

Jestto stary błąd, na tem utrzymywanie lasu zasadzać, żeby żadnego drzewa nie tykać. Każda rzecz w przyrodzeniu ma swój kres, do którego przyszedłszy, trwa czas niejaki w doskonałym stanie, ten przebywszy, psuć się musi. Drzewo przestarzałe staje się niezdatnem i próżno miejsce zalega; trzeba; go więc w czasie doskonałej jego pory wycinać, ale w tem wycinaniu tak poczynać roztropnie, żeby aktualna korzyść dalszey nie przeszkadzała.



Problemy wyceny wartości akumulacji CO₂ przez drzewostany

Emilia Wysocka-Fijorek

Zakład Zarządzania Zasobami Leśnymi

Instytut Badawczy Leśnictwa

- 1. Temat badawczy pt. *„Optymalizacja użytkowania oraz zasobności drzewostanów z punktu widzenia dochodowej funkcji produkcji drewna oraz węgla”* realizowany na zlecenie DGLP**
- 2. Realizacja w ramach konsorcjum z Biurem Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej oraz współpracy z Zakładem Ekonomiki Leśnictwa Wydziału Leśnego SGGW w Warszawie.**
- 3. Okres realizacji: 15.04.2014 – 31.12.2018 r.**

Modele optymalizacyjne będą służyły w praktyce jako narzędzie wspomaganie decyzji w zakresie regulacji użytkowania rębnych drzewostanów oraz wykazania ekonomicznych konsekwencji przetrzymywania drzewostanu na pniu ze względów np. ekologicznych, środowiskowych, społecznych.

Analizie poddano osiem gatunków: sosna , świerk, jodła, modrzew, buk, dąb, olsza i brzoza pogrupowane wg klas wieku oraz bonitacji lub sposobu zagospodarowania.

Kiedy ?

- Terminy zabiegów (cięcia pielęgnacyjne);
- **Długość okresu produkcji na pniu (użytkowanie rębne)**

Ile?

- Rozmiar (intensywność) użytkowania (wykorzystania) zasobów leśnych (drzewnych)

Co?

- Lokalizacja (przedmiot działania)

Gdzie ?

- Kształtowanie ładu przestrzennego (budowa lasu, struktura drzewostanów)

Jak?

- Zalecenia sposobu realizacji

1. Naturalne procesy wzrostu i rozwoju

> metody fizyczne

- dojrzałość odnowienia (nasienna, odroślowa)
- dojrzałość naturalna (WDN)

2. Wielkość dochodów finansowych lub materialnych

> metody finansowe

- dojrzałość wg teorii renty leśnej
- dojrzałość wg teorii renty gruntowej

> metody przyrostowe

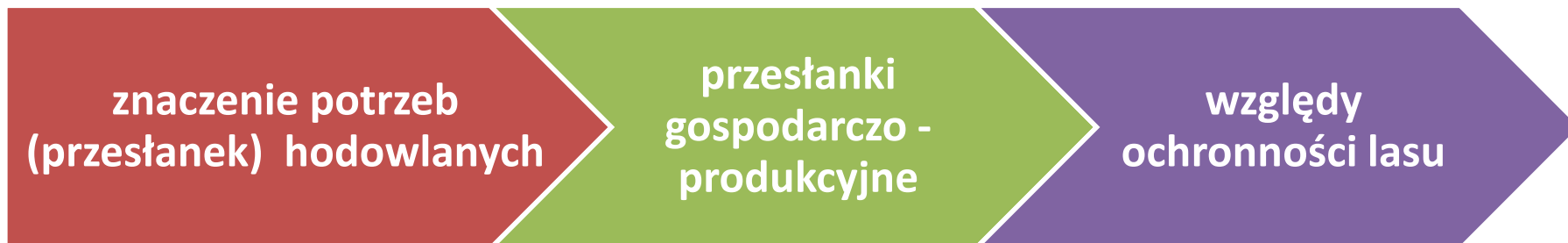
- **wiek kulminacji przyrostu przeciętnego**

całkowitej produkcji (WDI)

3. Wymogi sortymentowe (*wymiary, cel produkcji*)

> metody techniczne (WDT)

Spadek znaczenia wieku jako głównego KRYTERIUM regulacji, bo obowiązuje INTENSYFIKACJA (INDYWIDUALIZACJA DECYZJI)



- dojrzałość odnowieniowa
 - lata nasienne
 - cel hodowlany
 - tempo przyrostu H_g
 - sposób odnowienia
 - efekty pielęgnacji
- przyrost
 - sytuacja rynkowa
 - powierzchnia przekroju
 - wielkość zapasu rosnącego
 - struktura sortymentowa ($D_{1.3}$)
 - jakość techniczna
- zagęszczenie drzew
 - stabilność drzewostanów i budowy przestrzennej lasu

Cel i założenia projektu

- ✓ **Analiza metod obliczania wartości węgla związanego w nadziemnej biomasie zdrewniałej**
- ✓ **Porównanie wyników oceny wartości związanego węgla uzyskanych za pomocą różnych metod**
- ✓ **Optymalizacja wartości wiązania węgla w nadziemnej biomasie zdrewniałej w zależności od gatunku, wieku, bonitacji**

Optymalizacja

Plik Pomoc

Ścieżka do folderu z danymi:
C:_PROJEKTY_IBL\500412_OPTYMALIZACJA\3_podwykonawcy\BULiGL\etap_V\testy_oprogramowania\wyniki_testow\beta_4\daneWejscioveOptymalizacja

Rodzaj analizy

Bonitacja Klasa Bonitacji: I

Zagospodarowanie Sposób zagospodarowania: I

Wariant modelowania

Surowcowy wiek rębności: Drzewny Drzewny Cena emisji CO₂ (zł/t): 140,98

Węglowy Węglowy Stopa procentowa: 1,0

Łączny

Dane taksacyjne

Wybór zakresu: PGL LP Wybór okresu: Z ostatniego roku

RDLP 01 Z dwóch lat

RDLP 02 Z trzech lat

RDLP 03

RDLP 04

RDLP 05

RDLP 07

RDLP 09

Gatunek: SO

Koszty pozyskania i zrywki

Wybór zakresu: PGL LP Wybór okresu: Z ostatniego roku

RDLP Z dwóch lat

Wybrany zakres Z trzech lat

Gatunek: SO

Cena drewna:

Wybór zakresu: PGL LP Wybór okresu: Z ostatniego roku

RDLP Z dwóch lat

Wybrany zakres Z trzech lat

Gatunek: SO

Generuj wyniki

Metodyka badań

W analizie i ocenie wielkości oraz wartości wiązania węgla w nadziemnej biomasy zdrewniałej zastosowano cztery podejścia z wykorzystaniem:

E-1: wzorów służących do obliczania całkowitej nadziemnej biomasy części zdrewniałej (Total Aboveground Woody Biomass – ABW) [Gasparini 2006],

E-2: wzorów allometrycznych - opracowanych przez zespół Andrzeja M. Jagodzińskiego [2011],

E-3: informacji dotyczącej gęstości drewna (Global Wood Density – GWD),

E-4: metody przyjętej przez Międzynarodowy Zespół ds. Zmian Klimatu (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) [*Krajowy Raport Inwentaryzacyjny 2014*];

E-5: metody regulacji oparta na maksymalizacji wartości zapasu rosnącego.

