



INSTYTUT BADAWCZY LEŚNICTWA

Zakład Geomatyki

Symbole: UKD 630.6, 630.2, 630.1
PKT 60.33.00, 60.19.00, 60.09.00
LKO 524.61

Rodzaj sprawozdania: V etap *Weryfikacja wykonywanych na podstawie art. 18 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1999 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie zarządzania unią energetyczną i działaniami w dziedzinie klimatu prognoz emisji i pochłaniania z sektora LULUCF, z uwzględnieniem scenariuszy alternatywnych*

Rodzaj sprawozdania: etapowe za 2023 rok

Zleceniodawca: Narodowy Fundusz ochrony Środowiska i gospodarki Wodnej

Nr tematu: 2155/2023 (w Funduszu) / 661550 (w IBL)

Nr umowy: 1853/2023/Wn50/NE-PR/D o dofinansowanie w formie dotacji

zawarta w dniu 07.12.2023 r

Tytuł tematu: Znaczenie lasów i gruntów z roślinnością leśną w pochłanianiu i magazynowaniu CO₂ w ramach nowej strategii leśnej UE 2030 oraz pakietu ustaw „Gotowi na 55”



Kierownik projektu: dr hab. inż. Emilia Wysocka-Fijorek, prof. IBL

Wykonawcy (alfabetycznie): **dr Tomasz Hycza, dr inż. Tomasz Jabłoński (wraz z zespołem Autorów cytowanych opracowań), dr inż. Bożydar Neroj (wraz z Zespołem), mgr inż. Marcin Żaczek (wraz z Zespołem)**

Kierownik Zakładu:

Dyrektor Instytutu:

Sękocin Stary, grudzień 2023 r.

SPIS TREŚCI

1 Opracowanie różnych ścieżek osiągnięcia celu, zawierających scenariusze uwzględniające aspekty: ograniczenia pozyskania drewna, wyłączenia części gruntów leśnych z produkcji, uwzględniania nowych danych, zalesień gruntów porolnych, wykorzystania dostępnych elastyczności.....	4
2 Ujęcie emisji i pochłaniania w całym sektorze, wykorzystując najlepsze dostępne dane oraz weryfikując metody wyliczania pochłaniania	8
2.1 Wstęp.....	8
2.2 Możliwości realizacji celów wynikających ze zmian rozporządzenia (UE) 2018/841 przy założeniu, że obecne praktyki w gospodarce leśnej nie ulegną zmianie (scenariusz BAU).9	
2.2.1 Prognoza rozwoju zasobów drzewnych	9
2.2.2 Kalkulacja ilości węgla	11
2.2.3 Kalkulacja efektu substytucji w produktach drzewnych.....	21
3 Podsumowanie	26
3.1 Analiza SWOT	26
3.2 Zakończenie	31
4 Literatura	37

1 OPRACOWANIE RÓŻNYCH ŚCIEŻEK OSIĄGANIA CELU, ZAWIERAJĄCYCH SCENARIUSZE UWZGLĘDNIAJĄCE ASPEKTY: OGRANICZENIA POZYSKANIA DREWNA, WYŁĄCZENIA CZĘŚCI GRUNTÓW LEŚNYCH Z PRODUKCJI, UWZGLĘDNIANIA NOWYCH DANYCH, ZALESIEŃ GRUNTÓW POROLNYCH, WYKORZYSTANIA DOSTĘPNYCH ELASTYCZNOŚCI

Rozdział powstał w oparciu o ekspertyzy przygotowane na zlecenie DGLP pt.

1) „Konsekwencje objęcia ochroną ścisłą znacznych obszarów leśnych Polski (wdrożenie jednego z celów unijnej Strategii na rzecz bioróżnorodności do 2030 roku - objęcie ścisłą ochroną 10% obszarów lądowych, w tym wszystkich pozostałych w UE lasów pierwotnych i starodrzewów), na możliwość sekwestracji węgla (netto) przez polskie lasy oraz produkcję drewna z uwzględnieniem sortymentacji”

2) „Określenie wpływu na gospodarkę leśną zmienionego rozporządzenia (UE) 2018/841 w sprawie włączenia emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych w wyniku działalności związanej z użytkowaniem gruntów, zmianą użytkowania gruntów i leśnictwem do ram polityki klimatyczno-energetycznej”

Ociągnięcie celów stawianych przed Polską w ramach LULUCF będzie bardzo trudne i będzie skutkowało konsekwencjami ekonomicznymi, społecznymi i gospodarczymi. W dokumentach dotyczących LULUCF nie zaproponowano ścieżek dojścia do wyznaczonych celów oraz łagodzenia negatywnych skutków dążenia do osiągnięcia celu. Opracowanie różnych ścieżek osiągnięcia celu, może uwzględniać różne scenariusze uwzględniające aspekty: ograniczenia pozyskania drewna, wyłączenia części gruntów leśnych z produkcji,

uwzględniania nowych danych, zalesień gruntów porolnych, wykorzystania dostępnych elastyczności.

Pierwsze podejście skupia się na prognozie rozwoju zasobów drzewnych i możliwościach użytkowania drewna. Zmiany zasobów węgla w biomasie nadziemnej lasów oraz struktura pozyskiwanych sortymentów są pochodną prognozy.

Przyjęte scenariusze należy traktować jako podejście teoretyczne, ponieważ tak istotna, gwałtowna, zmiana zasad prowadzenia gospodarki leśnej, mogłaby spowodować trudne do przewidzenia konsekwencje dla aktualnych ekosystemów leśnych. Dotyczy to zarówno zmian wielkości zasobów drzewnych, ich stanu zdrowotnego oraz stabilności i odporności na czynniki biotyczne i abiotyczne, które ulegają w ostatnich dekadach istotnym wahaniom.

Aby możliwe było pełniejsze ocenienie konsekwencji takiego, konieczne jest uwzględnienie zarówno produktów z pozyskanego drewna oraz wynikające z mniejszej dostępności drewna, zastępujących go substytutów. Tych aspektów z przyczyn oczywistych, wykraczania poza obszar kompetencji autorów prognozy, niniejsza ekspertyza nie obejmuje.

