilości węgla zakumulowanego przez lasy



DANE REFERENCYJNE

-

**OSZACOWANIE STRUMIENI NETTO CO₂
WYMIENIANYCH POMIĘDZY
EKOSYSTEMEM LEŚNYM A ATMOSFERĄ**



**PROJEKT „POMERANIA” -
OPRACOWANIE TRANSGRANICZNEGO SYSTEMU WSPOMAGANIA
PROCESÓW DECYZYJNYCH DLA ZDALNEJ I MODELOWEJ OCENY
BIOMASY DRZEWNEJ W LASACH OBSZARU WSPARCIA
POMERANIA**

**-
REALIZOWANY W RAMACH PROGRAMU EU, FINANSOWANEGO
PRZEZ INTERREG IV, 2011-2013**

Pułap satelitarny

- Obrazy satelitarne

Pułap lotniczy

- Lotniczy skaning laserowy
- Cyfrowe zdjęcia lotnicze

Technologie naziemne

- Naziemny skaning laserowy
- Zdjęcia hemisferyczne
- System mobilnego kartowania
- Pomiarzy geodezyjne

ZDJĘCIA LOTNICZE

- zdjęcia w kompozycji barw rzeczywistych (RGB)
(rozdzielczość przestrzenna: 10 cm)

ZDJĘCIA LOTNICZE

- zdjęcia w kompozycji barw umownych (CIR)
(rozdzielczość przestrzenna: 10 cm)

ZDJĘCIA LOTNICZE

- zdjęcia w kompozycji barw umownych (CIR) –
rejestracja podczerwieni termalnej (TIR)
(rozdzielczość przestrzenna: 70 cm)



LOTNICZY SKANING LASEROWY

- gęstość skutecznej rejestracji: cały obszar – 4 pkt/m²;
- powierzchnie testowe – 16-25 pkt/m²


POMIARY NA POWIERZCHNIACH DOŚWIADCZALNYCH

Powierzchnie doświadczalne:

- Pierśnice drzew
- Wysokości drzew
- Stanowisko biosocjalne
- Klasyfikacja jakościowa
- Sortymenty
- Skaniny laserowe (ze środka)
- Zdjęcia hemisferyczne
- Koordynaty narożników

Drzewa modelowe:

- Średnica strzały co 1 m
- Długość strzały
- Nasada korony
- Świeża masa poszczególnych części drzewa (strzała, gałęzie, igły, szyszki)
- Pobranie próbek
- Powierzchnia igieł
- Skaniny laserowe 3D



POMIARY NA POWIERZCHNI DOŚWIADCZALNYCH - ZDJĘCIA HEMISFERYCZNE



ANALIZY POWIERZCHNI

Klasyfikacja na obrazie RapidEye
– analiza w programie eCognition



ANALIZY POWIERZCHNI

– analiza w programie eCognition



ANALIZY POWIERZCHNI

Powierzchnia rzutów koron
– analiza w programie eCognition



ANALIZY POWIERZCHNI

Liczba drzew

– analiza w programie eCognition



FILTRACJA CHMURY PUNKTÓW DO DEM, DSM ORAZ NDSM (OHM)



FILTRACJA CHMURY PUNKTÓW DO DEM, DSM ORAZ NDSM (OHM)

DEM



FILTRACJA CHMURY PUNKTÓW DO DEM, DSM ORAZ NDSM (OHM)

DSM



FILTRACJA CHMURY PUNKTÓW DO DEM, DSM ORAZ NDSM (OHM)

nDSM



OKREŚLENIE WYSOKOŚCI, PROMIENIA I OBJĘTOŚCI KORONY ORAZ POŁOŻENIA WIERZCHOŁKA KORONY



WYBÓR DRZEW, KTÓRE WCHODZĄ W OBREB POWIERZCHNI PRÓBNEJ



DRZEWA MODELOWE

Wytypowanie drzew
i naziemny skaning laserowy



DRZEWA MODELOWE - LABORATORIUM W BOROWCU



TROCĘ HISTORII NADLEŚNICTWA DRAWNO

PROJEKT POMERANIA - OBOZY NAUKOWE

PROJEKT POMERANIA - WARSZTATY LAS TOOLS

W JAKIM CELU???

