

## ALSgator

Instrukcja do modułu szacowania zasobności  
na podstawie danych ALS



### Spis treści

<b>I. WSTĘP .....</b>	<b>2</b>
<b>II. METODYKA .....</b>	<b>3</b>
<b>III. INSTALACJA .....</b>	<b>5</b>
A. Wymagania sprzętowe.....	5
B. Proces instalacji.....	5
C. Dodatkowe pliki.....	8
<b>IV. INTERFEJS GRAFICZNY .....</b>	<b>10</b>
<b>V. OPCJE PROGRAMU .....</b>	<b>11</b>
<b>VI. WCZYTYWANIE DANYCH.....</b>	<b>12</b>
A. Opis danych wejściowych.....	12
B. Wprowadzanie danych w programie .....	14
C. Przygotowanie projektu bazy danych .....	15
<b>VII. OBLICZENIE STATYSTYK DLA POWIERZCHNI KOŁOWYCH.....</b>	<b>17</b>
<b>VIII. CECHY POWIERZCHNI KOŁOWYCH .....</b>	<b>20</b>
<b>IX. OBLICZANIE CECH DLA SIATKI .....</b>	<b>22</b>
<b>X. OBLICZANIE CECH DLA WYDZIELEŃ.....</b>	<b>23</b>
<b>XI. MODELE I ANALIZA DOKŁADNOŚCI.....</b>	<b>24</b>
<b>XII. GENEROWANIE RAPORTU.....</b>	<b>27</b>

## I. WSTĘP

Aplikacja ALSgator powstała w ramach projektu „Teledetekcyjne określanie biomasy drzewnej i zasobów węgla w lasach” (REMBIOFOR)<sup>1</sup> i została opracowana przez zespół z Zakładu Geomatyki Instytutu Badawczego Leśnictwa, w konsultacji z przedstawicielami Lasów Państwowych. Aplikacja pozwalała na szacowanie zasobności na podstawie danych lotniczego skanowania laserowego (ALS). Na etapie projektu wdrożeniowego<sup>2</sup>, do aplikacji dodano moduł kontroli danych teledetekcyjnych, zoptymalizowano moduł szacowania zasobności oraz dodano nowe funkcje pozwalające na obliczanie cech taksacyjnych drzewostanów na podstawie danych teledetekcyjnych.

W obecnej wersji 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)
- oraz wysokości średniej z drzew pierwszej warstwy (H1).

Aplikacja wymaga odpowiednio przygotowanych danych. Jako wynik, użytkownik otrzymuje warstwy przestrzenne oraz raport z podsumowaniem. Program dodatkowo generuje wykresy, które mogą zostać zapisane przez użytkownika.

---

<sup>1</sup>Projekt „Teledetekcyjne określanie biomasy drzewnej i zasobów węgla w lasach” został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, w ramach programu „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” BIOSTRATEG oraz ze środków Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych.

<sup>2</sup>Projekt „Rozbudowa metody inwentaryzacji urządzeniowej stanu lasu z wykorzystaniem efektów projektu REMBIOFOR” sfinansowany ze środków Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych.

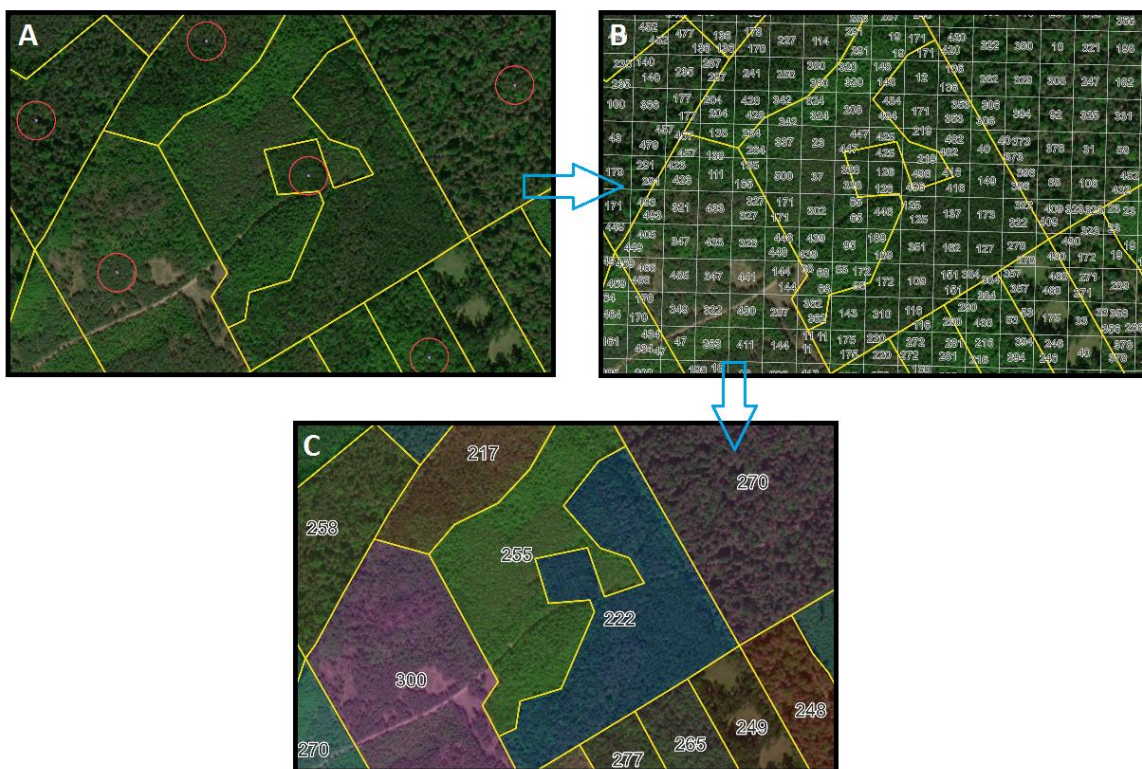
## II. METODYKA

Efektom obliczeń programu są wyniki predykcji wybranych cech taksacyjnych, dla dowolnego fragmentu obszaru objętego nalotem fotogrametrycznym. Estymacja i interpolacja wyników jest możliwa dzięki zastosowaniu modelu regresyjnego, opisującego relację pomiędzy cechami taksacyjnymi określonymi na podstawie pomiarów terenowych na kołowych powierzchniach próbnych, a zmiennymi chmury punktów z lotniczego skanowania laserowego (ALS), dla tych samych powierzchni.

Na podstawie dostarczonej chmury punktów, oraz numerycznego modelu terenu, program oblicza zmienne ALS, które porównuje do wartości cech taksacyjnych określonych w terenie. Następnie, na podstawie takiego porównania, dla każdej zmiennej wchodzącej w postać modelu określone są współczynniki korygujące dla danego obszaru – jest to tak zwany model lokalny, który, w odróżnieniu od modelu globalnego, jest uzupełniony o informację z pomiarów terenowych, dzięki czemu powinien być dokładniejszy.

Kolejnym etapem obliczeń jest utworzenie regularnej siatki kwadratów o powierzchni równej powierzchni kołowej powierzchni próbnej (500 m<sup>2</sup>). Siatka ta pokrywa cały obszar inwentaryzacji. Dla każdego oczka obliczane są te same wartości zmiennych ALS, które były obliczane dla powierzchni kołowych. Następnie, każdemu kwadratowi przypisywana jest wartość wybranej cechy taksacyjnej na podstawie modelu lokalnego lub globalnego - w zależności od wybranej opcji. Ostatnim etapem jest uśrednienie wartości wszystkich fragmentów oczek siatki, które przestrzennie znajdują się w granicach wydzielenia.

Poniżej przedstawiono schemat obliczeń w module szacowania: uczenie modelu na podstawie danych ALS i pomiarów naziemnych na powierzchniach próbnych (A), predykcja wartości wybranej cechy taksacyjnej dla każdego oczka siatki (B) oraz agregacja wyników do poziomu wydzielenia (C).



W literaturze, metodę wykorzystywaną w programie można spotkać pod nazwą metoda powierzchniowa (ang. *Area-based approach*, ABA), dwufazowa metoda inwentaryzacji lasu (ang. *Two-phase forest inventory*), a ściślej dwufazowa metoda inwentaryzacji lasu z estymatorem regresyjnym (ang. *Two-phase forest inventory with regression estimator*). Przeszukując dostępne informacje można znaleźć wiele szczegółowych opracowań zarówno na temat koncepcji obliczeń jak i konkretnych studiów przypadków<sup>3,4,5,6,7</sup>.

<sup>3</sup> Parkitna i in. 2021, *Modelling growing stock volume of forest stands with various ALS area-based approaches*. *Forestry: An International Journal of Forest Research* 94 (5), 630-650. DOI: <https://doi.org/10.1093/forestry/cpab011>

<sup>4</sup> Hawryło i in. 2020, *The use of remotely sensed data and Polish NFI plots for prediction of growing stock volume using different predictive methods*. *Remote Sensing* 12 (20). DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12203331>

<sup>5</sup> Lisańczuk i in. 2020, *Influence of sampling intensity on performance of two-phase forest inventory using airborne laser scanning*. *Forest Ecosystems* 7 (1), 1-16. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40663-020-00277-6>

<sup>6</sup> Sterenczak i in. 2018, *The influence of number and size of sample plots on modelling growing stock volume based on airborne laser scanning*. *Drewno. Prace Naukowe. Doniesienia. Komunikaty* 61 (201). DOI: <https://doi.org/10.12841/wood.1644-3985.D11.04>

<sup>7</sup> White i in. 2013, *A best practices guide for generating forest inventory attributes from airborne laser scanning data using an area-based approach*. Information report FI-X-010, Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Canadian Wood Fibre Centre. <https://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=34887>

### III. INSTALACJA

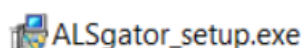
#### A. Wymagania sprzętowe

Moduł szacowania do poprawnego działania wymaga komputera o odpowiedniej mocy obliczeniowej oraz pamięci RAM adekwatnej do wielkości przetwarzanego zbioru danych. Minimalne wymagania sprzętowe:

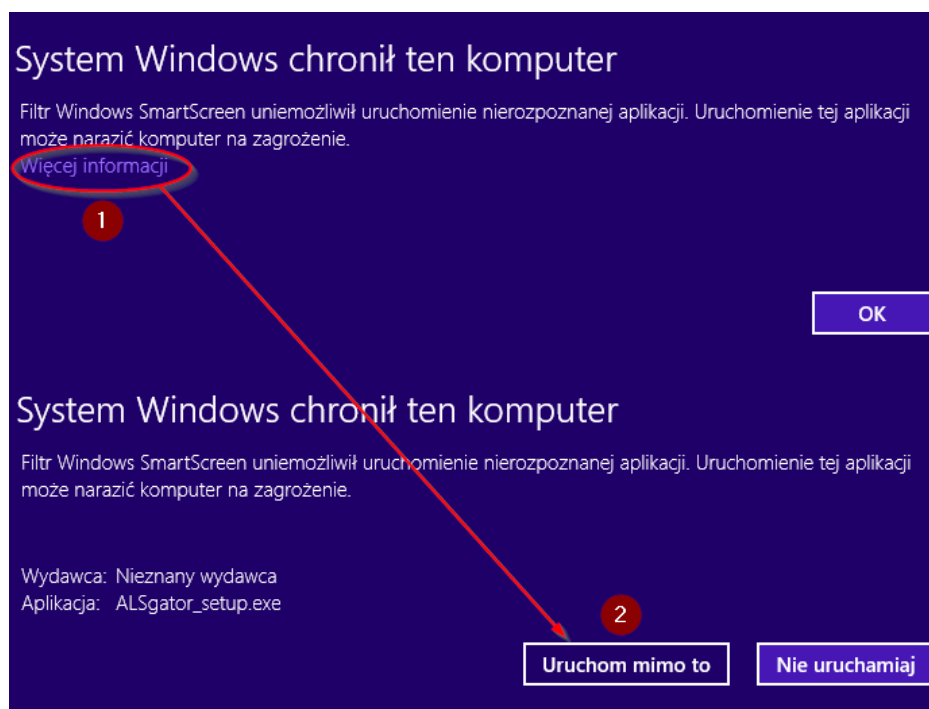
1. procesor 64-bitowy,
2. 8 GB pamięci RAM lub więcej,
3. system operacyjny Windows 8.1, 10 lub 11.

#### B. Proces instalacji

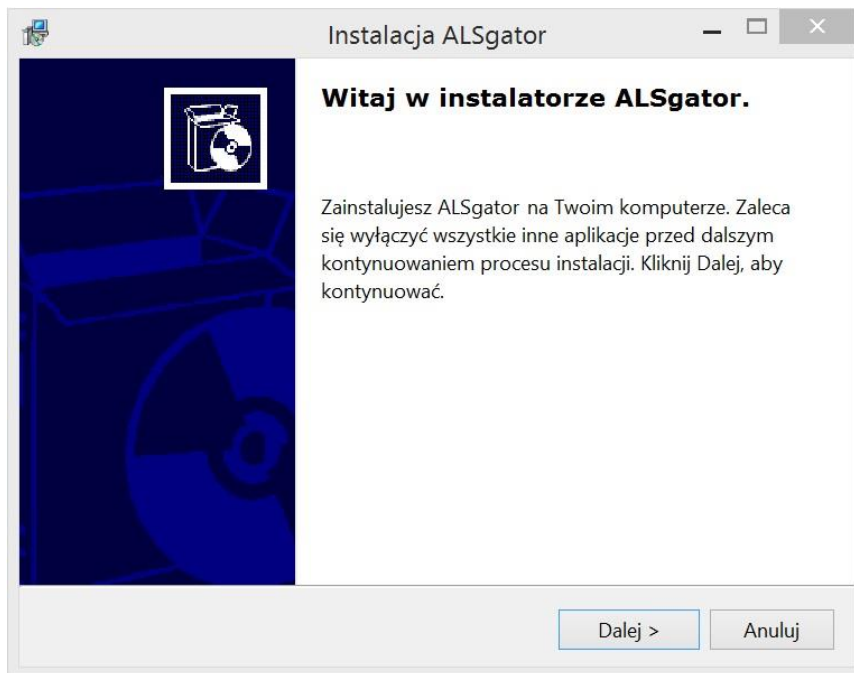
1. Instalator aplikacji jest dostępny jako plik wykonywalny pod nazwą „ALSgator\_setup.exe”.



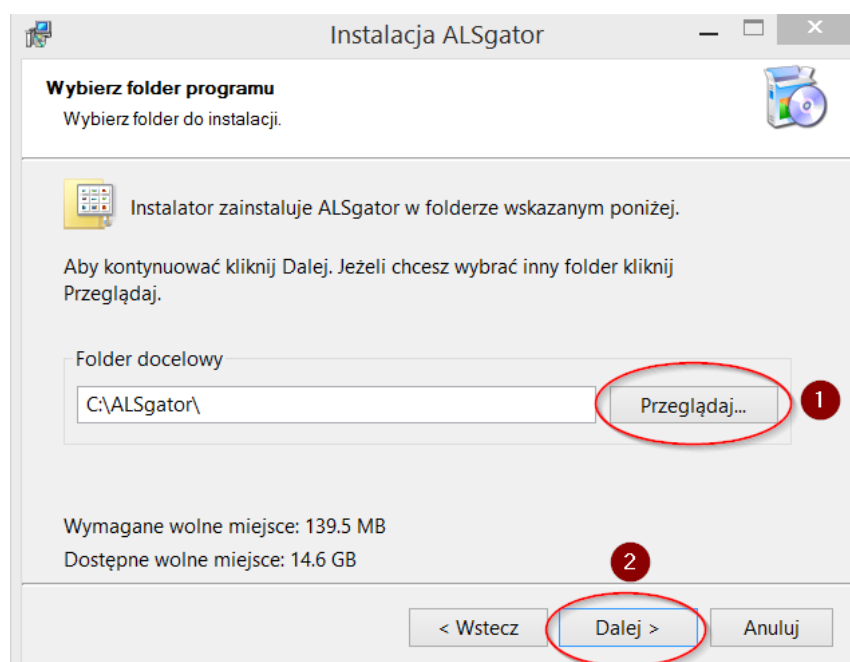
2. Dwukrotne kliknięcie w plik wykonywalny uruchamia proces instalacji programu. W przypadku aktywnej usługi Microsoft Defender SmartScreen należy wybrać „Więcej informacji” (1), a następnie „Uruchom mimo to” (2).



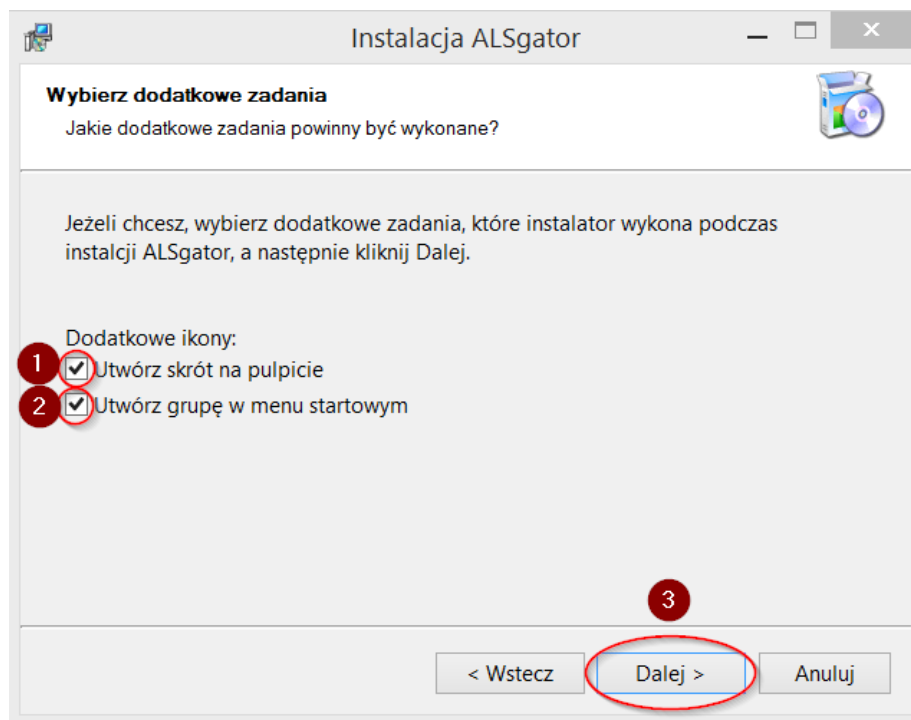
3. Po uruchomieniu instalatora pojawia się okno procesu instalacji. Aby kontynuować należy wybrać przycisk „Dalej”.