Wykonując takie opracowanie konieczne jest przygotowywanie analizy spodziewanych skutków realizacji omawianego celu LULUCF w Polsce. Należy zastanowić się nad skutkami objęcia ochroną ścisłą dużych obszarów leśnych, które mogą być wstępnie oszacowane przez porównanie stanu lasów (szczególnie ich struktury wiekowej) oraz możliwości pozyskania drewna w warunkach realizacji celu LULUCF ze stanem lasów oraz możliwościami pozyskania drewna w dotychczas realizowanym modelu wielofunkcyjnej gospodarki leśnej (zwanej dalej gospodarką leśną).

W ekspertyzie można przyjąć, że wyżej podane ogólne założenia mogłyby być realizowane przez wyłączenie z gospodarki leśnej (z przeznaczeniem do ochrony ścisłej) wyżej wymienionej powierzchni lasów według trzech scenariuszy:

- 1) **scenariusz 1:** wyłączenie z wielofunkcyjnej gospodarki leśnej drzewostanów starszych klas wieku poczynając od drzewostanów najstarszych;
- 2) **scenariusz 2:** wyłączenie z wielofunkcyjnej gospodarki leśnej najcenniejszych przyrodniczo kompleksów leśnych;

3) **scenariusz 3:** wyłączenie z wielofunkcyjnej gospodarki leśnej najcenniejszych przyrodniczo kompleksów leśnych i drzewostanów najstarszych klas wieku.

Jako **scenariusz porównawczy** przyjąć należy dotychczasowy sposób prowadzenia gospodarki leśnej, tj. zgodnie z modelem wielofunkcyjnej gospodarki leśnej we wszystkich (z wyjątkiem rezerwatów) lasach wszystkich form własności.

Przyjęcie wyżej wymienionych scenariuszy wymagało odpowiedniego przygotowania danych dla lasów wszystkich form własności.

W podejściu drugim (którego wyniki przedstawiono w kolejnym rozdziale), spośród elementów mających wpływ na pochłanianie dwutlenku węgla w perspektywie do 2030 r. oraz osiągnięcie neutralności klimatycznej w sektorze lądowym do 2035 r., uwzględniono w szczególności kształtowanie się zasobów leśnych i wielkości ich użytkowania (powierzchnia, zapas struktura wiekowa oraz wielkość pozyskania drewna wraz z drewnem martwym).

Poddane analizie elementy gospodarki leśnej przeanalizowano w kontekście wpływu na lasy szczególnie w zakresie zagrożeń ze strony czynników biotycznych (gradacje owadów, patogeny) i abiotycznych (ekstremalne warunki klimatyczne i zjawiska kłęskowe, np. huragany lub długotrwałe susze), struktury drzewostanów z uwzględnieniem ich podatności na występowanie zagrożeń abiotycznych i biotycznych.

Ogólne założenia pozwoliły na przedstawienie – dla obu wcześniej wymienionych scenariuszy (FIT 55% oraz BAU) – danych przedstawiających przyrost, ubytki (rozumiane jako suma pozyskania miąższości drewna brutto, pozostałości zrębowych i drewna martwego) oraz różnicę między przyrostem a ubytkami w poszczególnych latach okresu 2019–2030. W obu rozpatrywanych scenariuszach kształtowanie się zasobów drzewnych oraz użytkowania głównego w „lasach pozostałych” (poza zarządem Lasów Państwowych) – zgodnie z wcześniejszymi założeniami – przyjęto takie samo. Zostało one określone na podstawie skorygowanych (przez uwzględnienie drewna martwego) wskaźników użytkowania przedstawionych w scenariuszu BAU w „Krajowym planie rozliczeń dla leśnictwa” (Warszawa 2019).

W przypadku scenariusza FIT 55% przyjęto zmniejszającą się liniowo wielkość użytkowania, dochodząc z planowanym pozyskaniem w Lasach Państwowych w 2030 r. do wielkości około 38,8 mln m³ grubizny brutto (razem ubytki), tj. około 26 mln m³ grubizny netto (ca 2/3 pozyskania z okresu 2019–2021). W tym scenariuszu wskaźniki użytkowania, wynikające z „Krajowego planu rozliczeń dla leśnictwa” (Warszawa 2019) wyrównano do wielkości użytkowania wynikającego z malejącego użytkowania przedstawionego.

Natomiast w przypadku scenariusza BAU prognozę rozwoju zasobów drzewnych oraz możliwości wysokości użytkowania w Lasach Państwowych w okresie 2022–2030 opracowano na podstawie wskaźników intensywności uwzględniających ubytki (pozyskanie drewna i drewno martwe).

W analizach dotyczących obu rozpatrywanych scenariuszy, wysokość użytkowania w Lasach Państwowych w latach 2019–2021 przyjęto na podstawie faktycznego wykonania.

2 UJĘCIE EMISJI I POCHŁANIANIA W CAŁYM SEKTORZE, WYKORZYSTUJĄC NAJLEPSZE DOSTĘPNE DANE ORAZ WERYFIKUJĄC METODY WYLICZANIA POCHŁANIANIA

Rozdział powstał w oparciu o ekspertyzę przygotowaną na zlecenie DGLP pt. „Określenie wpływu na gospodarkę leśną zmienionego rozporządzenia (UE) 2018/841 w sprawie włączenia emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych w wyniku działalności związanej z użytkowaniem gruntów, zmianą użytkowania gruntów i leśnictwem do ram polityki klimatyczno-energetycznej”

2.1 Wstęp

Wymieniony na wstępie projekt rozporządzenia ma na celu dostosowanie przepisów do regulacji prawnych UE oraz zwiększenie wkładu sektora LULUCF do nowego, wyższego, celu klimatycznego, zgodnie z komunikatem UE o Europejskim Zielonym Ładzie, którego elementem jest pakiet klimatyczny Fit for 55. Pakiet ten zakłada zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych do 2030 r. w UE o 55% w stosunku do 1990 r., a następnie osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 r.