Celem praktycznym projektu jest:

- zbudowanie transgranicznego systemu informacyjnego „**Biomasa**”,
- wspomagającego zarządzanie zasobami leśnymi dla potrzeb zrównoważonej gospodarki leśnej i ochrony środowiska.



SYSTEM BIOMASA



PROJEKT „CBM”

**MODELOWANIE BILANSU WĘGLA NA POZIOMIE LOKALNYM I
GLOBALNYM PAŃSTWOWEGO GOSPODARSTWA LEŚNEGO LASY
PAŃSTWOWE ORAZ OPRACOWANIE NAUKOWE PARAMETRÓW
WEJŚCIOWYCH I SCENARIUSZY DZIAŁAŃ GOSPODARCZYCH DLA
OBSZARU POLSKI**

FINANSOWANY PRZEZ DGLP, 2012-2017



MODELOWANIE BILANSU WĘGLA

Dane urzędniowe – inwentaryzacja leśna

Dane z monitoringu zagrożeń naturalnych

Dane z baz danych administracji leśnej

Dane na temat zmian sposobu użytkowania gruntów

Dane z regionalizacji ekologicznych



MODELOWANIE BILANSU WĘGLA



MODELOWANIE BILANSU WĘGLA



**PROJEKT „REMBIOFOR” -
TELEDETEKCYJNE OKREŚLANIE BIOMASY DRZEWNEJ I
ZASOBÓW WĘGLA W LASACH**

-
**REALIZOWANY W RAMACH PROGRAMU BIOSTRATEG,
FINANSOWANEGO PRZEZ NCBR, 2015-2018**



REMBIOFOR – POWIERZCHNIE PRÓBNE



REMBIOFOR – EFEKTY NAUKOWE



REMBIOFOR – ZESPÓŁ



PROJEKT LEŚNE GOSPODARSTWA WĘGLOWE (LGW)

-


REALIZOWANY PRZEZ LASY PAŃSTWOWE, 2016-...




LEŚNE GOSPODARSTWA WĘGLOWE



**W ZAKRESIE MONITORINGU I OCENY STANU
LASU
DLA SUDETÓW I BESKIDU ZACHODNIEGO**



TRZY OBSZARY OBEJMUJĄCE 12 NADLEŚNICTW NA TERENIE RDLP WROCŁAW I KATOWICE (310.000 HA)



OK.600 POWIERZCHNI KOŁOWYCH OBEJMUJĄCYCH 20 NADLEŚNICTW OBU RDLP



LEŚNE ZASOBY EUROPY

SIP DLA OGRODU DENDROLOGICZNEGO (2010)

KAMIL KONDRACKI, JACEK ŁAKOMY,
SŁAWOMIR SUŁKOWSKI, MARIUSZ KRUK

SEKCJA GEOMATYCZNA KOŁA LEŚNIKÓW



WDRAŻANIE SYSTEMU INFORMACJI PRZESTRZENNEJ W LASACH MIEJSKICH POZNANIA

PAWEŁ STRZELIŃSKI¹), ŁUKASZ POLAKOWSKI²), ŁUKASZ ANTOSZ²), MIECZYŚŁAW BROŃSKI²)

1) Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Leśny, Katedra Urządzania Lasu;

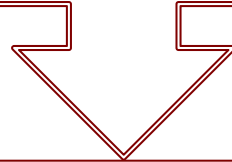
2) Zakład Lasów Poznańskich

I ETAP

W 2017 roku przy wsparciu finansowym Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Poznaniu rozpoczęto realizację zadania pn. „**Monitoring przyrodniczy w lasach komunalnych miasta Poznania**”.

Głównym celem wdrożenia Systemu Informacji Przestrzennej w Zakładzie Lasów Poznańskich jest:

- prowadzenie bieżącej kontroli stanu,
- śledzenie zmian zachodzących w ekosystemach leśnych,



- możliwość podejmowania szybkich i trafnych decyzji z zakresu gospodarowania, ochrony i prowadzenia nadzoru nad lasami miejskimi.