Dla każdej z analizowanych jednostek przygotowano cztery zestawienia:

- **ogólna charakterystyka drzewostanów:**
 - pierśnica,
 - wysokość,
 - zasobność,
- **koszty i ceny:**
 - koszty ścinki i wyrobu sortymentów,
 - średnia cena drewna pomniejszona o koszty ścinki i wyrobu sortymentów,
- **wartość związanego węgla oraz drewna na pniu (modele E-1, E-2, E-3, E-4 dla węgla oraz E-5 dla drewna).**

Przyjęto wartość jednostki redukcji emisji z 2014 r., wynoszącą w przeliczeniu na czysty węgiel 140,81 zł/t.

Analizę drzewostanów sosnowych przeprowadzono dla:

- **PGLLP (00-00) – I klasa bonitacji**
- **PGLLP (00-00) – II klasa bonitacji**
- **PGLLP (00-00) – III klasa bonitacji**
- **RDLP Białystok (01-00) – I klasa bonitacji**
- **RDLP Katowice (02-00) – I klasa bonitacji**
- **RDLP Szczecinek (11-00) – II klasa bonitacji**
- **RDLP Zielona Góra (14-00) – III klasa bonitacji**
- **Nadleśnictwa Pomorze (01-22) – I klasa bonitacji**
- **Nadleśnictwa Olesno (02-21) – I klasa bonitacji**
- **Nadleśnictwa Niedźwiady (11-14) – II klasa bonitacji**
- **Nadleśnictwa Krzystkowice (14-05) – III klasa bonitacji**

Rachunek optymalizacyjny danych wejściowych do weryfikacji wzorów empirycznych i współczynników przeliczeniowych przeprowadzono z zastosowaniem
W – II: Wariant „przyrostowy”

Optymalny wiek wyřębu jest punktem przecięcia przyrostu przeciętnej wartości związane węgla w nadziemnej biomase zdrewniałej i przyrostu bieżącej wartości związanego w nadziemnej biomase zdrewniałej węgla.

- **Długości okresu objętego analizą**
 - bez podziału na grupy – analiza dla wszystkich uzyskanych wyników,
 - z ostatniego roku,
 - z dwóch ostatnich lat,
 - z trzech ostatnich lat.
- **Obiektu badań** – wybierano nadleśnictwa wskazane dla każdego z gatunków; regionalne dyrekcje LP, w których znajdowały się wskazane nadleśnictwa, oraz PGLLP; dla tak przygotowanych danych wybrano klasę bonitacji o największej powierzchni w nadleśnictwie i przeprowadzano dla niej analizy na wszystkich poziomach organizacyjnych Lasów Państwowych.
- **Wariantu badań (modelu optymalizacyjnego)** – zgodnie z przyjętą wcześniej metodyką ilość wiązanego węgla oraz optymalny wiek wyřębu ze względu na maksymalizację tempa wiązania węgla liczone są w czterech wariantach. Maksymalna ilość produkowanego drewna ustalona została w jednym wariacie. W sumie analizowano więc pięć wariantów.

Analiza wariancji – ANOVA służy do porównywania między sobą wielu średnich. W badanym przypadku porównywanymi średnimi są optymalne wieki wyrębu wybrane w poszczególnych wariantach metodycznych.

Zasadniczym celem tego etapu badań było określenie optymalnego wieku wyrębu ze względu na wartość wiązanego węgla oraz produkowanego drewna, dalsze analizy (wariacji) przeprowadzono w podziale na przyjęte warianty.

Dodatkowo zastosowano grupowanie wyników wg obiektu badań.

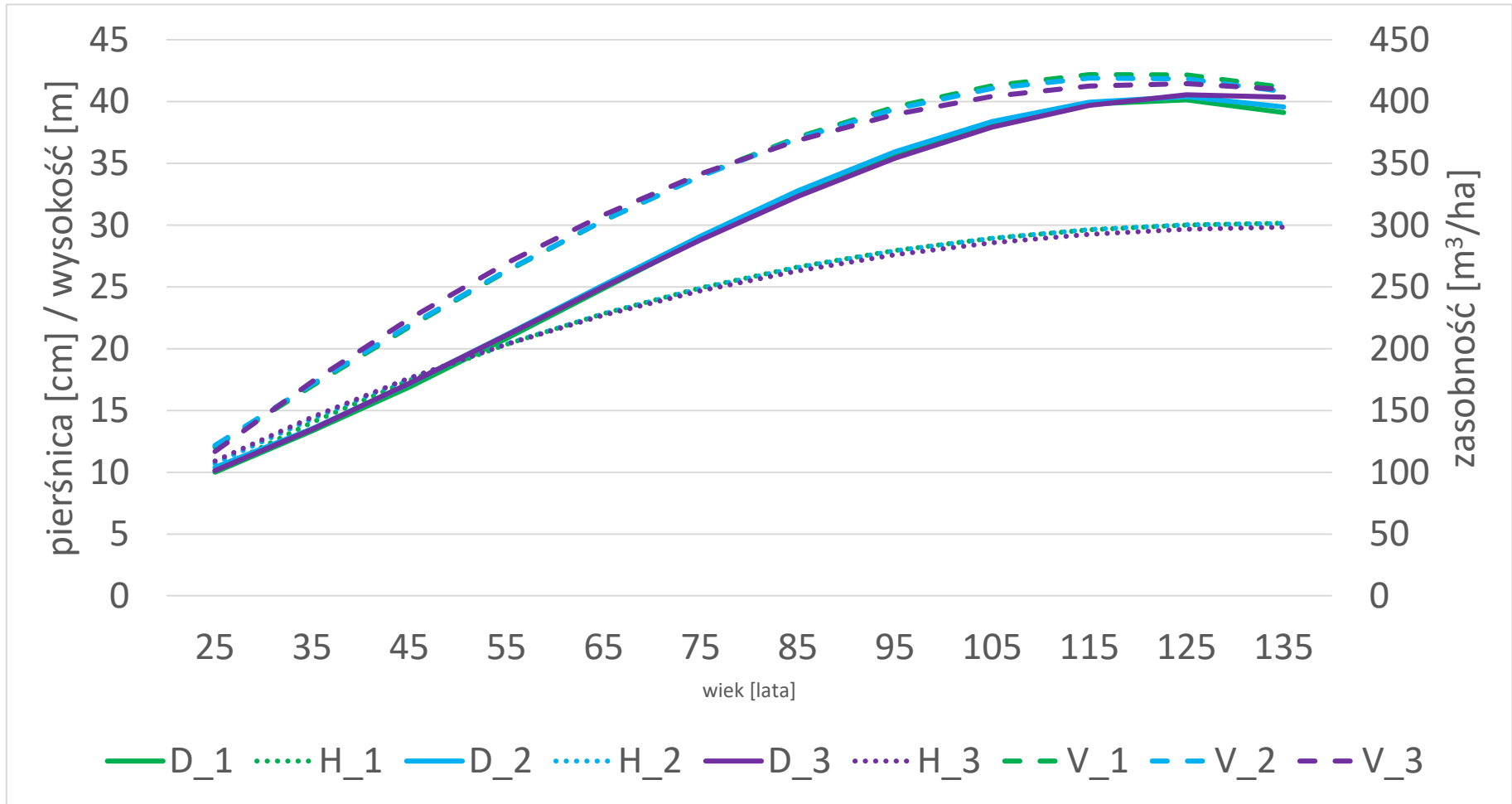
Celem takiego zabiegu było zbadanie statystycznych różnic pomiędzy uzyskiwanymi wynikami w różnych wariantach oraz istotności różnic pomiędzy obiektami badawczymi.