Omawiane rozporządzenie LULUCF zakłada zwiększenie wielkości pochłaniania netto na poziomie UE, z 225 do 310 mln ton ekwiwalentu CO₂ w 2030 r., w tym dla Polski przewidywane jest zwiększenie obowiązkowego celu pochłaniania netto z 26,0 mln ton do 38,1 mln ton ekwiwalentu CO₂. Ograniczony katalog zachęt dla prywatnych właścicieli gruntów, szczególnie gruntów leśnych, na potrzeby realizacji tego celu, powoduje, że w praktyce główny ciężar wyżej wymienionego wzrostu wielkości pochłaniania CO₂ w Polsce zostanie zapewne przekierowany głównie na Lasy Państwowe.

Osiągnięcie przez Polskę w tak krótkim czasie, tj. do 2030 r. wyżej wymienionego celu pochłaniania netto będzie musiało się zatem wiązać ze znacznym ograniczeniem wielkości pozyskania drewna, przede wszystkim w lasach zarządzanych przez Lasy Państwowe. Jednak oszacowanie tej wielkości, z uwagi na złożone zależności pomiędzy ograniczeniem użytkowania, a zwiększeniem pochłaniania netto, jest możliwe tylko w przybliżonym stopniu.

W opracowaniu przedstawiono i omówiono możliwości realizacji niezbędnych działań z zakresu gospodarki leśnej (ujętych w formie określonych scenariuszy prowadzenia gospodarki leśnej), zmierzających do realizacji zobowiązań mitygacyjnych sektora LULUCF do 2030 r., związanych z ogólnym unijnym celem ograniczenia emisji netto na 2030 r. do co najmniej 55 % w porównaniu z 1990 r.

W ekspertyzie przyjęto do analiz dwa scenariusze prowadzenia gospodarki leśnej różniące się między sobą intensywnością użytkowania głównego. W pierwszym scenariuszu przyjęto intensywność użytkowania ukierunkowaną na osiągnięcie proponowanego w projekcie rozporządzenia LULUCF dla Polski celu pochłaniania netto w wysokości około 38 mln ton ekw. CO₂ (scenariusz FIT 55%), natomiast w drugim scenariuszu – traktowanym jako porównawczy – intensywność użytkowania głównego nawiązuje do tzw. scenariusza bieżącego (BAU) określonego w „Krajowym planie rozliczeń dla leśnictwa” opracowanym przez Ministerstwo Klimatu (Warszawa 2019) zbliżonego do aktualnie realizowanego scenariusza gospodarki leśnej. Należy zwrócić uwagę, iż analizy dotyczące zarówno scenariusza FIT 55%, jak i BAU mają również na celu przedstawienie – przy określonej intensywności użytkowania głównego – tendencji związanych z kierunkiem rozwoju zasobów drzewnych oraz ich dynamiką w perspektywie 2030 roku, co w konsekwencji pozwoli na przedstawienie wielkości emisji i pochłaniania CO₂ w rezerwuarach wchodzących w zakres raportowania LULUCF (biomasa nadziemna i podziemna, martwe drewno, produkty z pozyskanego drewna oraz węgiel w glebach).

2.2 Możliwości realizacji celów wynikających ze zmian rozporządzenia (UE) 2018/841 przy założeniu, że obecne praktyki w gospodarce leśnej nie ulegną zmianie (scenariusz BAU).

2.2.1 Prognoza rozwoju zasobów drzewnych

Syntetyczne dane dotyczące kształtowania się wielkości zasobów drzewnych w lasach Polski w okresie 2019–2030 według dwóch scenariuszy w lasach Państwowych (FIT 55% i BAU) oraz według scenariusza BAU w „lasach pozostałych” (Tabela 1, Tabela 2, Tabela 3). Przyjęto, że modyfikacje prowadzenia gospodarki leśnej zostały zaprojektowane w lasach w zarządzie Lasów Państwowych, natomiast w „lasach pozostałych” praktyki i związane z nimi poziomy zaburzeń są takie same, niezależnie od scenariusza.

Tabela 1 Powierzchnia i miąższość drzewostanów według klas i podklas wieku w lasach w zarządzie Lasy Państwowe według stanu na 1 stycznia 2031 r. (scenariusz FIT 55%)

Lp.	Klasy i podklasy wieku	Lasy Państwowe		Lasy pozostałe	
		powierzchnia [tys. ha]	miąższość [tys. m ³]	powierzchnia [tys. ha]	miąższość [tys. m ³]
1	Pow. leśna niezal.	182	2 795	102	1 710
2	Przestoje	0	19 780	0	6 583
3	Ia (1–10)	333	283	37	146
4	Ib (11–20)	329	13 157	50	3 592
5	IIa (21–30)	411	54 780	87	12 111
6	IIb (31–40)	476	103 023	136	28 172
7	IIIa (41–50)	505	149 081	185	53 638
8	IIIb (51–60)	594	204 795	243	81 331
9	IVa (61–70)	824	303 698	306	108 855
10	IVb (71–80)	797	313 848	294	110 038
11	Va (81–90)	595	254 305	207	86 154
12	Vb (91–100)	469	207 620	129	53 436
13	VI (101–120)	494	232 163	117	63 087
14	VII (121 i starsze)	372	203 358	84	49 177
15	KO, KDO, BP	408	144 167	70	27 107
16	Razem	6 607	2 171 767	1 946	616 855
17	Ogółem	6 789	2 206 852	2 048	685 137
18	Przeciętny wiek (lat)	64,9	-	64,5	-
19	Zasobność na 1 ha	-	325,1	-	334,5

Tabela 2 Powierzchnia i miąższość drzewostanów według klas i podklas wieku w lasach w zarządzie Lasy Państwowe według stanu na 1 stycznia 2031 r. (scenariusz BAU)

