

# LOTNICZY SKANING LASEROWY (LiDAR-ALS) JAKO ŹRÓDŁO DANYCH DO OBLICZEŃ STATECZNOŚCI SKARP NA TERENACH ZADRZEWIONYCH I ZAKRZEWIONYCH

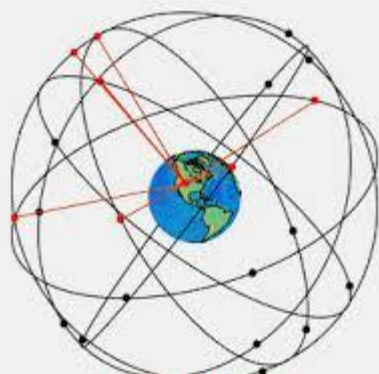
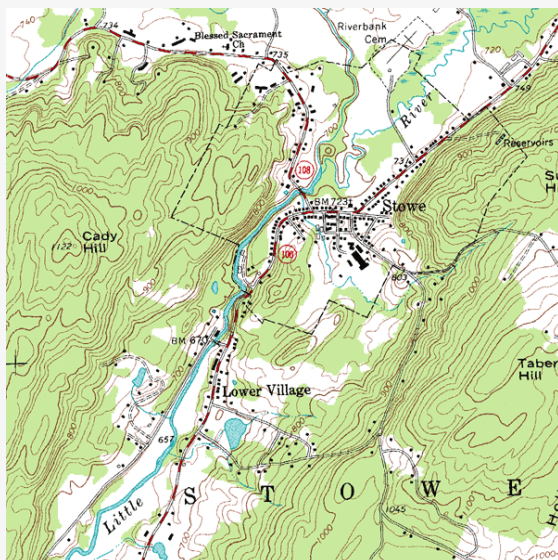
- *mgr inż. Arkadiusz Piechota*  
*Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy*
- *ul. Jagiellońska 76, 03-301 Warszawa*
- *email: [arkadiusz.piechota@pgi.gov.pl](mailto:arkadiusz.piechota@pgi.gov.pl)*



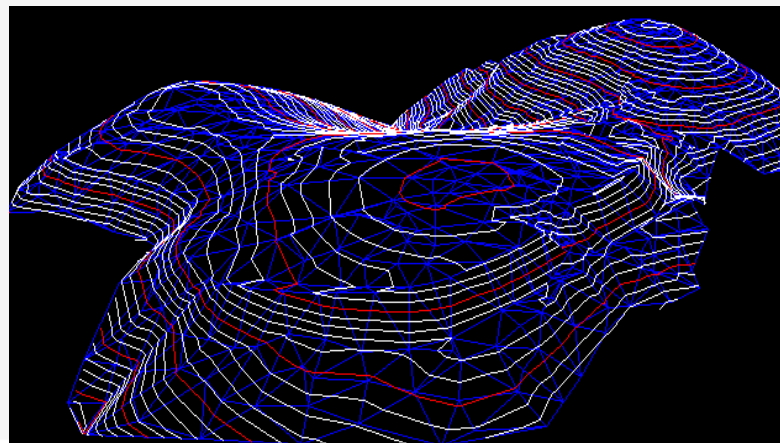
# METODY POZYSKIWANIA RZĘDNYCH WYSOKOŚCIOWYCH NA POTRZEBY BUDOWY PROFILU MORFOLOGICZNEGO:



- bezpośrednie pomiary geodezyjne za pomocą klasycznych lub satelitarnych metod pomiarowych (tachimetria, niwelacja geometryczna, GNSS)
- kartometryczne pomiary na mapach topograficznych lub mapach zasadniczych
- pomiary w oparciu o numeryczny model terenu (NMT)