- analizę jednorodności wariancji
- jednowymiarowe testy istotności
- testy post-hoc
- dekompozycję efektów.

Wszystkie wyniki testów statystycznych zostały wykonane z wykorzystaniem pakietu Statistica 10.

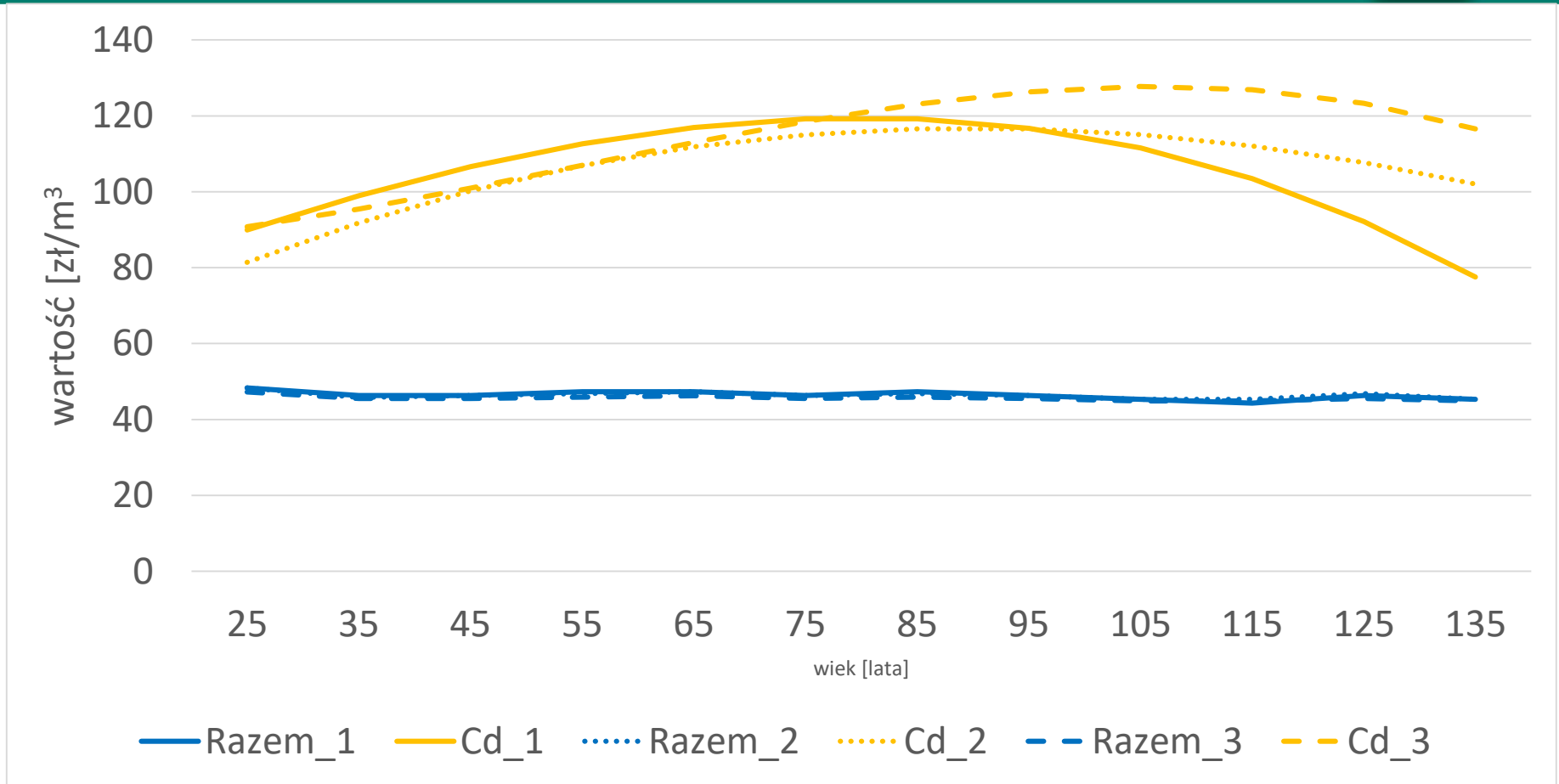
Wyniki badań

Zmiana pierśnicy, wysokości oraz zasobności wraz z wiekiem



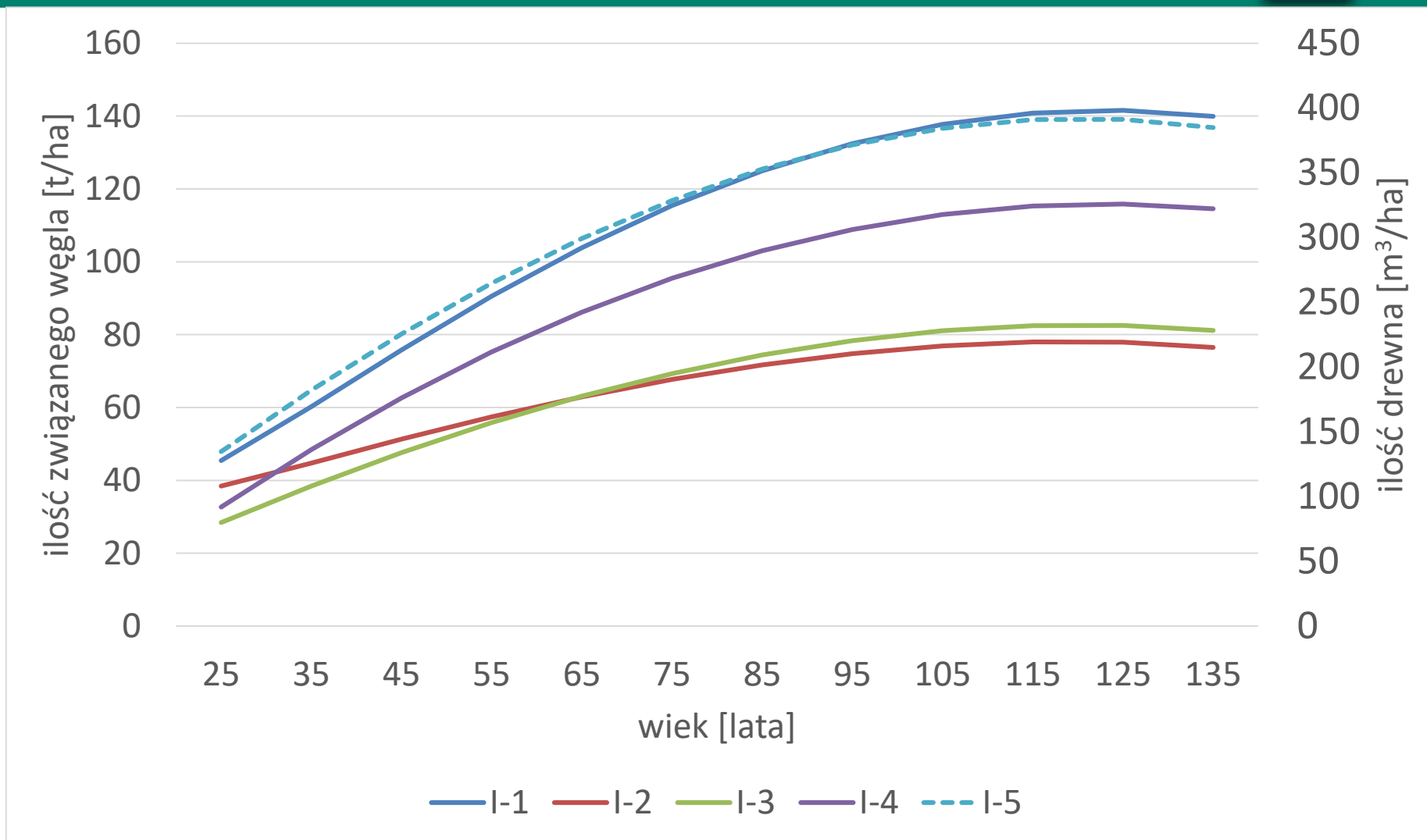
Zmiana wyrównanej pierśnicy (D), wysokości (H) oraz zasobności (V) z wiekiem w Nadleśnictwie Pomorze w trzech badanych wariantach (_1 – z ostatniego roku, _2 – średnia z dwóch ostatnich lat, _3 – średnia z trzech ostatnich lat)