Lp.	Klasy i podklasy wieku	Lasy Państwowe		Lasy pozostałe	
		powierzchnia [tys. ha]	miąższość [tys. m ³]	powierzchnia [tys. ha]	miąższość [tys. m ³]
1	Pow. leśna niezal.	182	2 795	102	1 710
2	Przestoje	0	19 780	0	6 583
3	Ia (1–10)	421	347	37	146
4	Ib (11–20)	343	13 308	50	3 592
5	IIa (21–30)	429	55 554	87	12 111
6	IIb (31–40)	476	99 938	136	28 172
7	IIIa (41–50)	504	144 527	185	53 638
8	IIIb (51–60)	593	198 472	243	81 331
9	IVa (61–70)	822	294 024	306	108 855
10	IVb (71–80)	790	302 022	294	110 038
11	Va (81–90)	584	242 215	207	86 154
12	Vb (91–100)	437	187 694	129	53 436
13	VI (101–120)	437	199 118	117	63 087
14	VII (121 i starsze)	334	177 646	84	49 177
15	KO, KDO, BP	436	149 382	70	27 107
16	Razem	6 607	2 107 658	1 946	616 855
17	Ogółem	6 789	2 086 822	2 048	685 137
18	Przeciętny wiek (lat)	63,2	-	64,5	-
19	Zasobność na 1 ha	-	307,4	-	334,5

Tabela 3 Kształtowanie się wielkości zasobów drzewnych w lasach Polski w okresie 2019–2030 według scenariuszy Fit 55% i BAU w Lasach Państwowych oraz według scenariusza BAU w „lasach pozostałych”

Scenariusz prowadzenia gospodarki leśnej	Stan na 1 stycznia danego roku	Zasoby drzewne		
		Lasy Państwowe	lasy pozostałe	razem
		tys.m ³ grubizny brutto		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
LP – scenariusz FIT 55% „Lasy pozostałe” – scenariusz BAU	2019	2 054 758	572 387	2 627 145
	2021	2 064 383	592 012	2 656 395
	2022	2 074 008	601 597	2 675 605
	2026	2 133 050	639 936	2 772 986
	2031	2 206 852	685137	2 891 989
LP – scenariusz BAU „Lasy pozostałe” – scenariusz BAU	2019	2 054 758	572 387	2 627 145
	2021	2 064 383	592 012	2 656 395
	2022	2 074 008	601 597	2 675 605
	2026	2 079 703	639 936	2 719 639
	2031	2 086 822	685137	2 771 959

Z kolei w następnej tabeli (Tabela 4) przedstawiono sumaryczne wielkości kształtowania się miąższości ubytków w lasach Polski w okresie 2019–2030 według scenariuszy FIT 55% i BAU w Lasach Państwowych oraz według scenariusza BAU w „lasach pozostałych”.

Tabela 4 Kształtowanie się miąższości ubytków (pozyskanego drewna i drzew martwych) w lasach Polski w okresie 2019–2030 według scenariuszy FIT 55% i BAU w Lasach Państwowych oraz według scenariusza BAU w „lasach pozostałych”

Scenariusz prowadzenia gospodarki leśnej	Okres	Ubytki (pozyskanie i drzewa martwe) (tys. m ³ brutto/rok)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
LP – scenariusz FIT 55%	2019–2021	54 715
	2022–2030	46 360
LP – scenariusz BAU	2019–2021	54 715
	2022–2030	59 689
„Lasy pozostałe” – scenariusz BAU	2019–2020	8 621
	2021–2025	8 840
	2026–2030	9 383

2.2.2 Kalkulacja ilości węgla

Państwa członkowskie w swoich szacunkach dla każdej raportowanej kategorii użytkowania gruntów powinny odzwierciedlić zmiany zasobów węgla w możliwie szerokim zakresie jego rezerwuarów. Lista wymaganych rezerwuarów zawarta jest w sekcji B załącznika I do rozporządzenia LULUCF. Niemniej, państwom członkowskim pozostawiono pewną elastyczność w zakresie decyzji o nieuwzględnianiu w swoich rozliczeniach zmian zasobów węgla dla pewnych rezerwuarów węgla, o ile dany rezerwuar węgla nie jest źródłem emisji. Decyzja o nieuwzględnianiu rezerwuaru w rozliczeniach nie ma

zastosowania do rezerwuaru węgla w postaci nadziemnej biomasy, martwego drewna i produktów z pozyskanego drewna w ramach kategorii rozliczania gruntów, obejmującej zarządzane grunty leśne.

Mając na względzie kompletność i dokładność zgłaszanych danych, w prognozach służących określeniu poziomu odniesienia, zawartych w niniejszej analizie, uwzględniono możliwie szeroki zestaw dostępnych danych nt. zmian zasobów węgla w jego rezerwuarach (Tabela 5). W ekspertyzie do określenia zmian zasobów węgla w ramach rezerwuaru: produkty z pozyskanego drewna wykorzystano model kalkulacyjny udostępniony w załączniku I do rozdziału 4 wytycznych IPCC 2006 (AFOLU), który w zakresie wykorzystywanych czynników i funkcji dostosowano do warunków krajowych. Ponadto, ze względu na skomplikowany charakter procesów sterujących zapasem węgla organicznego w materii glebowej, szczególnie w kontekście wymaganego ujęcia tych zjawisk w skali zagregowanej dla niezależnie od tych procesów określonej struktury stratyfikacyjnej, oraz mając na względzie konieczność uwzględnienia zmian zapasu węgla organicznego gleb (jako rezerwuaru węgla wyszczególnionego w sekcji B załącznika I do rozporządzenia (UE) 2018/841) wykorzystano podejście uproszczone, w ramach którego wykorzystano zagregowane dane prognostyczne zawarte w Czwartym raporcie dwuletnim dla Konferencji stron Ramowej konwencji narodów zjednoczonych w sprawie zmian klimatu

Powyższe podejście, ze względu na specyfikę stosowanej metody, posiada pewne ograniczenie, tj. dane nt. zmian zapasu węgla organicznego w materii glebowej, aczkolwiek zmienne w funkcji czasu, nie różnicują się względem wartości ujętych w scenariuszach BAU i FIT 55%

Tabela 5 Lista rezerwuarów węgla rozpatrywanych w wariantowych scenariuszach zmian zasobów węgla oraz wykorzystanych narzędzi estymacyjnych.