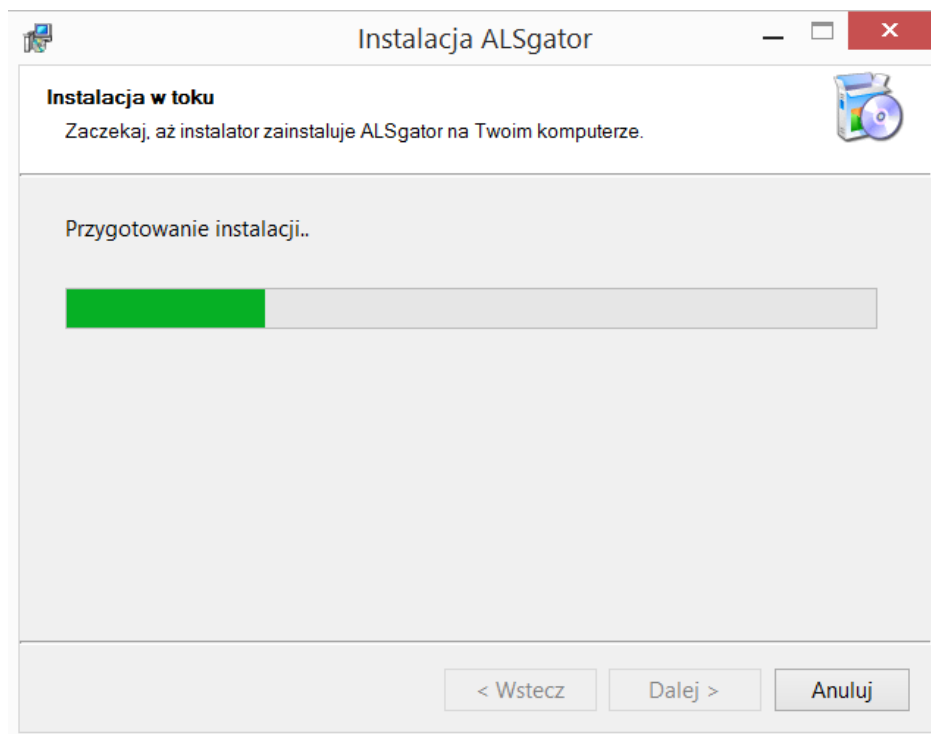
4. Następnie wybieramy folder, w którym chcemy zainstalować program. Domyślnie program jest instalowany w katalogu *C:\Program Files\ALGator*. Zmiana folderu docelowego możliwa jest poprzez wybranie przycisku „Przełóżaj” (1) i wskazanie wybranej lokalizacji. Po wyborze docelowego folderu do instalacji programu lub akceptacji domyślnej lokalizacji wybieramy przycisk „Dalej” (2).



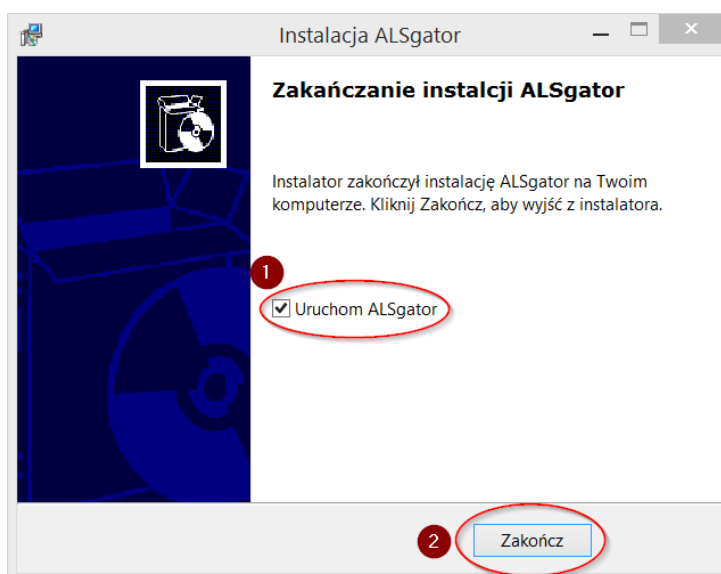
5. Kolejnym krokiem jest wybór opcji instalacji: utworzenie skrótu aplikacji na pulpicie (1) i folderu w menu startowym (2). Po dokonaniu wyboru wybieramy „Dalej” (3).



6. Następnie przeprowadzana jest instalacja aplikacji.



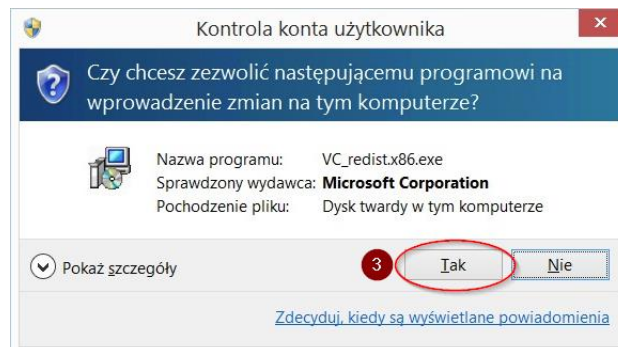
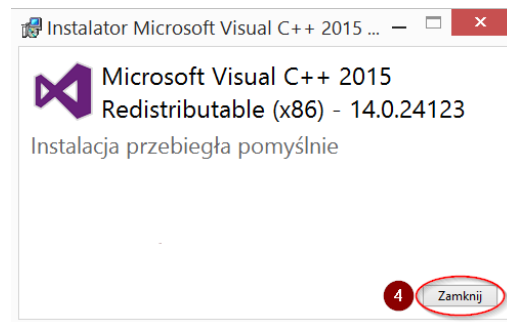
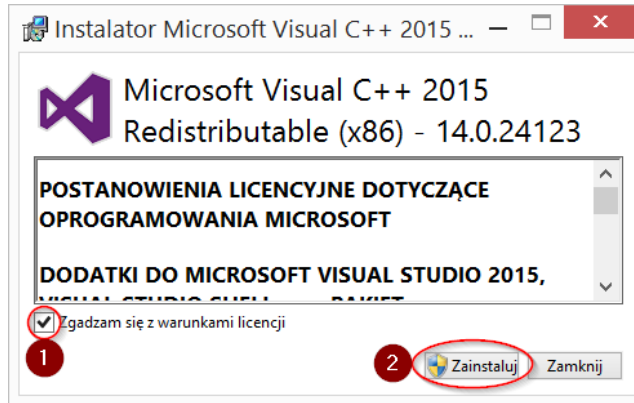
7. Po pomyślnym zakończeniu procesu instalacji możemy od razu przejść do aplikacji zaznaczając „Uruchom ALSgator” (1). Po zakończonej instalacji wybieramy przycisk „Zakończ” (2).



Aplikacja jest autorskim projektem i może zostać rozpoznana przez oprogramowanie antywirusowe jako niebezpieczna. W celu poprawnego działania programu, należy zadbać, aby w razie wystąpienia blokady nałożonej przez oprogramowanie antywirusowe, została ona dodana do wyjątków, co umożliwi poprawne przeprowadzanie kontroli danych.

### C. Dodatkowe pliki

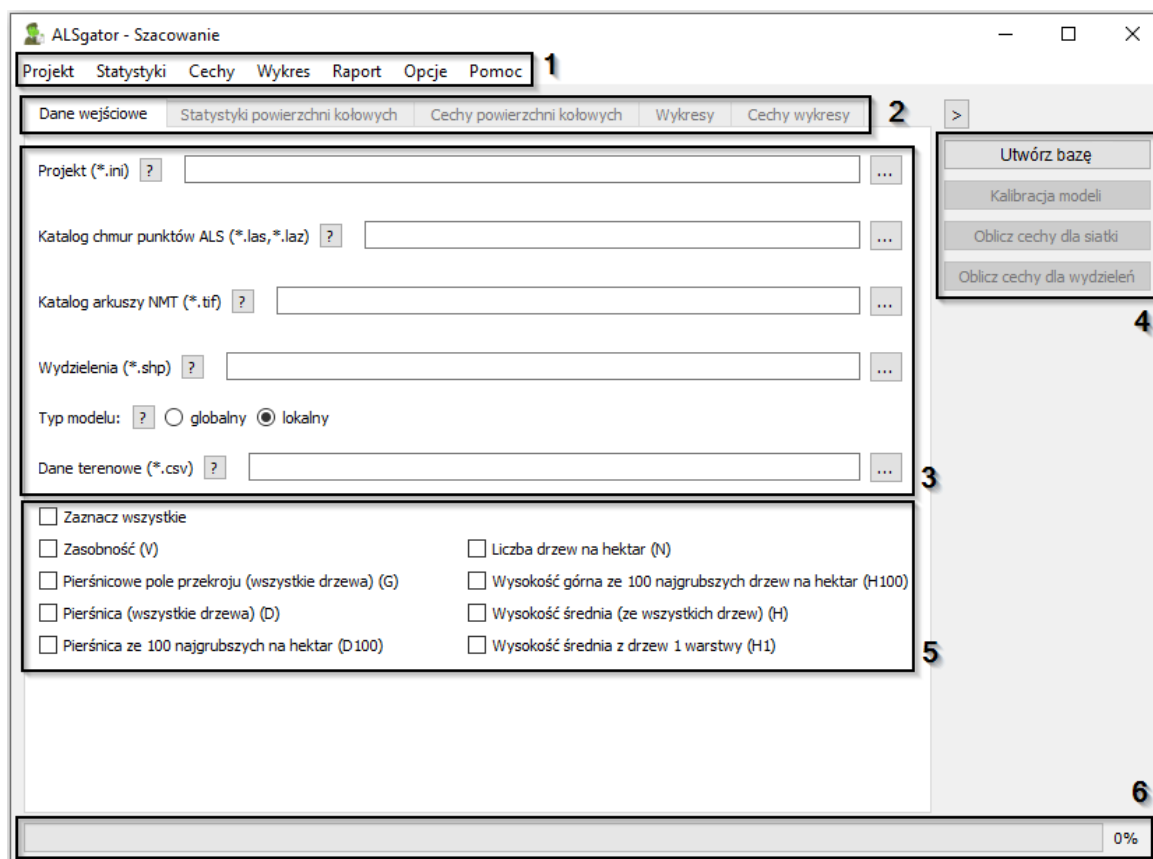
Jeżeli na komputerze nie ma pakietu redystrybucyjnego Microsoft Visual C++ Redistributable 2015-2019, należy go zainstalować przed rozpoczęciem pracy z programem. Plik instalacyjny pakietu znajduje się w głównym folderze aplikacji pod nazwą *VC\_redist.x64.exe*. W celu instalacji pakietu należy zaakceptować warunki umowy (1) i nacisnąć przycisk „Zainstaluj” (2). Następnie należy zezwolić programowi na wprowadzenie zmian na komputerze klikając przycisk „Tak” (3). Po pomyślnie przeprowadzonej instalacji należy ponownie uruchomić komputer (4):



## IV. INTERFEJS GRAFICZNY

Okno modułu szacowania składa się z następujących elementów:

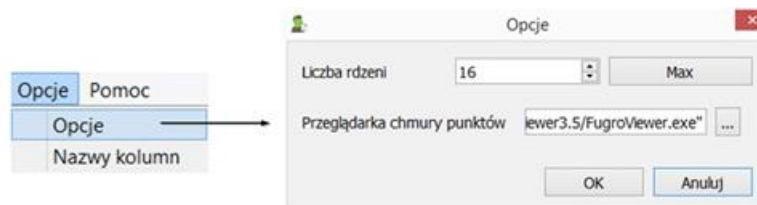
1. Paska narzędzi.
2. Pasek zakładek, w których wyświetlane są wyniki wykonanych obliczeń.
3. Formularza danych wejściowych.
4. Panelu wyboru czynności.
5. Panelu wyboru zakresu obliczeń (wybór cech taksacyjnych).
6. Paska postępu obliczeń.