Zmiana kosztów pozyskania i cen sprzedawanego drewna



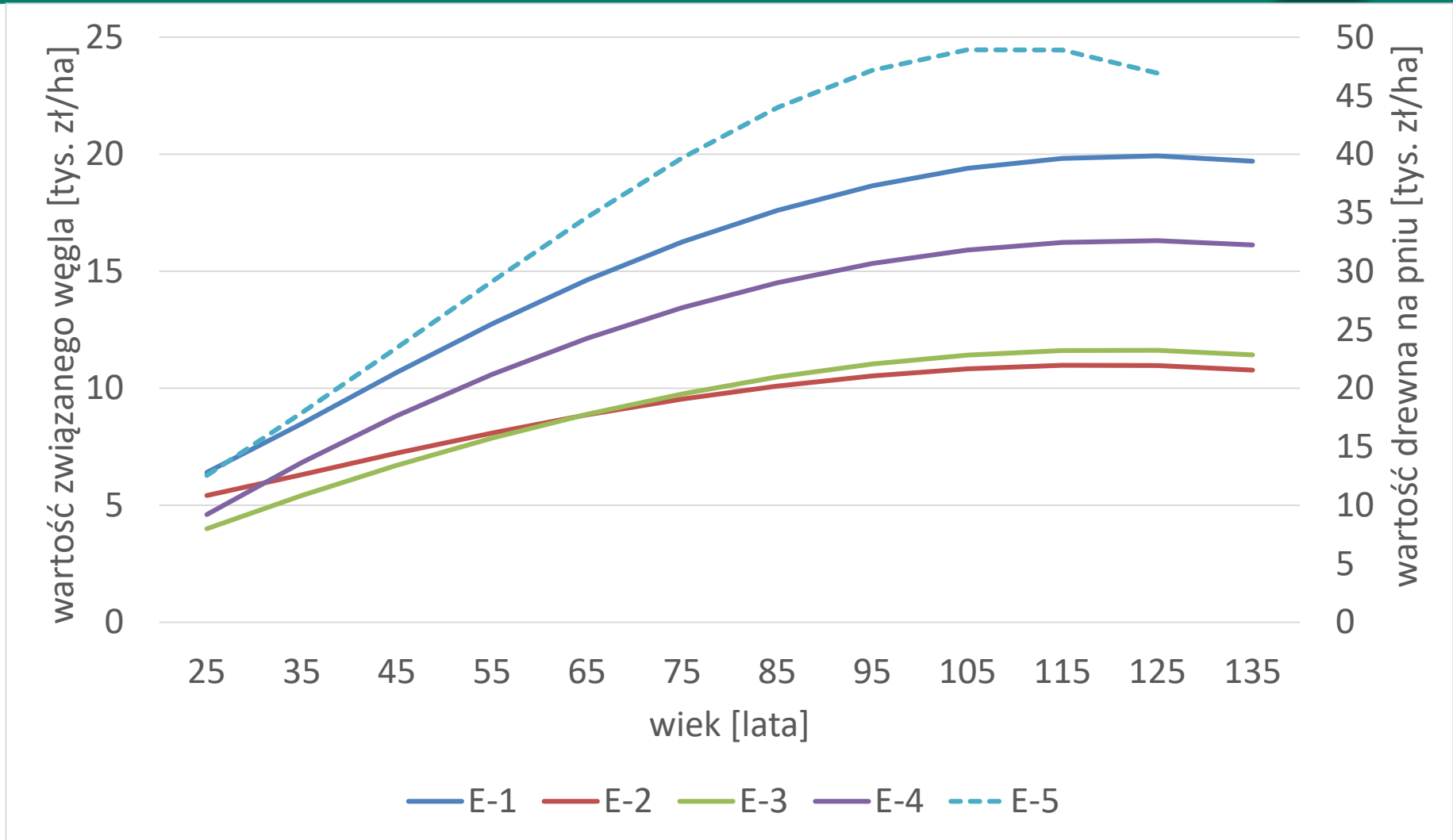
Zmiana wyrównanych kosztów pozyskania i wyroku sortymentów (Razem) oraz ceny sprzedawanego drewna pomniejszonej o koszty pozyskania i wyrobu sortymentów (Cd) z wiekiem w Nadleśnictwie Pomorze w trzech badanych wariantach (_1 – z ostatniego roku, _2 – średnia z dwóch ostatnich lat, _3 – średnia z trzech ostatnich lat)

Zmiana ilości związanego węgla i drewna



Zmiana ilości związanego węgla w nadziemnej biomase zdrewniałej w czterech wariantach (I-1, I-2, I-3, I-4) oraz produkcji drewna na pniu (I-5) z wiekiem w Nadleśnictwie Pomorze

Zmiana wartości związanego węgla i drewna



Zmiana wartości związanego węgla w nadziemnej biomacie zdrewniałej w czterech wariantach (I-1, I-2, I-3, I-4) oraz produkcji drewna na pniu (I-5) z wiekiem w Nadleśnictwie Pomorze w trzech badanych wariantach

Analiza jednorodności wariancji

Bez podziału na grupy
Test Levene'a jednorodności wariancji (_Sosna)
Efekt: wariant
Stopnie swobody dla każdego F : 4, 10

	MS Efekt	MS Błąd	F	p
wiek	37,38988	0,135472	275,9976	0,000000

Wyniki zagregowane
Test Levene'a jednorodności wariancji (Arkusz in _Sosna)
Efekt: wariant
Stopnie swobody dla każdego F : 4, 10

	obiekt	MS Efekt	MS Błąd	F	p
wiek	PGLLP_I	0,050394	0,028838	1,747489	0,215947
wiek	PGLLP_II	0,021275	0,015845	1,342732	0,320166
wiek	PGLLP_III	3,041174	0,474371	6,410963	0,007990
wiek	01-00_I	0,297632	0,151850	1,960033	0,176928
wiek	02-00_I	0,106569	0,096797	1,100950	0,407860
wiek	11-00_II	0,003755	0,097557	0,038492	0,996688
wiek	14-00_III	0,101351	0,743960	0,136232	0,965151
wiek	11-14_II	0,071465	0,100429	0,711596	0,602471
wiek	14-05_III	0,580769	1,021074	0,568782	0,691336
wiek	02-21_I	0,043983	0,055573	0,791450	0,556720
wiek	01-22_I	1,168286	0,548261	2,130892	0,151352