Lp	Rezerwuar węgla	Z	Narzędzie estymacyjne
1	Biomasa nadziemna	Uwzględniono	CBM-CFS 3
2	Biomasa podziemna	Uwzględniono	CBM-CFS 3
3	Ściółka	Uwzględniono pośrednio	Metoda IPCC (w oparciu o ekstrapolowane dane)
4	Martwe drewno	Uwzględniono	CBM-CFS 3
5	Węgiel organiczny w materii gleby	Uwzględniono	Metoda IPCC (w oparciu o ekstrapolowane dane)
6	Produkty z pozyskanego drewna	Uwzględniono	Metoda IPCC2 , wykorzystująca funkcję rozpadu pierwszego stopnia

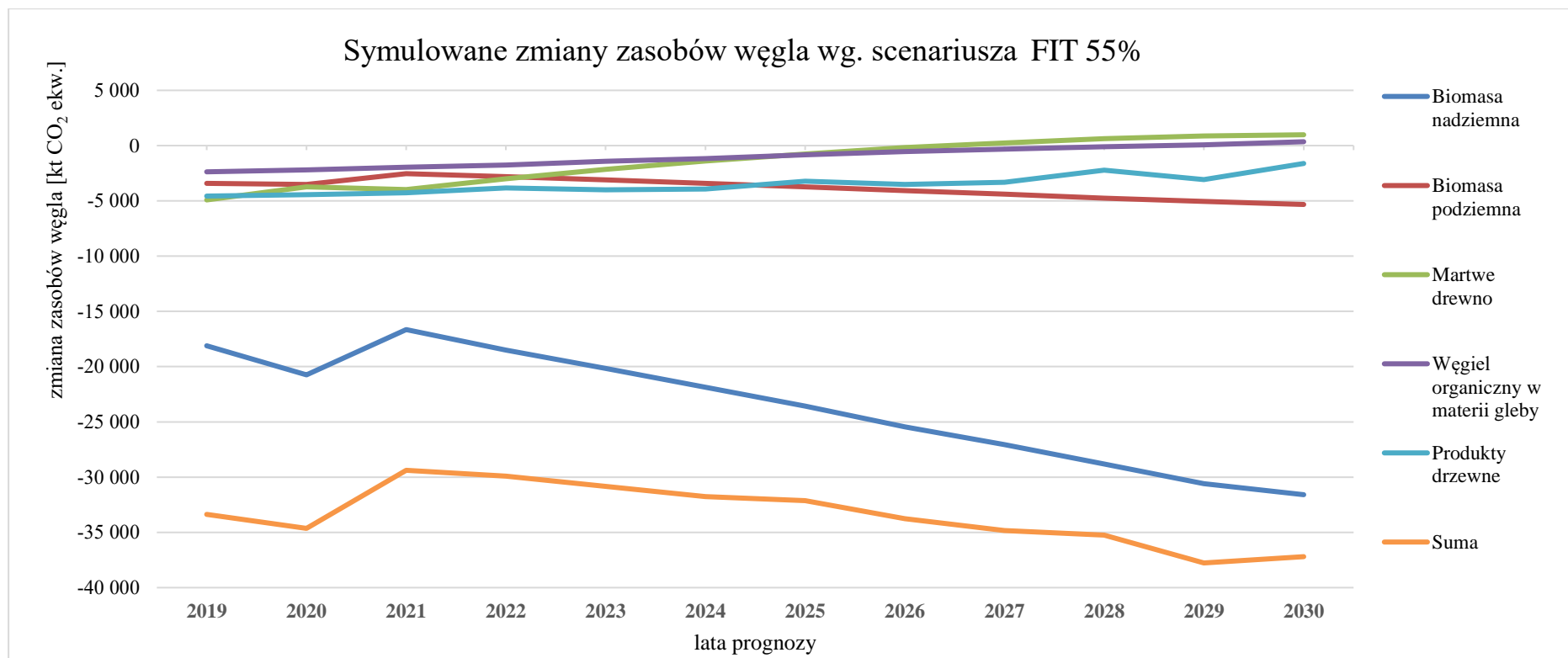
W ramach przeprowadzonych symulacji prognostycznych, realizowanych za pomocą modelu Carbon Budget Model Canadian Forestry Sector (CBM-CFS3), pominięto kwestię zmian warunków klimatycznych obserwowanych w okresie historycznym, tj. przyjęto, iż warunki

klimatyczne pozostają niezmiennie w funkcji czasu. Sam proces modelowania oparto na następujących elementach:

- wykorzystaniu jednostek powierzchniowych reprezentowanych przez homogeniczne (jednolite) grupy wiekowo-gatunkowe drzewostanów, z uwzględnieniem krain przyrodniczo-leśnych;
- wykorzystaniu dwóch głównych grup zaburzeń dynamiki rozwoju zasobów drzewnych, tj.: cięć przedrębnych, cięć rębnych;
- wykorzystaniu danych kwantyfikujących określone zaburzenia w postaci danych o pozyskaniu drewna w ujęciu miąższościowym w rozbiciu na lata oraz poszczególne grupy gatunkowo-wiekowe jak i krainy przyrodniczo-leśne.

Tabela 6 Symulowane zmiany zasobów węgla (przekonwertowane do postaci CO₂) wg jego rezerwuarów określonych w cz. B zał. I Rozporządzenia (UE) 2018/841 w ramach scenariusza FIT 55%