7 visible satellites

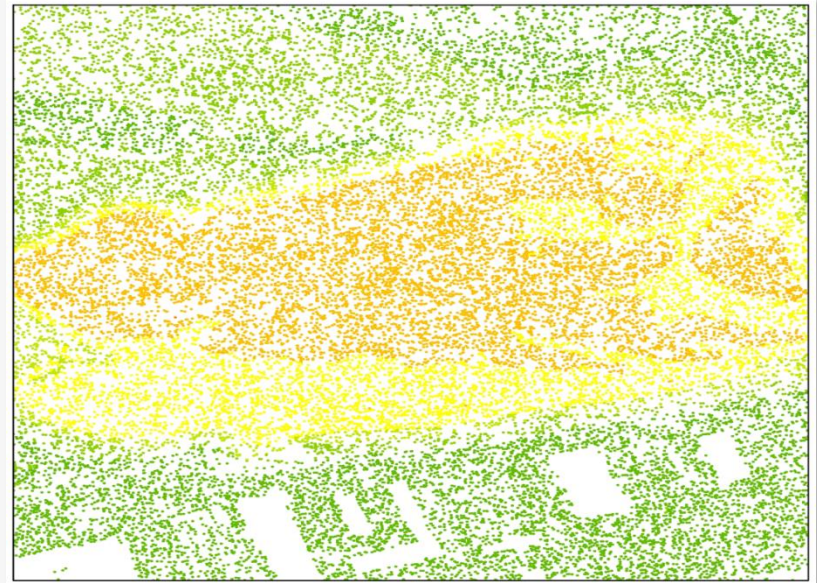
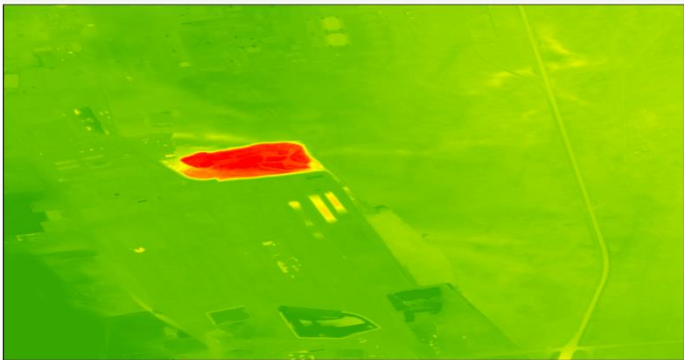


# LOTNICZY SKANING LASEROWY (LiDAR-ALS)

## Charakterystyka metody:

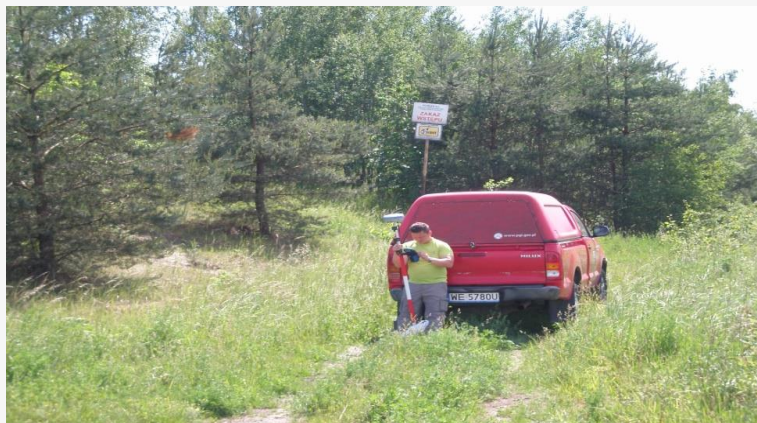
- wykonany w latach 2011 – 2014 na obszarze prawie całego kraju
- gęstość skanowania 4 – 12 pkt./m<sup>2</sup> (w zależności od gęstości zaludnienia terenu)
- dopuszczalny błąd wysokościowy dla punktów usytuowanych na płaskich utwardzonych powierzchniach kształtuje się w granicach 0,10 – 0,15 m (w zależności od gęstości skanowania)

***Dane ALS LiDAR dzięki niewielkiej odległości pomiędzy punktami (0,30 – 0,50 m) są bardzo dobrym materiałem do tworzenia NMT***



# CHARAKTERYSTYKA OBSZARÓW BADAWCZYCH

Obszary badawcze to nieczynne składowiska zarośnięte roślinnością średnią i wysoką, tj. krzewy o wysokości w zakresie 0,4 – 2,0 m oraz drzewa o wysokości powyżej 2,0 m. Ogólnym celem badań tych obszarów było określenie stateczności skarp na potrzeby przyszłego kierunku zagospodarowania terenu.



# POMIARY GEODEZYJNE METODĄ GNSS-RTN

Pomiary satelitarne GNSS-RTN polegają na wyznaczeniu pozycji w przestrzeni anteny odbiorczej na podstawie sygnałów nadawanych z satelitów krążących wokół Ziemi na ściśle określonych orbitach. Satelity te należą do systemów GPS, GLONASS i innych o zbiorczej nazwie GNSS.