Jednowymiarowe testy istotności

Bez podziału na grupy
 Jednowymiarowe testy istotności dla wiek (_Sosna)
 Parametryzacja z sigma-ograniczeniami
 Dekompozycja efektywnych hipotez

Efekt	SS	Stopnie swobody	MS	F	p
Wyraz wolny	545655,1	1	545655,1	11168,46	0,00
wariant	7522,4	4	1880,6	38,49	0,00
Błąd	7817,1	160	48,9		

Wyniki zagregowane
 Jednowymiarowe testy istotności dla wiek (Arkusz in _Sosna)
 Parametryzacja z sigma-ograniczeniami
 Dekompozycja efektywnych hipotez

Efekt	obiekt	SS	Stopnie swobody	MS	F	p
Wyraz wolny	PGLLP_I	42080,80	1	42080,80	310624,1	0,000000
wariant	PGLLP_I	272,66	4	68,17	503,2	0,000000
Błąd	PGLLP_I	1,35	10	0,14		
Wyraz wolny	PGLLP_II	50554,16	1	50554,16	419270,8	0,000000
wariant	PGLLP_II	601,85	4	150,46	1247,9	0,000000
Błąd	PGLLP_II	1,21	10	0,12		
Wyraz wolny	PGLLP_III	62408,65	1	62408,65	16804,51	0,000000
wariant	PGLLP_III	1377,59	4	344,40	92,73	0,000000
Błąd	PGLLP_III	37,14	10	3,71		
Wyraz wolny	01-00_I	42007,73	1	42007,73	34516,67	0,000000
wariant	01-00_I	341,07	4	85,27	70,06	0,000000
Błąd	01-00_I	12,17	10	1,22		
Wyraz wolny	02-00_I	41066,57	1	41066,57	103413,9	0,000000
wariant	02-00_I	239,13	4	59,78	150,5	0,000000
Błąd	02-00_I	3,97	10	0,40		
Wyraz wolny	11-00_II	60264,49	1	60264,49	112035,4	0,000000
wariant	11-00_II	746,53	4	186,63	347,0	0,000000
Błąd	11-00_II	5,38	10	0,54		
Wyraz wolny	14-00_III	49096,85	1	49096,85	17416,64	0,000000
wariant	14-00_III	5286,51	4	1321,63	468,83	0,000000
Błąd	14-00_III	28,19	10	2,82		
Wyraz wolny	11-14_II	56502,34	1	56502,34	95869,25	0,000000
wariant	11-14_II	795,77	4	198,94	337,55	0,000000
Błąd	11-14_II	5,89	10	0,59		

Testy post-hoc

Bez podziału na grupy
 Test HSD Tukeya; zmienna wiek (_Sosna)
 Przybliżone prawdopodobieństwa dla testów post hoc
 Błąd: MS międzygrupowe = 48,857, df = 160,00

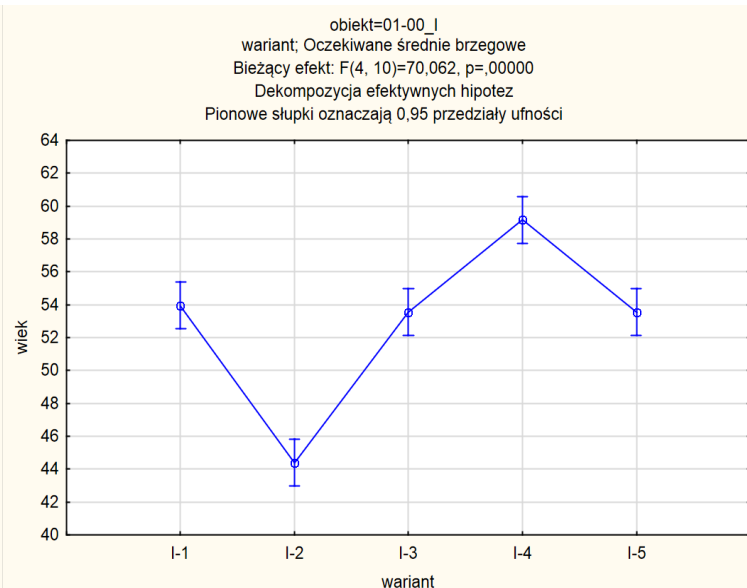
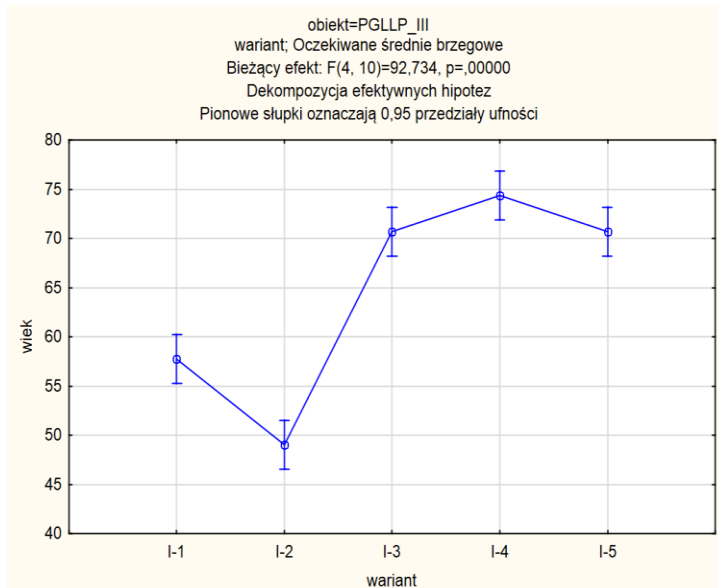
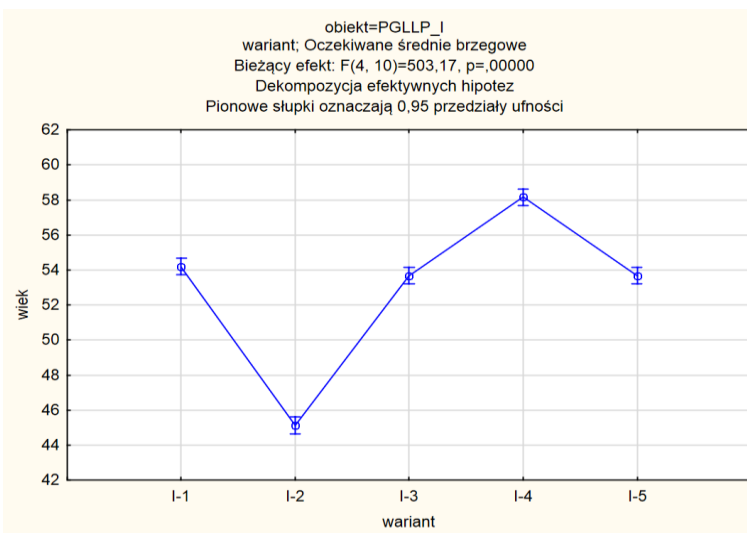
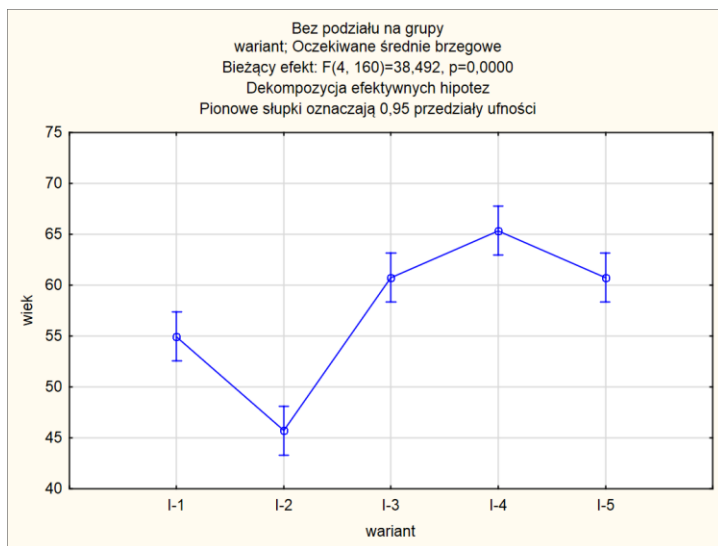
Nr podkl.	wariant	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		54,950	45,722	60,760	65,340	60,760
1	I-1		0,000018	0,006608	0,000017	0,006607
2	I-2	0,000018		0,000017	0,000017	0,000017
3	I-3	0,006608	0,000017		0,059832	1,000000
4	I-4	0,000017	0,000017	0,059832		0,059837
5	I-5	0,006607	0,000017	1,000000	0,059837	