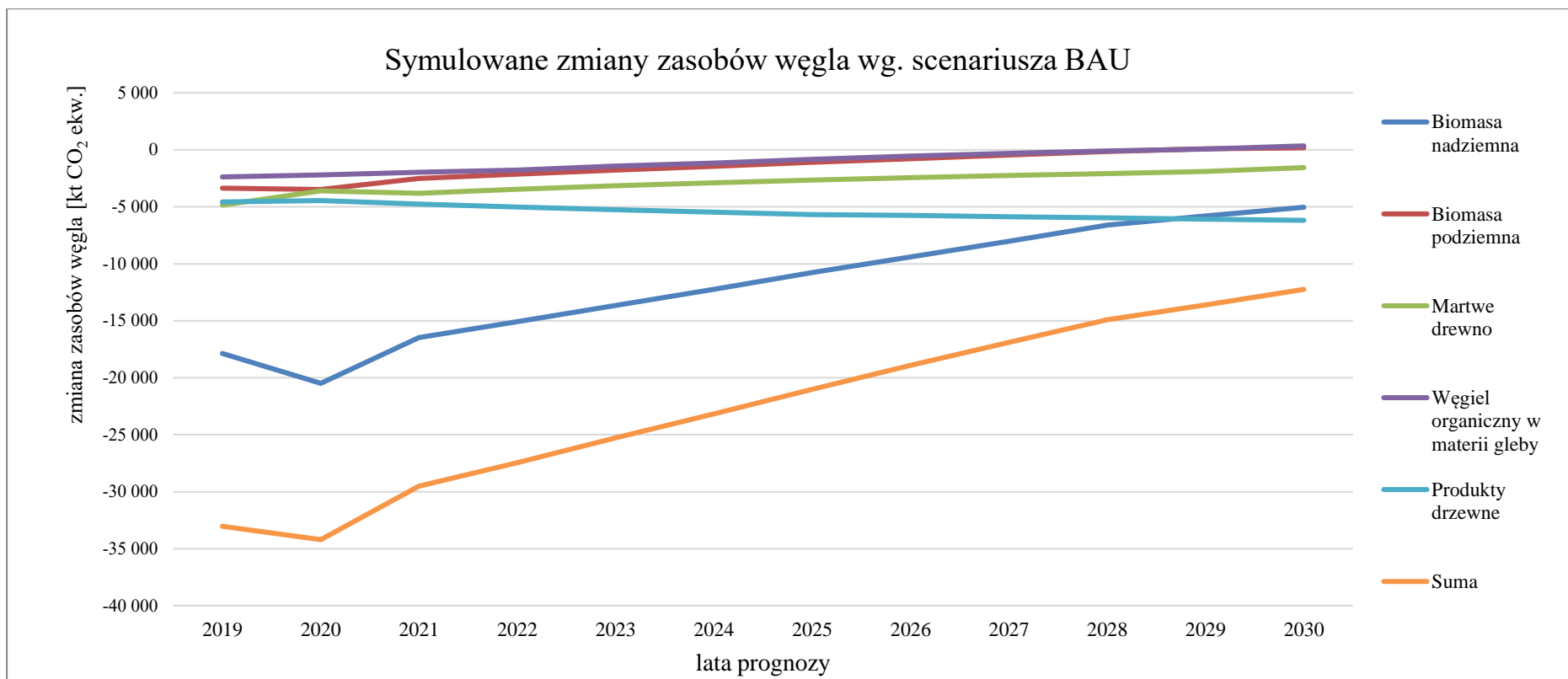
Rezerwuar węgla		Jednostka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
a) biomasa nadziemna;		kt CO ₂	-18 118	-20 746	-16 649	-18 505	-20 166	-21 862	-23 561	-25 454	-27 047	-28 817	-30 583	-31 588
b) biomasa podziemna;		kt CO ₂	-3 407	-3 509	-2 539	-2 817	-3 101	-3 410	-3 730	-4 081	-4 397	-4 750	-5 043	-5 327
c) ściółka;		kt CO ₂	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
d) martwe drewno;		kt CO ₂	-4 914	-3 735	-3 969	-3 001	-2 139	-1 391	-760	-165	247	623	865	983
e) węgiel organiczny w materii gleby;	gleby mineralne	kt CO ₂	-3 130	-2 958	-2 727	-2 533	-2 190	-1 933	-1 601	-1 308	-1 083	-855	-703	-413
	gleby organiczne	kt CO ₂	759	765	765	765	765	765	765	765	765	765	765	765
	łącznie	kt CO ₂	-2 371	-2 192	-1 962	-1 768	-1 425	-1 168	-836	-543	-318	-90	62	352
f) produkty z pozyskanego drewna		kt CO ₂	-4 565	-4 449	-4 263	-3 824	-4 001	-3 937	-3 229	-3 515	-3 328	-2 209	-3 065	-1 616
Suma (kt)		kt CO ₂	-33 376	-34 630	-29 381	-29 915	-30 833	-31 767	-32 117	-33 759	-34 843	-35 243	-37 765	-37 196
Suma (Mt)		Mt CO ₂	-33,38	-34,63	-29,38	-29,91	-30,83	-31,77	-32,12	-33,76	-34,84	-35,24	-37,76	-37,20



Rysunek 1 Zobrazowanie symulacji zmian zasobów węgla (przekonwertowane do postaci CO₂) w okresie 2019-2030 wg scenariusza FIT 55%

Tabela 7 Symulowane zmiany zasobów węgla (przekonwertowane do postaci CO₂) wg jego rezerwuarów określonych w cz. B zał. I Rozporządzenia (UE) 2018/841 w ramach scenariusza BAU