Metoda RTN polega na dokonaniu korekty wyznaczonej pozycji w oparciu o pomiar wykonany w tym samym czasie pomiędzy punktem wyznaczanym a punktem o znanych współrzędnych.

Charakterystyka dokładnościowa przedstawiała się następująco:

- liczba satelitów: 7-17
- parametr zaufania do pomiaru PDOP: 1,161-4,051
- błąd wyznaczenia wysokości: 0,013-0,090 m



# POMIARY WYSOKOŚCI W OPARCIU O DANE LiDAR-ALS

Konkurencyjną metodą do pomiarów bezpośrednich GNSS-RTK może okazać się metoda pozyskiwania danych wysokościowych na podstawie danych źródłowych z lotniczego skaningu laserowego LiDAR lub z numerycznych modeli terenu (NMT) wykonanych na podstawie tych danych.

W celu weryfikacji metody dokonano porównania wysokości odczytanych z lotniczego skaningu laserowego z wysokościami otrzymanymi z pomiarów satelitarnych GNSS-RTN na dwóch terenach badawczych.

Teren pierwszy objęty został nalotem z gęstością próbkowania 12 pkt./m<sup>2</sup> natomiast na terenie drugim nalot wykonano z gęstością próbkowania 4 pkt./m<sup>2</sup>.

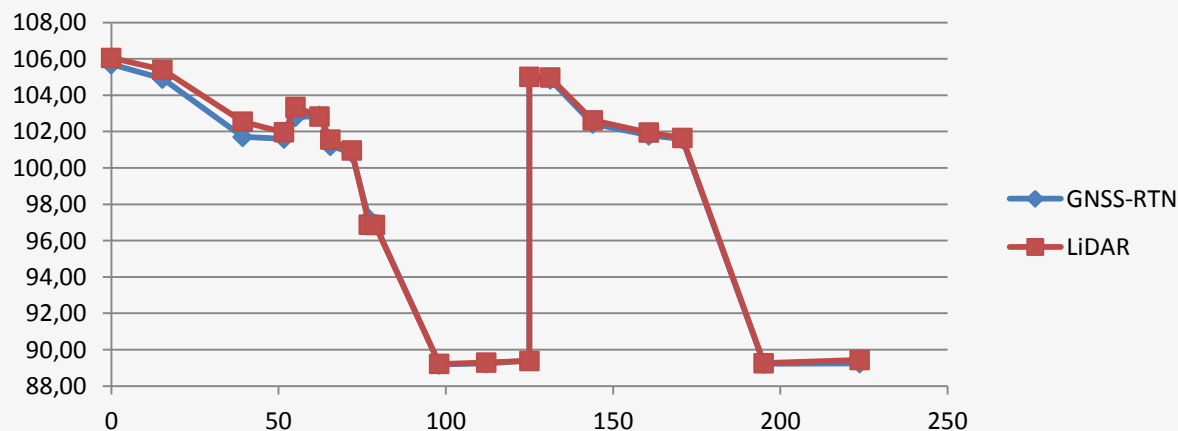
# POMIARY Z DANYCH ŹRÓDŁOWYCH LiDAR

Metodyka pozyskiwania wysokości z „*chmury punktów*” powstałej z danych źródłowych LiDAR-ALS polegała na odczytaniu wartości H punktu zaklasyfikowanego jako *grunt* będącego najbliższym punktu z pomiaru GNSS-RTN.

Odległość pomiędzy punktami nie przekraczała 1 metra.

Następnie porównano wartości wysokości z obu metod i poddano prostym obliczeniom statystycznym.

Wynikiem obliczeń była średnia wartość odchyłki oraz błąd średni kwadratowy odczytanych wysokości przy założeniu że pomiary GNSS-RTN są pomiarami bezbłędnymi



# POMIARY Z DANYCH ŹRÓDŁOWYCH LiDAR

Charakterystyka dokładnościowa dla terenu pierwszego (12 pkt./m) wygląda następująco:

- maksymalne różnice wysokości (odchyłki): -0,84 – 0,31 m
- średnia wartość odchyłki: -0,02 m
- błąd średni kwadratowy pomiaru ALS LiDAR w stosunku do pomiarów GNSS-RTN: 0,31 m

Natomiast charakterystyka dokładnościowa dla terenu drugiego (4 pkt./m) wygląda następująco:

- maksymalne różnice wysokości (odchyłki): -0,45 – 0,27 m
- średnia wartość odchyłki: -0,04 m
- błąd średni pomiaru ALS LiDAR w stosunku do pomiarów GNSS-RTN: 0,21 m



# POMIARY Z NUMERYCZNEGO MODELU TERENU

Z danych źródłowych LiDAR-ALS dla obu terenów wykonano numeryczne modele terenu. Modele te wykonano metodą rastrową - wariant modelu GRID .