Wyniki zagregowane

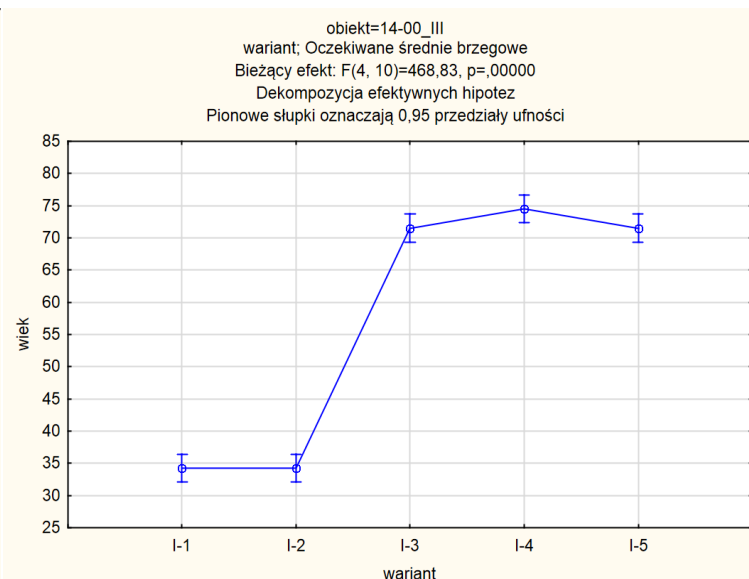
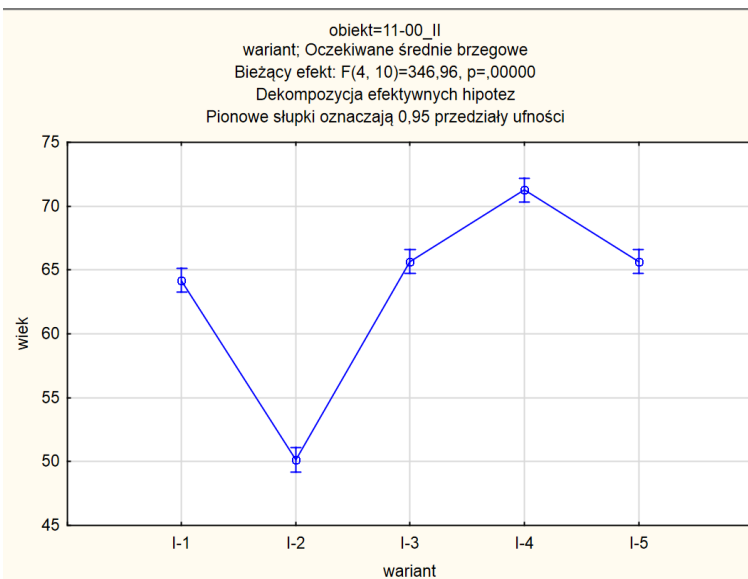
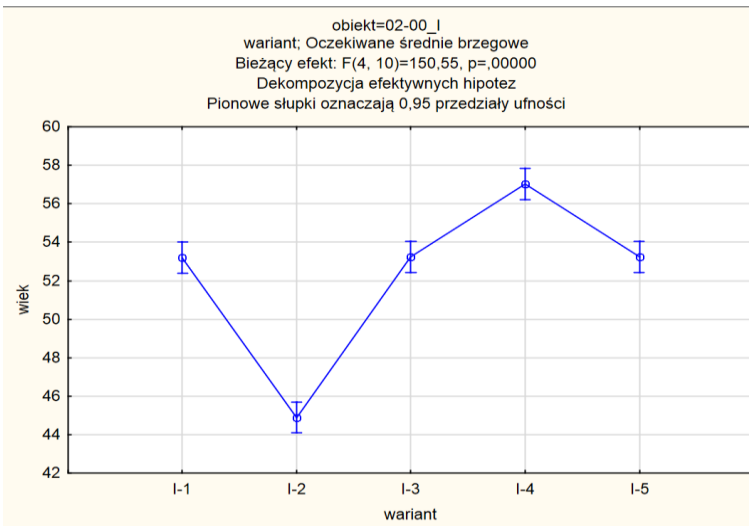
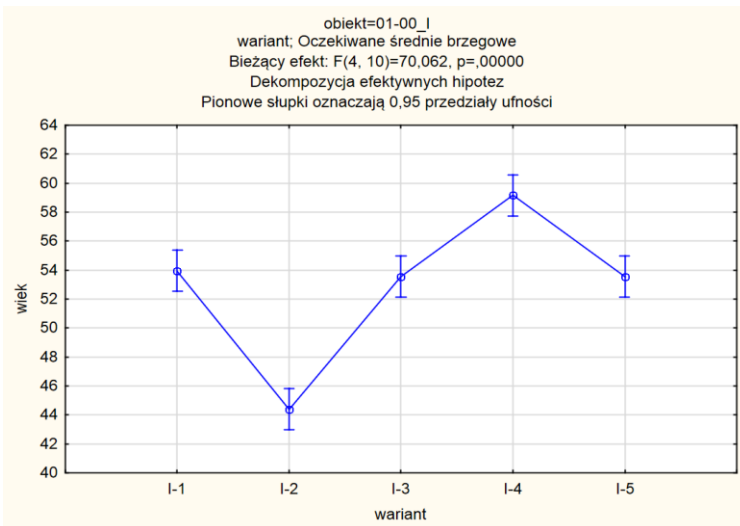
Test HSD Tukeya; zmienna wiek (Arkusz in _Sosna)
 Przybliżone prawdopodobieństwa dla testów post hoc