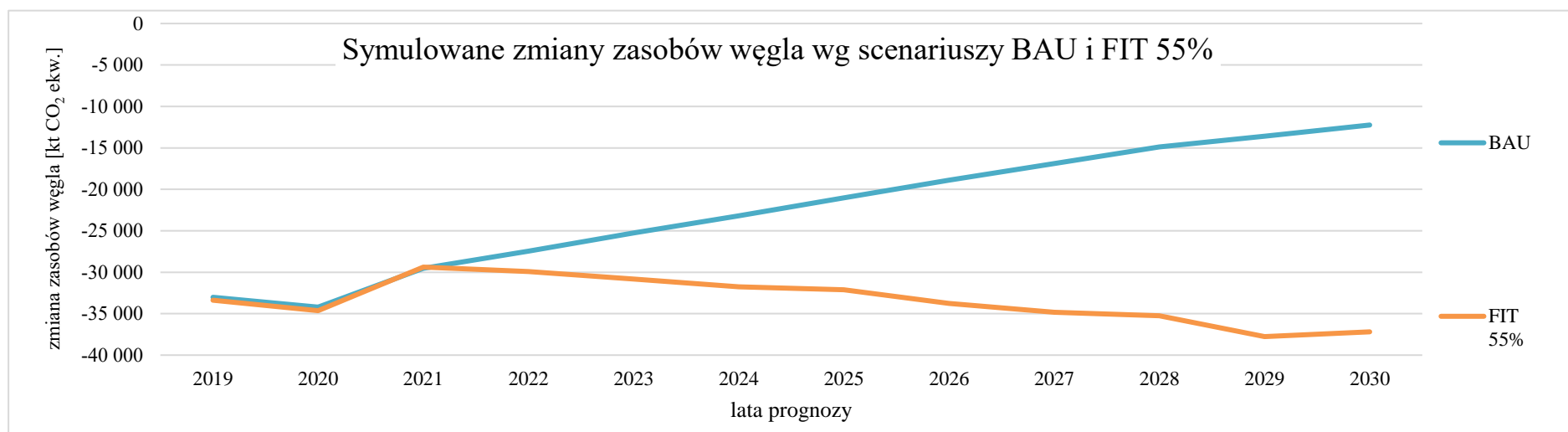
Rezerwuar węgla		Jednostka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
a) biomasa nadziemna;		kt CO ₂	-17 874	-20 491	-16 461	-15 080	-13 661	-12 224	-10 765	-9 394	-8 018	-6 613	-5 787	-5 037
b) biomasa podziemna;		kt CO ₂	-3 367	-3 476	-2 511	-2 133	-1 777	-1 432	-1 092	-774	-457	-148	85	182
c) ściółka;		kt CO ₂	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
d) martwe drewno;		kt CO ₂	-3 600	-3 821	-3 451	-3 143	-2 879	-2 657	-2 436	-2 237	-2 083	-1 886	-1 554	983
e) węgiel organiczny w materii gleby;	gleby mineralne	kt CO ₂	-2 958	-2 727	-2 533	-2 190	-1 933	-1 601	-1 308	-1 083	-855	-703	-413	-413
	gleby organiczne	kt CO ₂	765	765	765	765	765	765	765	765	765	765	765	765
	łącznie	kt CO ₂	-2 192	-1 962	-1 768	-1 425	-1 168	-836	-543	-318	-90	62	352	352
f) produkty z pozyskanego drewna		kt CO ₂	-4 565	-4 449	-4 760	-5 028	-5 264	-5 476	-5 670	-5 761	-5 860	-5 965	-6 074	-6 185
Suma (kt)		kt CO ₂	-33 029	-34 209	-29 515	-27 460	-25 270	-23 179	-21 020	-18 908	-16 891	-14 899	-13 600	-12 243
Suma (Mt)		Mt CO₂	-33,03	-34,21	-29,51	-27,46	-25,27	-23,18	-21,02	-18,91	-16,89	-14,90	-13,60	-12,24



Rysunek 2 Zobrazowanie symulacji zmian zasobów węgla (przekonwertowane do postaci CO₂) w okresie 2019-2030 wg scenariusza BAU

Tabela 8 Przrównanie symulowanych zmian zasobów węgla (przekonwertowanych do postaci CO₂) w ramach scenariusza FIT 55% i BA do poziomu referencyjnego (FRL 2000-2009)

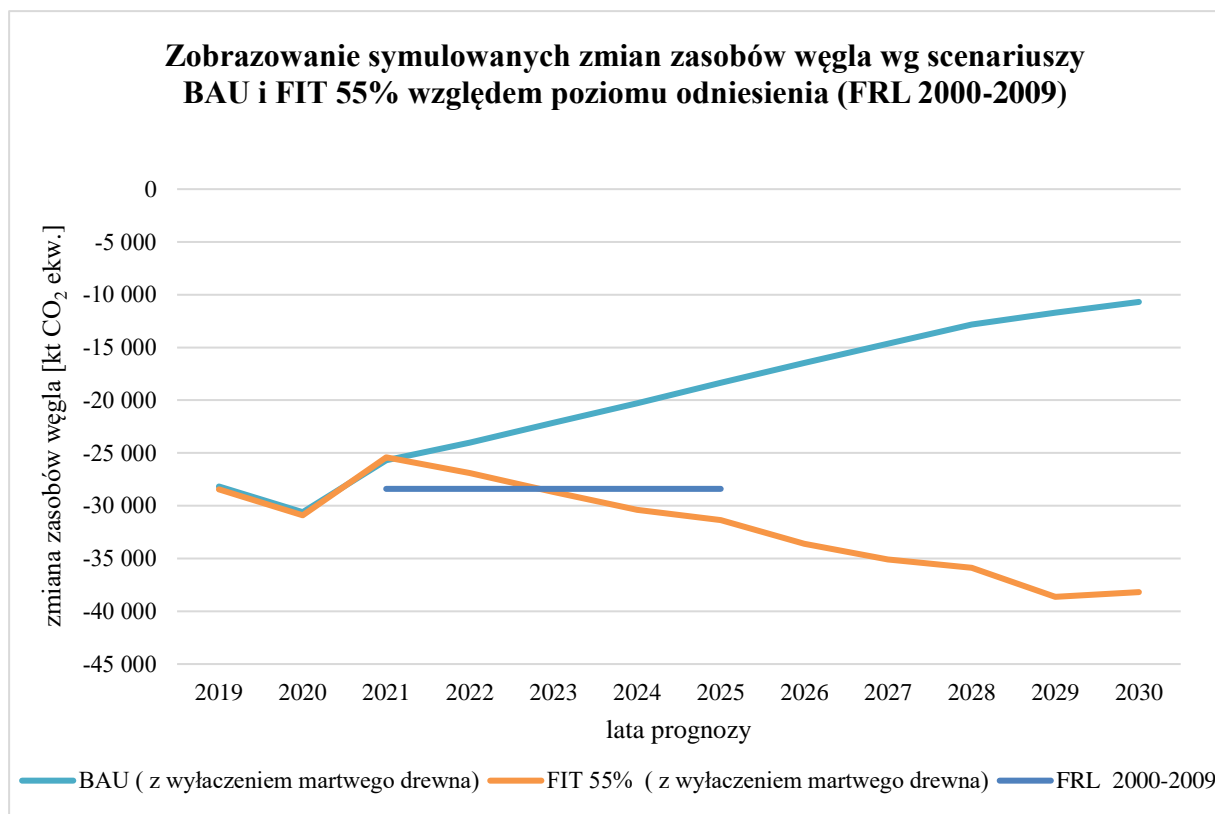
Scenariusz	Jednostka	Symbol	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Łącznie za okres	
BAU (z wyłączeniem martwego drewna)	kt CO ₂	A	-28 178	-30 609	-25 694	-24 009	-22 128	-20 300	-18 363	-16 472	-14 653	-12 816	-11 714	-10 689		
FIT 55% (z wyłączeniem martwego drewna)	kt CO ₂	B	-28 462	-30 895	-25 412	-26 914	-28 693	-30 377	-31 357	-33 594	-35 090	-35 866	-38 630	-38 179		
FRL 2000-2009	kt CO ₂	C	NA	NA	-28 400	-28 400	-28 400	-28 400	-28 400	NA	NA	NA	NA	NA		
BAU ver. FRL 2000-2009	kt CO ₂	D = A-B	NA	NA	2 706	4 391	6 272	8 100	10 037	NA	NA	NA	NA	NA		
FIT 55% ver. FRL 2000-2010	kt CO ₂	E = B-C	NA	NA	2 988	1 486	-293	-1 977	-2 957	NA	NA	NA	NA	NA	-752	