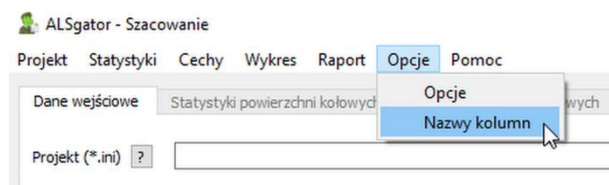
## V. OPCJE PROGRAMU

Dostępne w panelu narzędzi opcje umożliwiają:

- zmianę maksymalnej liczby rdzeni procesora wykorzystywanych przez program oraz wskazanie przeglądarki chmury punktów.

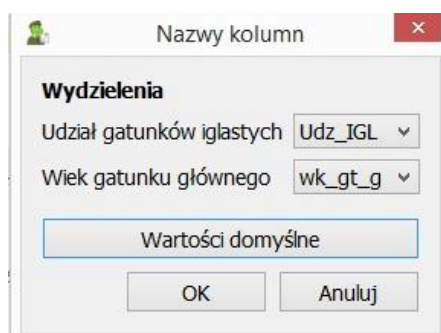


- wybór nazw kolumn (atrybutów wykorzystywanych do obliczeń).



Aplikacja wymaga podania dwóch zmiennych:

- udziału gatunków iglastych (sumaryczny udział gatunków iglastych w pierwszej warstwie drzewostanu). Zmienna przyjmuje wartości całkowite od 0 do 10. Domyślna nazwa zmiennej to „Udz\_IGL”
- wiek gatunku głównego (przeważającego w drzewostanie). Domyślna nazwa zmiennej to „wk\_gt\_g”.



Możemy pozostawić domyślne wartości lub wskazać inne nazw kolumn przechowujące potrzebne informacje. Akceptujemy klikając „OK”.

## VI. WCZYTYWANIE DANYCH

### A. Opis danych wejściowych

The screenshot shows a software interface with five tabs: 'Dane wejściowe', 'Statystyki powierzchni kołowych', 'Cechy powierzchni kołowych', 'Wykresy', and 'Cechy wykresy'. The 'Dane wejściowe' tab is active. It contains four input fields, each with a question mark icon and a '...' button to its right, numbered 1 to 4. Field 1 is labeled 'Projekt (\*.ini)', field 2 is 'Katalog chmur punktów ALS (\*.las, \*.laz)', field 3 is 'Katalog arkuszy NMT (\*.tif)', and field 4 is 'Wydzielenia (\*.shp)'. Below these fields is a 'Typ modelu:' section with a question mark icon, a radio button selected for 'globalny', and an unselected radio button for 'lokalny', numbered 5.

#### 1. Projekt

Nazwa projektu tworzona przez użytkownika. Projekt zostanie zapisany w formacie \*.ini w wskazanej lokalizacji. Plik ten zawiera informacje o ścieżkach podanych w aplikacji.

#### 2. Katalog chmur punktów ALS

We wskazanym folderze powinny znaleźć się arkusze chmury punktów w formacie \*.las lub \*.laz.

#### 3. Katalog arkuszy NMT

We wskazanym folderze powinny znaleźć się arkusze Numerycznego Modelu Terenu w formacie TIFF (\*.tif).

**Zasięg przestrzenny arkuszy NMT nie może być mniejszy niż chmury punktów.**

#### 4. Wydzielenia

Należy wskazać warstwę typu poligon w formacie ESRI Shapefile (\*.shp) zawierającą wydzielenia drzewostanów. W tabeli atrybutów powinny znaleźć się następujące pola:

- udz\_igl - sumaryczny udział gatunków iglastych w pierwszej warstwie drzewostanu. Udział gatunków iglastych określony powinien być liczbami całkowitymi od 0 do 10, gdzie przykładowo wartość 7 oznacza 70% udział gatunków iglastych. Dopelnieniem do 10 będzie udział gatunków liściastych (tu 30%).
- wk\_gt\_g - wiek gatunku głównego. Wiek musi być większy od 0.

Pozostałe pola (o ile istnieją), na przykład adres leśny zostaną przepisane do warstwy wynikowej. Nazwy kolumn zawierające poszczególne wymagane atrybuty można również samodzielnie wskazać w opcjach programu ([OPCJE PROGRAMU](#)).

## 5. Wybór typu modelu.

Jeżeli wybierzemy typ lokalny pojawi nam się nowe pole do wskazania ścieżki z danymi terenowymi:

Typ modelu:  globalny  lokalny

Dane terenowe (\*.csv)  ...

Należy wskazać plik w formacie \*.csv zawierający:


- Id - niepowtarzalne ID dla każdej próbnej powierzchni kołowej.
- X,Y - współrzędne środka dla każdej próbnej powierzchni kołowej, w układzie PUWG 1992 (EPSG:2180). Próbne powierzchnie kołowe powinny znajdować się w obrębie warstwy wydzieleni.
- Obliczone referencyjne wartości cech taksacyjnych dla powierzchni kołowych, dla których wykonywane będą obliczenia ([CECHY POWIERZCHNI KOŁOWYCH](#)). Referencyjne wartości cech taksacyjnych powinny być podane w następujących jednostkach:

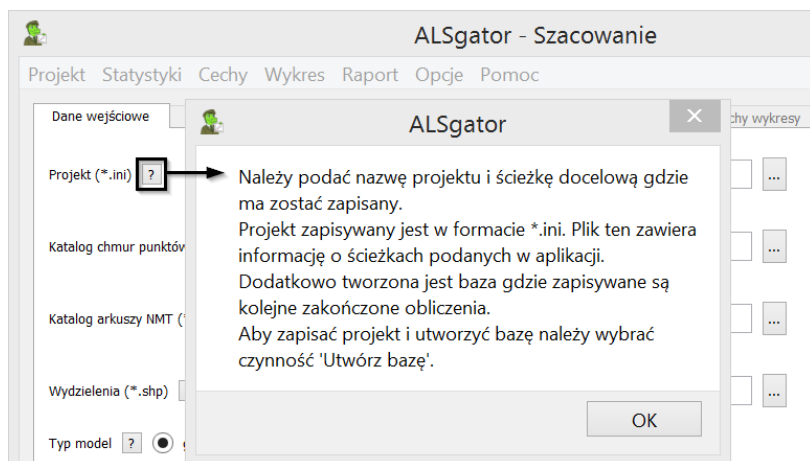
Lp.	Zmienna	Cecha taksacyjna	Jednostka
1	V	Zasobność	m <sup>3</sup> /ha
2	D	Średnia pierśnica	cm
3	D100	Średnia pierśnica drzew najgrubszych	cm
4	G	Pierśnicowe pole przekroju	m <sup>2</sup> /ha
5	N	Zagęszczenie drzew	szt./ha
6	H100	Wysokość górna	m
7	H	Średnia wysokość	m
8	H1	Średnia wysokość drzew z pierwszej warstwy	m

Dane zapisane w pliku csv powinny być rozdzielone średnikiem. Liczby rzeczywiste mogą zostać zapisane z przecinkiem lub kropką.


Id	X	Y	V	D	D100	G	N	H100	H	H1
3200404	791542.956000	609709.474000	665,7058	28,93103	52,14	23,40249	580	36,68	25,63793	33,25385
3400504	792268.055000	609364.752000	580,0594	21,31321	39,74	23,23762	1060	32,24	21,38868	29,54348
3100704	791222.105000	608648.062000	609,2492	27,55588	40,52	22,56304	680	34,02	26,89118	32,05556
3400604	792262.182000	609011.166000	547,3725	21,69783	43,48	22,21017	920	31,12	20,54565	29,64706

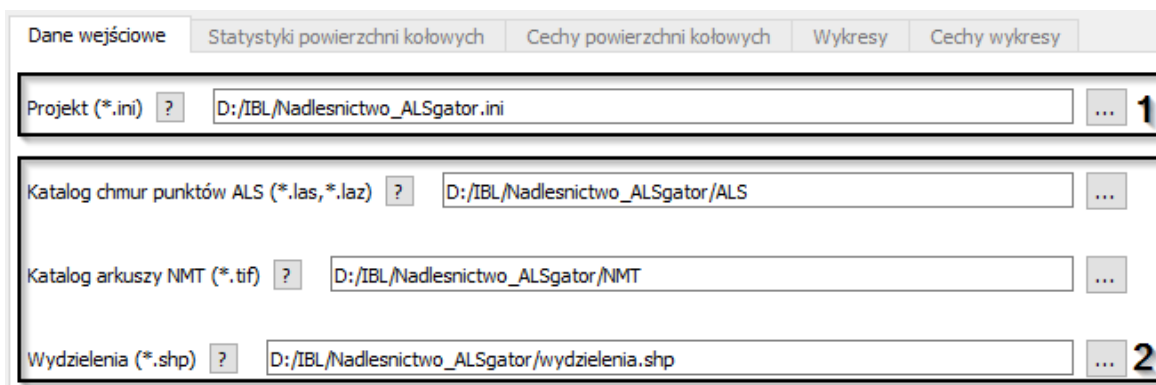
**Powierzchnia kołowa znajdująca się poza zasięgiem danych ALS i NMT nie będzie wykorzystana do dalszych obliczeń. Jeśli wystąpi taki przypadek aplikacja wyświetli ostrzegawczy komunikat o liczbie odrzuconych powierzchni.**

Wczytując każdą z danych wejściowych możemy podejrzeć krótki opis klikając w  obok nazwy wczytywanej danej:

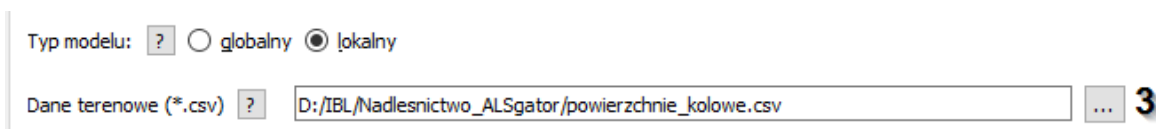


## B. Wprowadzanie danych w programie

W celu wprowadzenia danych w zakładce danych wejściowych należy poprzez przycisk  wprowadzić nazwę projektu w wybranej przez użytkownika lokalizacji (1) oraz ścieżki do danych (2).