Nr podkl.	obiekt	wariant	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
			54,198	45,126	53,677	58,152	53,677
1	01-00_I	I-1		0,000177	0,989248	0,001416	0,989243
2	01-00_I	I-2	0,000177		0,000179	0,000176	0,000179
3	01-00_I	I-3	0,989248	0,000179		0,000822	1,000000
4	01-00_I	I-4	0,001416	0,000176	0,000822		0,000822
5	01-00_I	I-5	0,989243	0,000179	1,000000	0,000822	
1	02-00_I	I-1		0,000176	0,999986	0,000304	0,999986
2	02-00_I	I-2	0,000176		0,000176	0,000176	0,000176
3	02-00_I	I-3	0,999986	0,000176		0,000320	1,000000
4	02-00_I	I-4	0,000304	0,000176	0,000320		0,000320
5	02-00_I	I-5	0,999986	0,000176	1,000000	0,000320	
1	11-00_II	I-1		0,000176	0,179429	0,000176	0,179405
2	11-00_II	I-2	0,000176		0,000176	0,000176	0,000176
3	11-00_II	I-3	0,179429	0,000176		0,000184	1,000000
4	11-00_II	I-4	0,000176	0,000176	0,000184		0,000184
5	11-00_II	I-5	0,179405	0,000176	1,000000	0,000184	
1	14-00_III	I-1		0,999998	0,000176	0,000176	0,000176
2	14-00_III	I-2	0,999998		0,000176	0,000176	0,000176
3	14-00_III	I-3	0,000176	0,000176		0,264182	1,000000
4	14-00_III	I-4	0,000176	0,000176	0,264182		0,264311
5	14-00_III	I-5	0,000176	0,000176	1,000000	0,264311	
1	11-14_II	I-1		0,933635	0,933635	0,000177	0,933818
2	11-14_II	I-2	0,000176		0,000176	0,000176	0,000176
3	11-14_II	I-3	0,933635	0,000176		0,000176	1,000000
4	11-14_II	I-4	0,000177	0,000176	0,000176		0,000176
5	11-14_II	I-5	0,933818	0,000176	1,000000	0,000176	
1	14-05_III	I-1		0,075756	0,000356	0,000211	0,000356
2	14-05_III	I-2	0,075756		0,000178	0,000176	0,000178
3	14-05_III	I-3	0,000356	0,000178		0,754199	1,000000
4	14-05_III	I-4	0,000211	0,000176	0,754199		0,754134
5	14-05_III	I-5	0,000356	0,000178	1,000000	0,754134	
1	02-21_I	I-1		0,010009	0,010009	0,018110	0,010007
2	02-21_I	I-2	0,000176	0,000176	0,000176	0,000176	0,000176
3	02-21_I	I-3	0,010009	0,000176		0,000214	1,000000

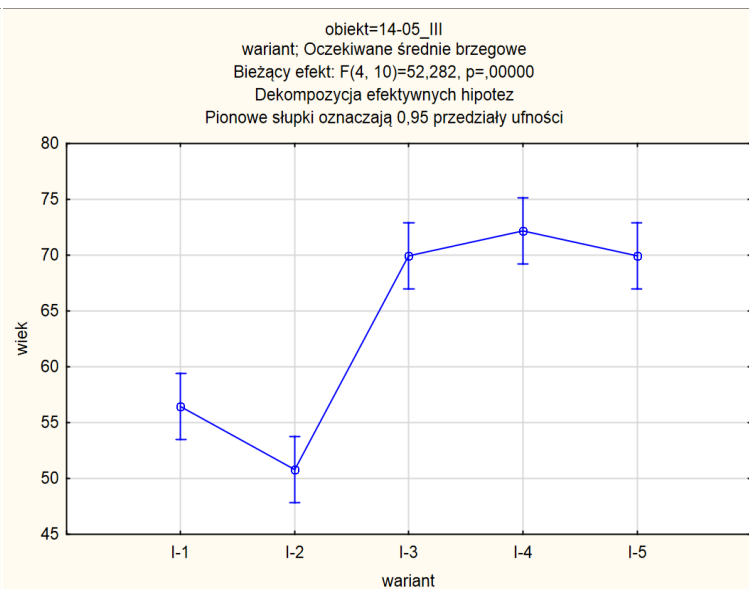
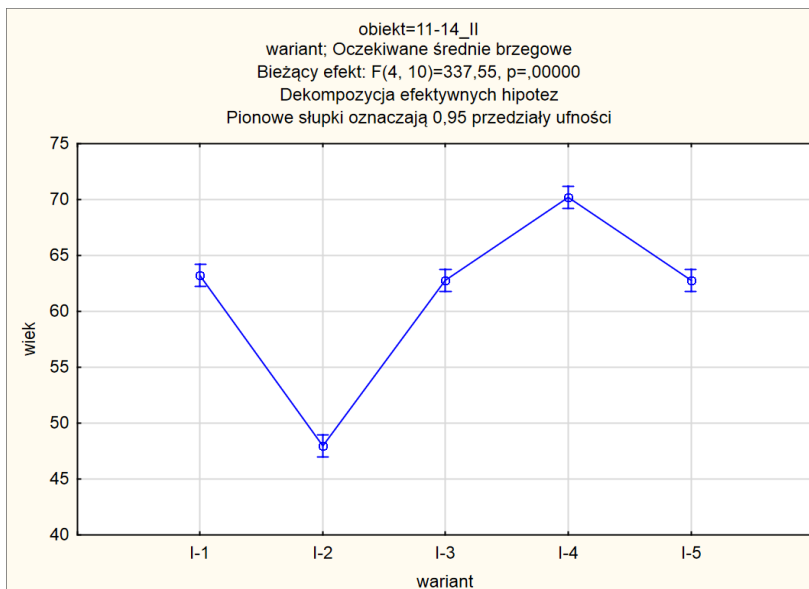
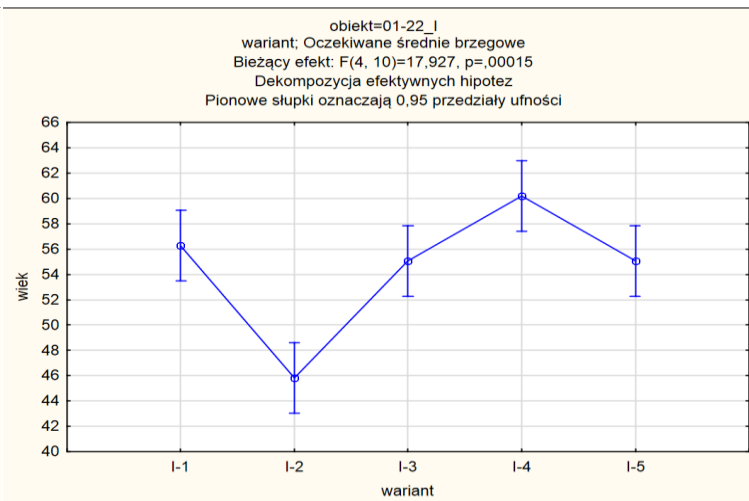
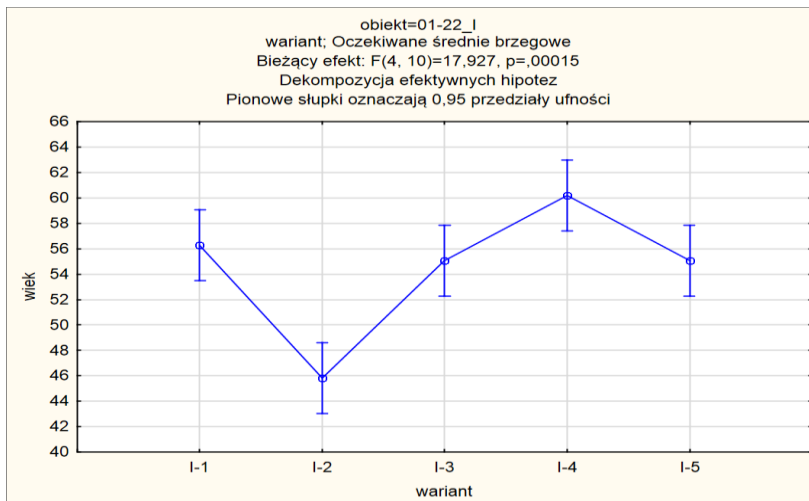
Dekompozycja efektów