Model wykonano z wielkością terenową piksela 1mx1m.

Charakterystyka dokładnościowa dla terenu pierwszego wygląda następująco:

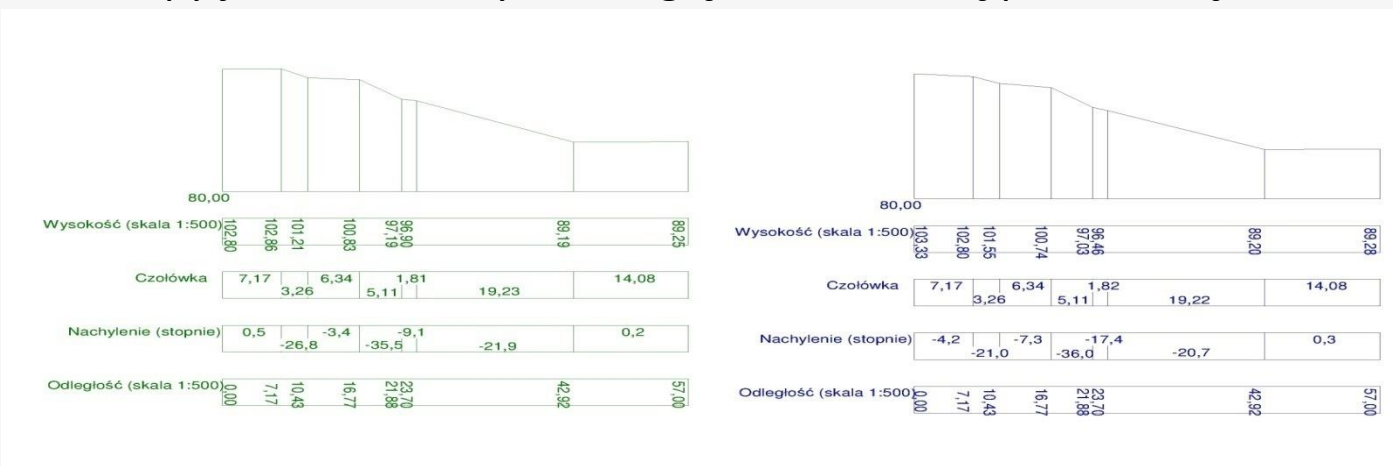
- maksymalne różnice wysokości (odchyłki): -0,78 – 0,44 m
- średnia wartość odchyłki: 0,01 m
- błąd średni NMT w stosunku do pomiarów GNSS-RTN: 0,31 m

Charakterystyka dokładnościowa dla terenu drugiego wygląda następująco:

- maksymalne różnice wysokości (odchyłki): -0,59 – 0,31 m
- średnia wartość odchyłki: -0,03 m
- błąd średni NMT w stosunku do pomiarów GNSS-RTN: 0,22 m

# WNIOSKI

- należy zauważyć, iż ze względu na fakt losowości pomiarów LiDAR-ALS w stosunku do pomiarów GNSS-RTN niemożliwe jest m.in. wykrycie niewielkich szczelin powstałych w gruncie
- w pobliżu krawędzi skarpy NMT uśrednia wysokości z obu stron krawędzi i zawsze daje wynik zafałszowany
- losowość pomiarów LiDAR-ALS oraz automatyzacja klasyfikacji punktów może prowadzić do zafałszowania danych źródłowych
- kształt skarpy jest zachowany bez względu na metodę pomiarową



Podsumowując można stwierdzić, że metoda pozyskiwania wartości wysokości z danych LiDAR jest metodą mniej pewną ale perspektywiczną, dlatego też warto nauczyć się używać tego narzędzia i wykorzystać we wszystkich projektach w których można je zastosować.

***DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ!!!***