Jeżeli zamierzamy korzystać z modelu lokalnego ([METODYKA](#)) należy dodatkowo wskazać plik CSV z powierzchniami kołowymi (3).



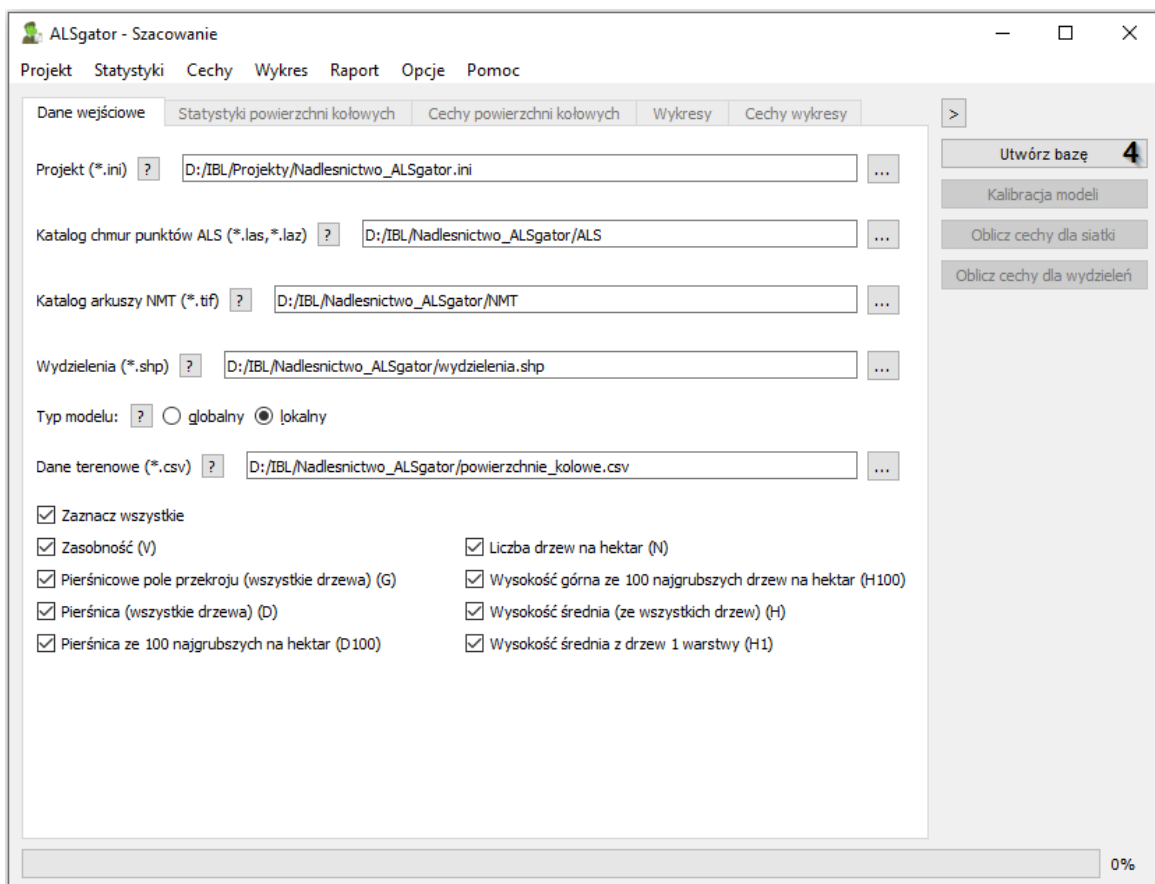
Na końcu zaznaczamy, które cechy taksacyjne chcemy obliczyć:

- |                                                                                       |                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Zaznacz wszystkie                                 | <input checked="" type="checkbox"/> Liczba drzew na hektar (N)                                |
| <input checked="" type="checkbox"/> Zasobność (V)                                     | <input checked="" type="checkbox"/> Wysokość górna ze 100 najgrubszych drzew na hektar (H100) |
| <input checked="" type="checkbox"/> Pierśnicowe pole przekroju (wszystkie drzewa) (G) | <input checked="" type="checkbox"/> Wysokość średnia (ze wszystkich drzew) (H)                |
| <input checked="" type="checkbox"/> Pierśnica (wszystkie drzewa) (D)                  | <input checked="" type="checkbox"/> Wysokość średnia z drzew 1 warstwy (H1)                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Pierśnica ze 100 najgrubszych na hektar (D100)    |                                                                                               |

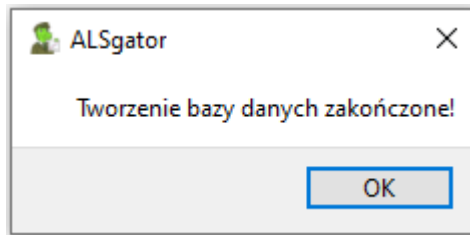
**W nazwie projektów oraz ścieżkach dostępu nie zaleca się używania spacji oraz polskich znaków diakrytycznych.**

### C. Przygotowanie projektu bazy danych

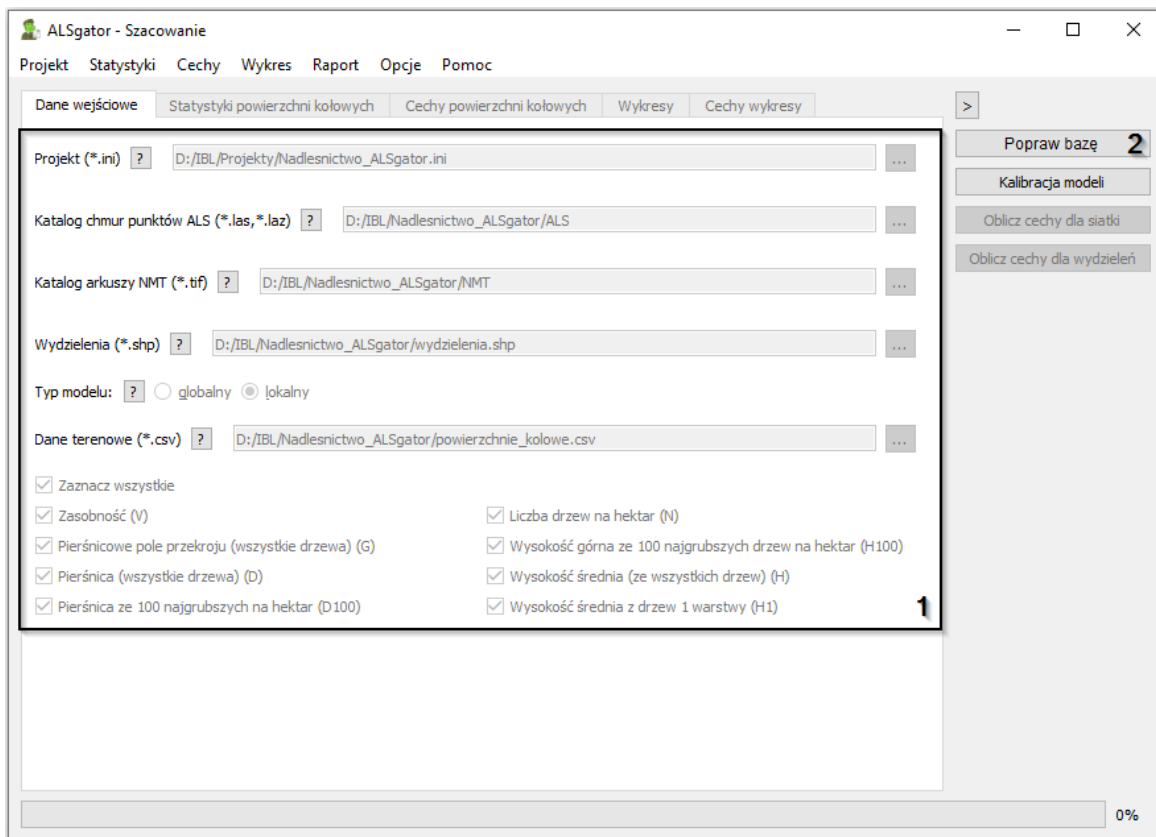
Projekt zapisywany jest w formacie \*.ini. Plik ten zawiera informację o ścieżkach podanych w aplikacji. W tej samej lokalizacji co projekt zostanie utworzona baza danych (rozszerzenie \*.db), w której zapisywane będą kolejne zakończone obliczenia. W celu zapisania projektu i utworzeniu bazy danych należy wybrać przycisk “Utwórz bazę” (4).



Jeżeli operacja zapisania projektu oraz utworzenia bazy danych zakończy się sukcesem otrzymamy następujący komunikat:



Po utworzeniu projektu nie ma możliwości zmiany podanych ścieżek do folderów i plików (1). Zabezpiecza to aplikację przed zmianą ścieżki w trakcie obliczeń, co mogłoby powodować błędy w obliczeniach. Jeśli chcemy dokonać zmian w naszym projekcie możemy użyć opcji „Popraw bazę” (2):



Przyciski panelu wyboru czynności aktywują się w zależności od możliwości przeprowadzenia dalszych działań. Zakładki z wynikami są dostępne po zakończeniu przez moduł wskazanych obliczeń.

## VII. OBLICZENIE STATYSTYK DLA POWIERZCHNI KOŁOWYCH

Obliczanie statystyk powierzchni kołowych jest możliwe, jeżeli wcześniej wybrano lokalny typ modelu oraz wskazano ścieżkę z tabelą powierzchni kołowych. Podczas obliczeń na modelu globalnym elementy związane z powierzchniami kołowymi nie będą dostępne.