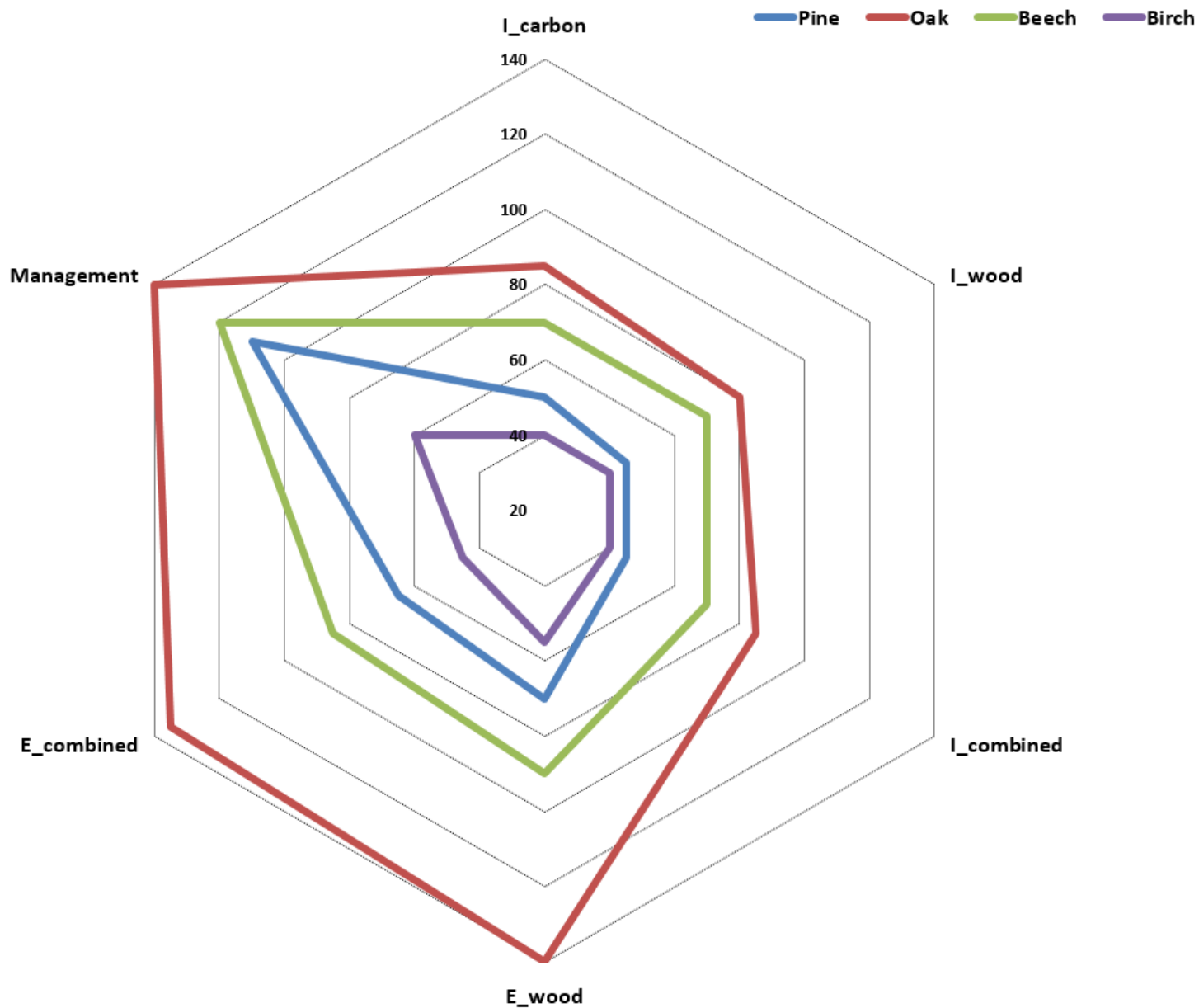


Dekompozycja efektów



Dekompozycja efektów





- Dane dotyczące powierzchni drzewostanów oraz ich opisu (pierśnica, wysokość, miąższość) można pozyskiwać tylko z ostatniego roku. Nie ma istotnych różnic pomiędzy wynikami z ostatniego roku a danymi z dłuższego okresu.
- Zróżnicowanie powierzchni oraz nierównomierne rozłożenie powierzchni drzewostanów w podklasach wieku na poziomie nadleśnictwa powoduje, iż w przypadku zdecydowanej większości gatunków zalecane jest wykonywanie analiz w oparciu o dane z kilku nadleśnictw lub RDLP czy nawet PGLLP.

- Dane należy grupować wg klas bonitacji. Sposób zagospodarowania drzewostanów odpowiada klasie bonitacji drzewostanów. Drzewostany sosnowe I klasy bonitacji odnawiane są rębniami zupełnymi, z kolei drzewostany niższych klas bonitacji przebudowywane są rębniami częściowymi i gniazdowymi.
- Im wyższa jest klasa bonitacji drzewostanów, tym niższy jest optymalny wiek rębności.
- Optymalny wiek wyrębu drzewostanów w kontekście maksymalizacji tempa wiązania węgla w głównej mierze zależy od wybranej metody kalkulacji. Zaleca się korzystanie z metody opartej na metodyce stosowanej przez IPCC (I-4, E-4) ze względu na stabilność uzyskanych wyników oraz uniwersalność metody.

- Obliczając wartość drzewostanu rosnącego należy wykorzystać skorygowane ceny uzyskane na poziomie kilku lub kilkunastu nadleśnictw, RDLP lub PGLLP, co zapewnia większą stabilność wyników.
- Kalkulując wartość drewna na pniu szczególną uwagę należy zwrócić na stabilność skorygowanej ceny drewna.
- Optymalny wiek rębności zarówno ze względu na maksymalizację ilości i wartości węgla zakumulowanego na pniu czy też przyrostu wartości drzewostanów na pniu jest niższy aniżeli wiek zawarty w „Instrukcji urządzania lasu” czy też rzeczywisty wiek wyřębu drzewostanów (poza przebudową).

1. Analiza uzyskanych wyników umożliwiła ocenę przyjętych w badaniach wariantów modeli optymalizacyjnych pod kątem ich wykorzystania do ustalania ekonomicznego wieku dojrzałości rębnej.
2. W rachunku optymalizacji wieku rębności drzewostanu z punktu widzenia wiązania węgla uwzględniono wielkość i wartość węgla zakumulowanego w nadziemnej biomase zdrewniałej drzew, tj. grubiźnie i drobnicy, które mogą być pozyskane i wywiezione z lasu.
3. Sposoby analizy oparte na gęstości drewna charakteryzują się mniejszą zmiennością osiągniętych wyników optymalizacji.

Jestto stary błąd, na tem utrzymywanie lasu zasadzać, żeby żadnego drzewa nie tykać. Każda rzecz w przyrodzeniu ma swój kres, do którego przyszedłszy, trwa czas niejaki w doskonałym stanie, ten przebywszy, psuć się musi. Drzewo przestarzałe staje się niezdatnem i próżno miejsce zalega; trzeba; go więc w czasie doskonałej jego pory wycinać, ale w tem wycinaniu tak poczynać roztropnie, żeby aktualna korzyść dalszey nie przeszkadzała.