GŁÓWNE KIERUNKI WYKORZYSTANIA


- Kontrola lasów niestanowiących własności Skarbu Państwa
- Ocena rozwoju lasów i wpływu prowadzonych zabiegów pielęgnacyjnych na stan/kondycję drzewostanów
- Wykonywanie analiz przestrzennych dla obszarów leśnych będących pod administracją ZLP
- Wykonywanie analiz przestrzennych zagospodarowania rekreacyjnego
- Wykonywanie analiz z zakresu ochrony przyrody



KONTROLA LASÓW NIESTANOWIĄCYCH WŁASNOŚCI SKARBU PAŃSTWA PRZY WYKORZYSTANIU ZOBRAZOWAŃ SENTINEL 2

AUTOMATYZACJA PROCESU WYKRYWANIA DRZEW MARTWYCH I OBUMIERAJĄCYCH

- Zakres opracowania obejmował ocenę analiz, opartych o **formuły automatycznego procesu wyszukiwania martwych i obumierających drzew** na fotogrametrycznych materiałach lotniczych:
 - ortofotomapa ze zdjęć lotniczych **RGB + CIR** (zasoby GEOPOZ)
 - ortofotomapa ze zdjęć **RGB + NIR + RedEdge** (nalot UAV, 2017).
- Pierwszym etapem było **opracowanie kluczy fotogrametrycznych** – na podstawie odnalezionych w terenie drzew, reprezentujących:
 - **gatunek,**
 - **grupę wiekową,**
 - **typ siedliskowy lasu,**
 - **klasy uszkodzenia.**



AUTOMATYZACJA PROCESU WYKRYWANIA DRZEW MARTWYCH I OBUMIERAJĄCYCH

Kl. 1 – drzewo zdrowe

Kl. 2 – defoliacja pow. 50%

Kl. 3 – brak żywych liści

Kl. 4 – brak ulistnienia



ZASTOSOWANIE WSKAŹNIKA NDRE I KANAŁU REEDGE



OCENA STANU ZDROWOTNEGO DRZEWOSTANU W LESIE PIĄTKOWSKIM


OKREŚLENIE PODATNOŚCI DRZEWOSTANÓW NA ANTROPOPRESJĘ

- Analiza przestrzenna **ciągów pieszo-rowerowych** na terenie Miasta Poznania.

- Określenie **podatności drzewostanów na degradację w wyniku działalności turystycznej.**



- **Wyznaczono czynniki kształtujące wrażliwość drzewostanów na degradację:**
 - typ siedliskowy lasu,
 - stan siedliska,
 - dominujące gatunki drzew,
 - wiek,
 - procentowy udział gatunku w drzewostanie,
 - powierzchniowa budowa geologiczna,
 - spadki terenu.



AKTUALIZACJA PLANÓW ZAGOSPODAROWANIA REKREACYJNEGO LASÓW MIEJSKICH POZNANIA



MONITORING WPŁYWU RENATURYZACJI I STANU HYDROLOGICZNEGO NA ZMIANY W BIOMASIE DRZEW I DRZEWOSTANÓW



SKANOWANIE BŁĘDNYCH SKAŁ (17.06.2017)

Działanie nr 6: Monitoring wpływu renaturyzacji i stanu hydrologicznego na zmiany w biomasie drzew i drzewostanów

Data zawarcia umowy: 11.09.2017

Termin realizacji: 30.11.2017

Zakres:

1. założenie sieci powierzchni analizujących wpływ warunków wodnych
2. pomiary terenowe
3. analizy i podsumowanie wyników



ROZPOZNANIE I OCENA

**AKTUALNEGO STANU SIEDLISK PRZYRODNICZYCH
W OTOCZENIU RZEKI CZERWONA WODA**

OPRAC. A.M. JAGODZIŃSKI (ID PAN W KÓRNIKU)



INWENTARYZACJA PÓŁNOCNO-ZACHODNICH ŚCIAN SZCZELIŃCA WIELKIEGO - NUMERYCZNY MODEL 3D



ŁĄCZENIE METOD



WIRTUALNY LAS...



SKANOWANIE KRZYWEGO LASU W NADLEŚNICTWIE GRYFINO




WIRTUALNY LAS...



... **CZY LEŚNY MATRIX?**



WYZWANIA!



**Wulkany wydzielają około 0,3 mld ton CO₂ na rok.
To około 1% ludzkich emisji, które przekraczają
znacznie
30 mld ton na rok!**

Mont Redoubt (Alaska, 22.03.2009)

By R. Clucas - <http://pubs.usgs.gov/dds/dds-39/album.html> and
http://gallery.usgs.gov/photos/03_29_2013_otk7Nay4LH_03_29_2013_5#.UrvS2vfTnrc,
Domena publiczna, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5768911>