Jeżeli wybierzemy typ lokalny pojawi nam się nowe pole do wskazania ścieżki z danymi terenowymi: Wybór **typu modelu**.

Jeżeli wybierzemy typ lokalny pojawi nam się nowe pole do wskazania ścieżki z danymi terenowymi:



Po zakończeniu obliczeń dostępne będą zakładki z wynikami (2). Statystyki powierzchni kołowych znajdują się w pierwszej zakładce (3):

ALSgator - Szacowanie

Projekt Statystyki Cechy Wykres Raport Opcje Pomoc

Dane wejściowe Statystyki powierzchni kołowych Cechy powierzchni kołowych Wykresy Cechy wykresy

	Id	cbcMn	all2mP95	all2mP96	all2mP97	all2mP98	all2mP99
1	6103103	15.680568	21.97998	22.320007	22.72998	23.279999	24.067505
2	6203203	20.563272	26.172516	26.654999	27.094971	27.779968	28.717499
3	6203303	25.559177	29.650024	29.787476	29.934998	30.109985	30.335022
4	6303103	17.834076	25.125	25.429993	25.820007	26.407501	26.992523
5	6303203	21.233166	26.375	26.599976	26.930023	27.439972	28.265015
6	6403103	14.908984	21.224976	21.627502	22.01001	22.4375	23.067505

Popraw bazę

Kalkulacja modeli 1

Oblicz cechy dla siatki

Oblicz cechy dla wydzieleni

3

Wynik zapisywany jest w bazie tworzonej automatycznie przez aplikację. Można go również

wyeksportować do formatu CSV (\*.csv) lub ESRI Shapefile (\*.shp) wybierając z paska narzędzi „Statystyki”, a następnie „Zapisz statystyki powierzchni kołowych”. W aplikacji obliczane są następujące statystyki:

- **cbcMn** (cubicMean) - średnia sześcienna wysokości punktów;
- **grupa statystyk all2mP** - zaliczają się do niej następujące statystyki: **all2mP95**, **all2mP96**, **all2mP97**, **all2mP98**, **all2mP99**. Cyfra znajdująca się na końcu nazwy statystyki oznacza wartość percentyla wysokości. Statystyki przedstawiają percentyle wysokości obliczane na wszystkich punktach z zastosowaniem odcięcia punktów poniżej dwóch metrów wysokości. Przykładowo, **all2mP95** to wartość wysokości, pod którą znajdują się 95% punktów w danym wycinku chmury punktów, nie uwzględniając punktów znajdujących się do 2 metrów nad poziomem gruntu.
- **grupa statystyk dFEAbH** - zaliczają się do niej, następujące statystyki: **dFEAbH0**, **dFEAbH2**, **dFEAbH3**, **dFEAbH7**, **dFEAbH8**, cyfra znajdująca się na końcu nazwy statystyki oznacza odpowiedni wycinek, na podstawie której jest obliczana. Przykładowo, **dFEAbH2** to stosunek punktów **pierwszych odbić** powyżej założonego poziomu (wycinka nr 2) do wszystkich pierwszych odbić w całej chmurze punktów. ogólna procedura polega na podziale chmury punktów w pionie na 10 wycinków, a następnie obliczeniu danej statystyki w oparciu o punkty znajdujące się powyżej górnej granicy wysokości danego wycinka;
- **dnFEH7** - procentowy udział pierwszych odbić w wycinku nr 7 w stosunku do wszystkich pierwszych odbić znajdujących się powyżej dolnego poziomu odcięcia.
- **grupa statystyk dLEAbH** - zaliczają się do niej następujące statystyki: **dLEAbH1**, **dLEAbH5**, **dLEAbH10**, cyfra znajdująca się na końcu nazwy statystyki oznacza odpowiedni wycinek na podstawie której jest obliczana. Przykładowo, **dLEAbH10** to stosunek punktów **ostatnich odbić** powyżej założonego poziomu (wycinka nr 10) do wszystkich ostatnich odbić w całej chmurze punktów. Ogólna procedura polega na podziale chmury punktów w pionie na 10 wycinków, a następnie obliczeniu danej statystyki w oparciu o punkty znajdujące się powyżej górnej granicy wysokości danego wycinka.
- **dnLEH3**, **dnLEH7** - procentowy udział ostatnich odbić w wycinku nr 3 lub 7 w stosunku do wszystkich ostatnich odbić znajdujących się powyżej dolnego poziomu odcięcia.
- **nLEH3** - liczba punktów ostatnich odbić w wycinku nr 3.

ALSGator - Szacowanie

Projekt Statystyki Cechy Wykres Raport Opcje Pomoc

Dane wejściowe	Statystyki powierzchni kołowych	Cechy powierzchni kołowych	Wykresy	Cechy wykresy			
Id	'97	all2mP98	all2mP99	dFEAbH0	dFEAbH2	dFEAbH3	dF
1	6103103	23.279999	24.067505	0.997303	0.983624	0.974891	0.6006
2	6203203	27.779968	28.717499	0.99362	0.990642	0.989366	0.8429
3	6203303	30.109985	30.335022	0.954941	0.947758	0.947323	0.9438
4	6303103	26.407501			0.917548	0.892657	0.5455
5	6303203	27.439972			0.974024	0.962089	0.8660
6	6403103	22.4375			0.902231	0.88499	0.5505

ALSGator  
Kalibracja modeli zakończona!  
OK

Popraw bazę  
Kalibracja modeli  
Oblicz cechy dla siatki  
Oblicz cechy dla wydzieliń

0%

ALSGator - Szacowanie

Projekt Statystyki Cechy Wykres Raport Opcje Pomoc

Dane w	Statystyki powierzchni kołowych	Cechy powierzchni kołowych	Wykresy	Cechy wykresy			
Id	'97	all2mP98	all2mP99	dFEAbH0	dFEAbH2	dFEAbH3	dF
1	6103103	23.279999	24.067505	0.997303	0.983624	0.974891	0.6006
2	6203203	27.779968	28.717499	0.99362	0.990642	0.989366	0.8429
3	6203303	30.109985	30.335022	0.954941	0.947758	0.947323	0.9438
4	6303103	26.407501	26.992523	0.960641	0.917548	0.892657	0.5455
5	6303203	27.439972	28.265015	0.985257	0.974024	0.962089	0.8660
6	6403103	22.4375	23.067505	0.955578	0.902231	0.88499	0.5505

Zapisz statystyki powierzchni kołowych  
Zapisz statystyki siatki

Popraw bazę  
Kalibracja modeli  
Oblicz cechy dla siatki  
Oblicz cechy dla wydzieliń

## VIII. CECHY POWIERZCHNI KOŁOWYCH

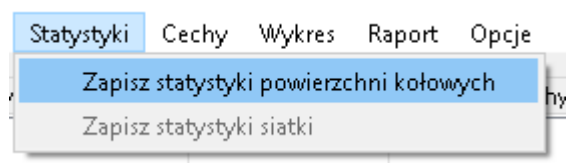
Aplikacja wykonuje w tle estymację parametrów modelu w oparciu o wygenerowane statystyki powierzchni kołowych. Następnie aplikacja automatycznie oblicza cechy taksacyjne dla każdej z wczytanych powierzchni kołowych.

Lp.	Zmienna	Cecha taksacyjna	Jednostka	Opis
1	V	Zasobność	m <sup>3</sup> /ha	Zasobność drzewostanów wyrażona w m <sup>3</sup> /ha
2	D	Średnia pierśnica	cm	Średnia pierśnica drzew (wszystkie drzewa powyżej 7 cm)
3	D100	Średnia pierśnica drzew najgrubszych	cm	Średnia pierśnica drzew obliczana na podstawie 100 najgrubszych drzew z jednego hektara
4	G	Pierśnicowe pole przekroju	m <sup>2</sup> /ha	Sumaryczne pierśnicowe pole przekroju wyrażane w m <sup>2</sup>
5	N	Zagęszczenie drzew	szt./ha	Liczba drzew na hektar
6	H100	Wysokość górna	m	Średnia wysokość drzew obliczana na podstawie 100 najgrubszych drzew z jednego hektara
7	H	Średnia wysokość	m	Średnia wysokość drzew (wszystkie drzewa powyżej 7 cm)
8	H1	Średnia wysokość drzew z pierwszej warstwy	m	Średnia wysokość drzew, tylko drzewa z pierwszej warstwy.

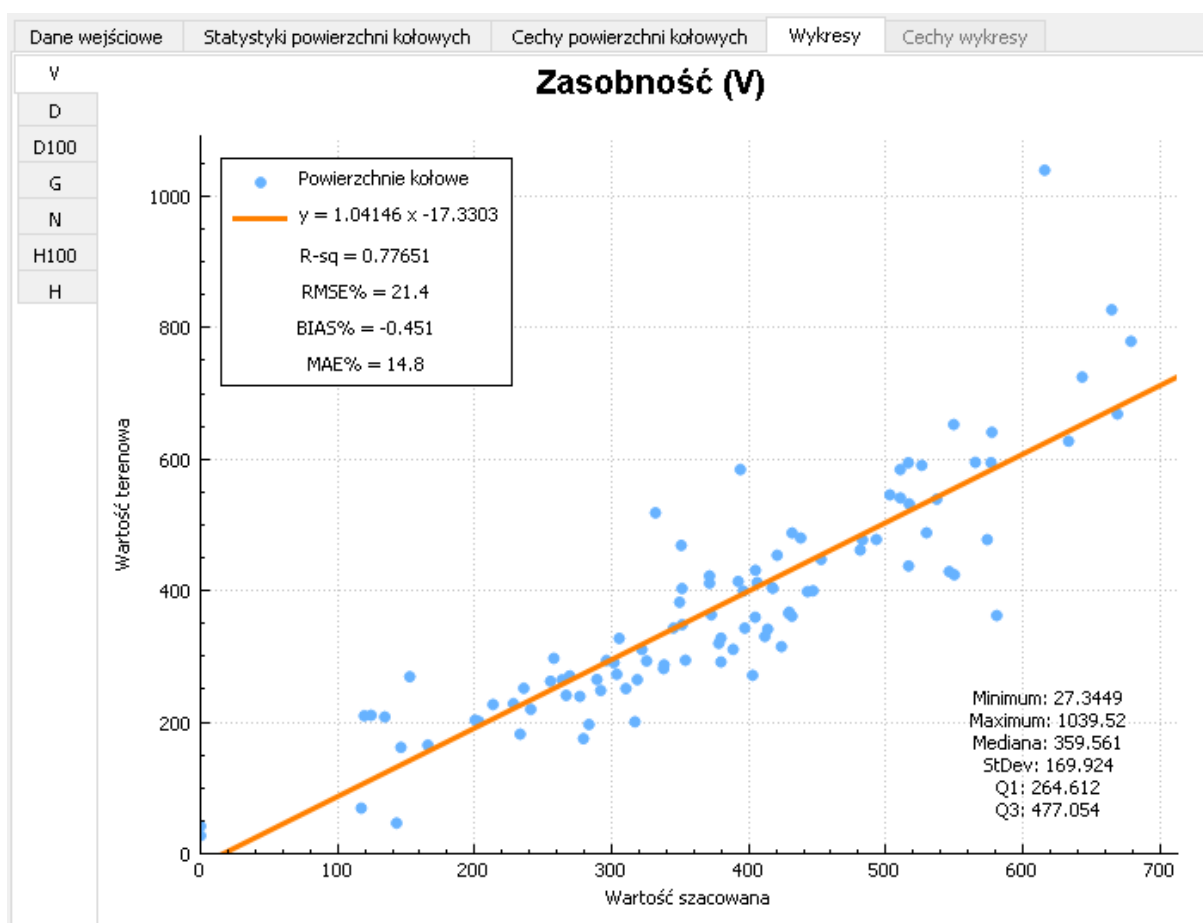
Dodatkowo dla każdej powierzchni kołowej generowane są kolumny z wartościami referencyjnymi oraz współrzędnymi środka (X,Y). Pola z wartościami referencyjnymi zawierają symbol cechy oraz końcówkę „ref”. Są to wartości przeliczone tylko do powierzchni kołowej, nie uwzględniające zmienności całego obszaru. Wyniki dostępne są w formie tabeli w zakładce „Cechy powierzchni kołowych”.

Dane wejściowe	Statystyki powierzchni kołowych	Cechy powierzchni kołowych	Wykresy	Cechy wykresy			
	Id	V	Vref	D	Dref	D100	D100 <sup>^</sup>
1	707401	296.295	293.817	18.1368	22.6545	31.317	34.08
2	807301	283.514	196.473	16.4677	14.9646	27.4563	25.76
3	1207701	269.507	270.39	18.0497	19.8529	29.7249	31.34
4	1307401	318.778	264.612	19.6368	18.8549	28.5969	26.9
5	1907801	228.379	228.099	15.3281	15.5622	23.733	21.52

Podobnie jak statystyki, cechy powierzchni kołowych można zapisać w formacie CSV (\*.csv) lub ESRI Shapefile (\*.shp) wybierając odpowiednią opcję:

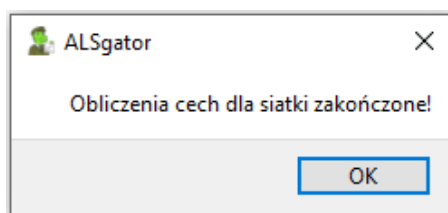


Wyniki modelowania cech taksacyjnych dla powierzchni kołowych dostępne są również formie wykresów w zakładce "Wykresy".

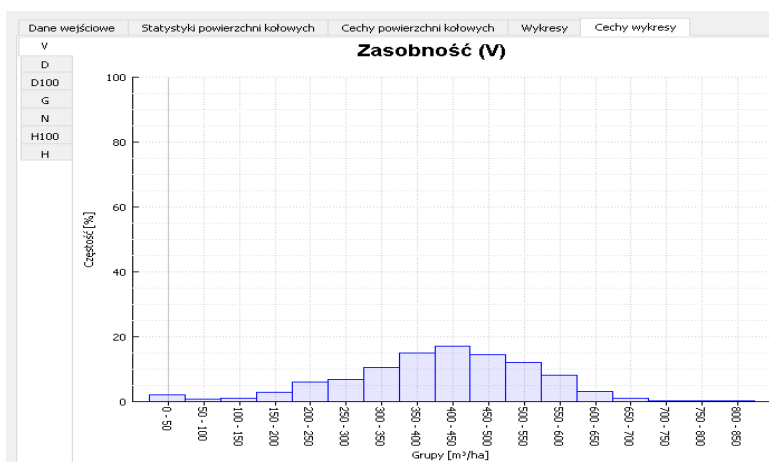


## IX. OBLICZANIE CECH DLA SIATKI

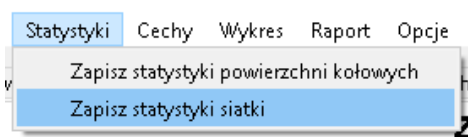
Po wykonaniu kalibracji modelu (jeżeli wybrano model lokalny) lub bezpośrednio po utworzeniu projektu (w przypadku modelu globalnego) mamy możliwość wykonania obliczeń dla całego obszaru (siatki). Wybranie przycisku „Oblicz cechy dla siatki” rozpocznie wykonywanie obliczeń. Aplikacja najpierw obliczy statystyki dla każdego oczka siatki a następnie wymodeluje dla nich wybrane cechy taksacyjne. Proces ten w zależności od wielkości danych oraz mocy obliczeniowej stacji roboczej może być czasochłonny. Zakończenie czynności zostanie zasygnalizowane odpowiednim komunikatem:



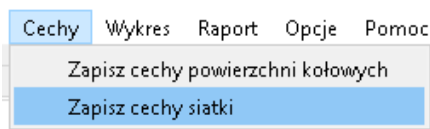
Wyniki w formie wykresów można obejrzeć w zakładce „Cechy wykresy”.



Dodatkowo istnieje możliwość zapisu wyników w formacie CSV (\*.csv) i ESRI Shapefile (\*.shp). Wyeksportować można zarówno statystyki siatki:



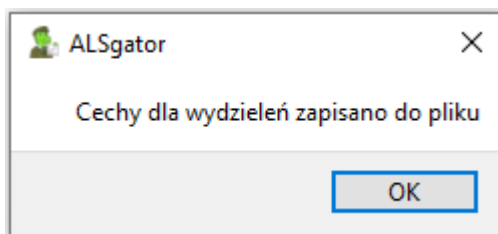
jak i cechy taksacyjne:



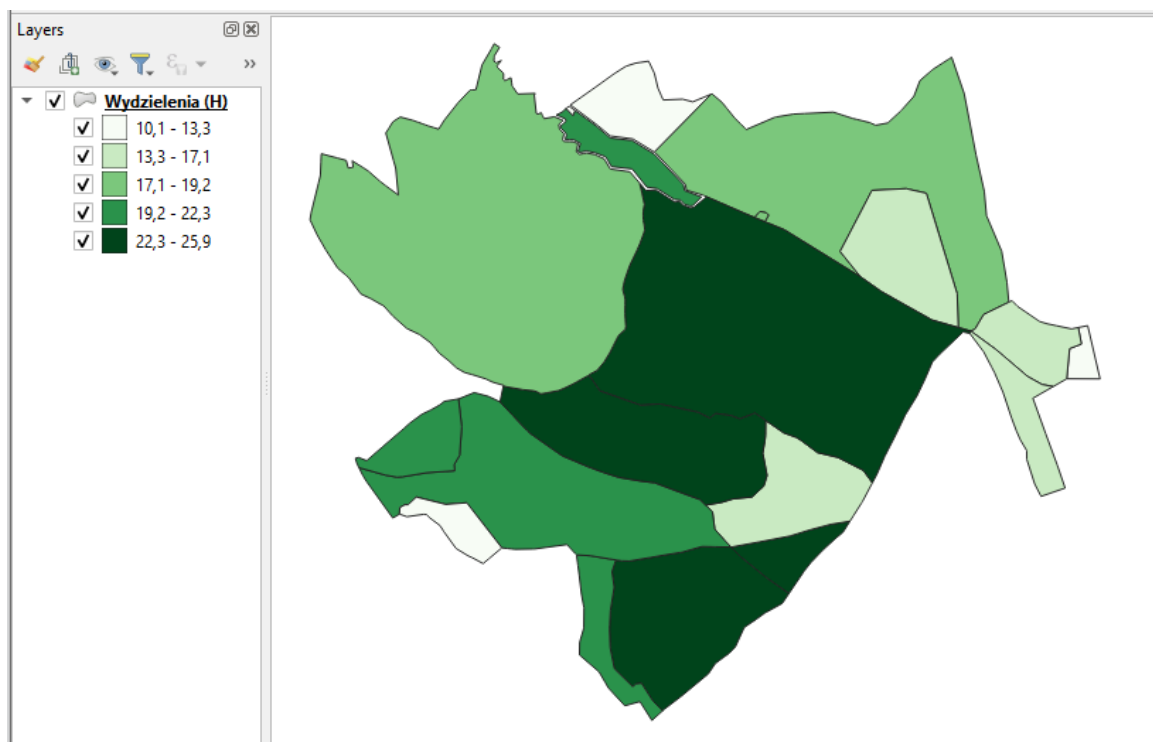
Warstwa siatki zostanie wygenerowana wyłącznie dla obszarów, które znajdują się w zakresie danych ALS i NMT.

## X. OBLICZANIE CECH DLA WYDZIELEŃ

Ostatnim elementem związanym z obliczaniem cech taksacyjnych jest możliwość wyeksportowania wyników do granic wydzieleń. W tym celu należy wybrać przycisk “Oblicz cechy dla wydzieleń”, a następnie wskazać lokalizację. Operacja zostanie potwierdzona odpowiednim komunikatem:



Wyniki możemy obejrzeć w dowolnym programie obsługującym format plików ESRI Shapefile (\*.shp).



W przypadku, gdy dane wydzielenie lub jego część znajduje się poza zakresem danych ALS i NMT, program nie dokona obliczeń dla danego wydzialenia i w miejsce cech taksacyjnych wpisana zostanie wartość „NULL” oznaczająca brak danych.

## XI. MODELE I ANALIZA DOKŁADNOŚCI

Poniższe zestawienie zawiera ogólną postać zastosowanych modeli dla poszczególnych cech taksacyjnych, wraz z opisem zastosowanych zmiennych i parametrami dla modeli ogólnych (zwanymi w uproszczeniu globalnymi).

### Zasobność (V)

$$Y = a_0 + a_1 * cbcMn^{1.5} + a_2 * dFEAbH2 + a_3 * dLEAbH10 + a_4 * udz\_igl + a_5 * wk\_gt\_g$$

### Pierśnica (D)

$$Y = \exp(a_0) * (all2mP95 + 1)^{a_1} * (dFEAbH0 + 1)^{a_2} * (dLEAbH5 + 1)^{a_3} * (dnLEH3 + 1)^{a_4} * (wk\_gt\_g + 1)^{a_5} * (udz\_igl + 1)^{a_6}$$

### Pierśnica 100 najgrubszych drzew (D100)

$$Y = \exp(a_0) * (all2mP95 + 1)^{a_1} * (dFEAbH7 + 1)^{a_2} * (dLEAbH5 + 1)^{a_3} * (dnFEH7 + 1)^{a_4} * (wk\_gt\_g + 1)^{a_5} * (udz\_igl + 1)^{a_6}$$

### Pole pierśnicowego przekroju (G)

$$Y = \exp(a_0) * (all2mP97 + 1)^{a_1} * (dFEAbH3 + 1)^{a_2} * (dFEAbH8 + 1)^{a_3} * (dLEAbH1 + 1)^{a_4} * (wk\_gt\_g + 1)^{a_5} * (udz\_igl + 1)^{a_6}$$

### Liczba drzew (N)

$$Y = \exp(a_0 + a_1 * all2mP99 + a_2 * dFEAbH0 + a_3 * dLEAbH1 + a_4 * dnLEH7 + a_5 * wk\_gt\_g + a_6 * udz\_igl)$$

### Wysokość (H)

$$Y = a_0 + a_1 * all2mP95 + a_2 * nLEH3$$

### Wysokość górna (H100)

$$Y = a_0 + a_1 * all2mP98$$

### Wysokość górnej warstwy (H1)

$$Y = a_0 + a_1 * all2mP96$$

Wartości współczynników regresji dla modeli ogólnych przedstawiono poniżej:

Cecha	a0	a1	a2	a3	a4	a5	a6
V	-280,167843	4,318461	161,602568	2882,317095	2,767005	0,298890	
D	0,475683	0,840662	-0,775223	0,282062	-2,088066	0,111701	-0,008663
D100	0,236854	0,818284	-0,123011	0,445671	0,875716	0,139961	-0,010000
G	-0,309582	0,596915	1,497575	0,713104	0,375936	0,033966	0,146904
N	5,601360	-0,061645	3,135682	-1,854496	-5,554389	-0,002919	0,030099
H	1,291904	1,032450	-0,002747				
H100	0,385642	1,032450					
H1	-0,130557	1,053206					

Objaśnienia wykorzystanych zmiennych:

- all2mP95 – 95 percentyl z wysokości wszystkich odbić powyżej 2m;
- all2mP96 - 96 percentyl z wysokości wszystkich odbić powyżej 2m;
- all2mP97 – 97 percentyl z wysokości wszystkich odbić powyżej 2m;
- all2mP98 – 98 percentyl z wysokości wszystkich odbić powyżej 2m;
- all2mP99 – 99 percentyl z wysokości wszystkich odbić powyżej 2m;
- cbcMn – średnia potęgowa 3 rzędu (średnia sześcienna) z wysokości wszystkich odbić;
- dFEAbH0 - udział pierwszych odbić powyżej zerowego progu wysokościowego, do wszystkich pierwszych odbić;
- dFEAbH2 – udział pierwszych odbić powyżej drugiego progu wysokościowego, do wszystkich pierwszych odbić;
- dFEAbH3 - udział pierwszych odbić powyżej trzeciego progu wysokościowego, w stosunku do wszystkich pierwszych odbić;
- dFEAbH7 - udział pierwszych odbić powyżej siódmego progu wysokościowego, w stosunku do wszystkich pierwszych odbić;
- dFEAbH8 - udział pierwszych odbić powyżej ósmego progu wysokościowego, w stosunku do wszystkich pierwszych odbić;
- dLEAbH1 - udział ostatnich odbić powyżej pierwszego progu wysokościowego, w stosunku do wszystkich ostatnich odbić;
- dLEAbH10 – udział ostatnich odbić powyżej 10 progu wysokościowego do wszystkich ostatnich odbić;
- dLEAbH5 - udział ostatnich odbić powyżej 5 progu wysokościowego do wszystkich ostatnich odbić;

- dnFEH7 - udział pierwszych odbić w siódmym przedziale wysokościowym, w stosunku do wszystkich pierwszych odbić;
- dnLEH3 – udział ostatnich odbić w trzecim przedziale wysokościowym, w stosunku do wszystkich ostatnich odbić;
- dnLEH7 – udział ostatnich odbić w siódmym przedziale wysokościowym w stosunku do wszystkich ostatnich odbić;
- nLEH3 – liczba punktów w 3 przedziale wysokościowym;
- udz\_igl – udział gatunków iglastych;
- wk\_gt\_g – wiek gatunku głównego;
- Y – wartość oszacowania danej cechy taksacyjnej.

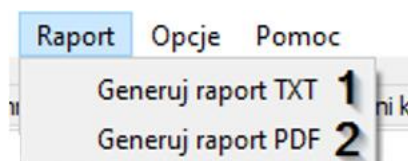
W analizie dokładności predykcji modelu zastosowano następujące miary:

- BIAS – błąd systematyczny predykcji. Na przykład, wartość 0,1 oznacza, że model średnio zaniża lub zawyża (w zależności od znaku), wartość predykcji o 0,1 (jednostki w zależności od badanej cechy). Wartość procentowa (%BIAS) to wartość BIAS podzielona przez średnią z pomiarów referencyjnych (terenowych) i wyrażona w procentach.
- MAE – średni błąd absolutny. Analogicznie jak RMSE. Wartości skrajne nie są eksponowane tak jak w przypadku RMSE. Na przykład, wartość 12 m<sup>3</sup>/ha oznacza, że model średnio na każdej powierzchni referencyjnej „myli” się o 12 m<sup>3</sup>/ha, przy założeniu, że warunki regresji zostały spełnione. Wartość procentowa (%MAE) to wartość MAE podzielona przez średnią z pomiarów referencyjnych (terenowych) i wyrażona w procentach.
- RMSE – błąd średniokwadratowy. Opisuje średni błąd oszacowania danej cechy, na poziomie powierzchni próbnych. Wartości skrajne mają przy tym wskaźniku większy wpływ na jego wielkość. Wartość procentowa (%RMSE) to wartość RMSE podzielona przez średnią z pomiarów referencyjnych (terenowych) i wyrażona w procentach.
- R<sup>2</sup> – współczynnik determinacji. Opisuje stopień wyjaśnienia zmienności szacowanej cechy przez model. Przyjmuje wartości od 0 do 1. Na przykład, wartość 0,72 dla zasobności oznacza, że model wyjaśnił 72% zmienności badanej cechy pomiędzy powierzchniami próbnymi.

Wykresy punktowe przedstawiają rozrzut oszacowań danej cechy. Każdy punkt to wartość cechy z jednej powierzchni kołowej. Oś pozioma przedstawia wartość z modelu, oś pionowa wskazuje wartość z pomiarów referencyjnych (terenowych). Linia wyrównawcza przedstawia idealną sytuację, w której model miałby dokładność 100%. Im punkty znajdują się dalej od linii, tym dokładność predykcji jest mniejsza. Wykres ten obrazuje jakość wpasowania modelu do danych. Dobrze widać na nim również wartości odstające.

## GENEROWANIE RAPORTU

Raport z obliczeń można wygenerować korzystając z menu "Raport". Istnieje możliwość zapisu do formatu TXT (1) i PDF (2).



Raport można wygenerować na każdym etapie działania programu. Znajdują się w nim informacje o wersji aplikacji, dacie wykonania obliczeń oraz wykorzystane dane i otrzymane wyniki.

### RAPORT

ALSgator Wersja 1.6

Data wygenerowania raportu: 18.04.2023 11:33

Projekt: D:/IBL/Nadlesnictwo\_ALSgator/Nadlesnictwo\_ALSgator.ini

Dane ALS: D:/IBL/Nadlesnictwo\_ALSgator/ALS

Dane NMT: D:/IBL/Nadlesnictwo\_ALSgator/NMT

Wydzielenia: D:/IBL/Nadlesnictwo\_ALSgator/wydzielenia.shp

Dane terenowe: D:/IBL/Nadlesnictwo\_ALSgator/powierzchnie\_kolowe.csv

Wybrane cechy:

- Zasobność (V)
- Pierśnica (wszystkie drzewa) (D)
- Pierśnica ze 100 najgrubszych na hektar (D100)
- Pierśnicowe pole przekroju (wszystkie drzewa) (G)
- Liczba drzew na hektar (N)
- Wysokość górną ze 100 najgrubszych drzew na hektar (H100)
- Wysokość średnia (ze wszystkich drzew) (H)

Zasobność (V)

Model:  $-280.168 + 4.31846 \cdot x1^{(3/2)} + 161.603 \cdot x2 + 2882.32 \cdot x3 + 2.76701 \cdot x4 + 0.29889 \cdot x5$

x1 - cbcMn

x2 - dFEAbH2

x3 - dLEAbH10

x4 - udz\_igl

x5 - wk\_gt\_gl

Analiza dokładności

R2 = 0.668286

adjR2 = 0.650642

RMSE = 97.8673

%RMSE = 26.0686

MAE = 73.3612

%MAE = 19.541

BIAS = -35.8901

%BIAS = -9.55996