Rysunek 3 Zobrazowanie symulacji zmian zasobów węgla (przekonwertowane do postaci CO₂) w okresie 2019-2030 wg scenariusza BAU i FIT 55%

Jak już wspomniano w treści niniejszego dokumentu, państwa członkowskie w swoich szacunkach dla każdej raportowanej kategorii użytkowania gruntów powinny odzwierciedlić zmiany zasobów węgla w możliwie pełnym zakresie jego rezerwuarów. Lista wymaganych rezerwuarów zawarta jest w sekcji B załącznika I do rozporządzenia LULUCF. Niemniej jednak, państwom członkowskim pozostawiono pewną elastyczność w zakresie decyzji o nieuwzględnianiu w swoich rozliczeniach zmian zasobów węgla dla pewnych rezerwuarów węgla, o ile dany rezerwuar nie jest źródłem emisji. Przepis ten zastosowano tymczasowo w rozliczeniach zmian zasobów węgla w martwym drewnie, mając na uwadze względy metodyczne w zakresie prognozowania zmian zasobów tego rezerwuaru w oparciu o dane historyczne. Krótkotrwałe implikacje tego podejścia wiążą się z nieuwzględnieniem zmian zasobów węgla w martwym drewnie w ramach poziomu odniesienia, stanowiącego punkt wyjścia oceny mitygacyjnej działań z zakresu gospodarki leśnej prowadzonej w lasach zarządzanych.

Mając na względzie spójność danych wykorzystanych w analizach danych prognostycznych, w ramach przeprowadzonych analiz tymczasowo pominięto kwestię zmian zasobów węgla w ramach drewna martwego. Niemniej, w najbliższej przyszłości zakłada się uwzględnienie zmian zasobów węgla w ramach tego rezerwuaru, zarówno w mechanizmie sprawozdawczo-rozliczeniowym zdefiniowanym w ramach Rozporządzenia (UE) 2018/1999 ws. zarządzania Unią Energetyczną, jak również w zakresie finalnych rozliczeń nt. emisji i pochłaniania w sektorze LULUCF w pierwszym okresie rozliczeniowym (2021-2025) Rozporządzenia (UE) 2018/841. Zgodnie z zasadami mechanizmu sprawozdawczo-rozliczeniowego określonego w ramach Rozporządzenia (UE) 2018/1999 rozliczenie te zostaną przeprowadzone w 2027 r.



Rysunek 4 Zobrazowanie symulowanych zmian zasobów węgla wg scenariuszy BAU i FIT 55% względem poziomu odniesienia (FRL 2000-2009)

Zgodnie z art. 8 ust 1 Rozporządzenia (UE) 2018/841 sposób generowania ewentualnych kredytów węglowych opiera się na tzw. zasadach rozliczeniowych, zakładających, iż każde państwo członkowskie przyrównuje swoje sumaryczne emisje i pochłanianie w okresie rozliczeniowym do poziomu referencyjnego dla lasów, pomnożonego przez liczbę lat okresu rozliczeniowego.

Na potrzeby tego teoretycznego przyrównania, poziom odniesienia dla produktów drzewnych określono na bazie danych zawartych w „Krajowym planie rozliczeń dla leśnictwa” (Warszawa 2019). Zaczepnięty z tego dokumentu poziom odniesienia przyrównano następnie do danych uzyskanych dla wariantowych scenariuszy emisyjnych. Uzyskane wyniki szacunków dość jednoznacznie wskazują na zwiększający się względem scenariusza referencyjnego (FRL 2000-2009) potencjał akumulacji węgla (pochłaniania CO₂) w ramach scenariusza FIT 55%. Niestety odbywa się to kosztem przyjętych znaczących ograniczeń w zakresie pozyskania drewna. Scenariusz FIT 55% zakłada w swoich czynnikach pewne

ograniczania w zakresie pozyskania drewna. Zakładany poziom redukcji tego pozyskania w 2030 r. przekracza 30% średniorocznego rozmiaru użytkowania w okresie (2019–2021).

W świetle uwzględniających te założenia symulacji (mając na względzie relacje z poziomem odniesienia), można zauważyć, iż potencjalna różnica względem zakładanych poziomów akumulacji węgla w tych dwóch scenariuszach w perspektywie okresu 2021-2025 (wyrażona w postaci CO₂) powinna kształtować się na sumarycznym poziomie (-0,75) Mt CO₂ ekw (pochłaniania netto). Należy przy tym wskazać, iż brak działań ukierunkowanych na zwiększanie poziomu akumulacji węgla w lasach może znacząco utrudnić realizację stawianych zarówno sektorowi LULUCF, jak i poszczególnym jego składowym, celów mitygacyjnych (minimalnych wartości pochłaniania CO₂ netto) zarówno w okresie 2021-2025, jak i w dalszej perspektywie.

Niemniej jednak, przewidywana różnica względem zakładanych poziomów akumulacji węgla w perspektywie okresu 2021-2025 pomiędzy scenariuszami BAU i FRL 2000-2009 jest diametralnie odmienna i sumarycznie kształtuje się na poziomie 31,5 Mt CO₂ ekw. (emisji netto). Diametralnie odmienny przebieg trendu akumulacji CO₂ w scenariuszu BAU w perspektywie 2030 (zakładającym kontynuację dotychczas realizowanych działań gospodarczych), wiąże się ze zmniejszającą się dynamiką wzrostu zasobów drzewnych w skali globalnej (krajowej), co finalnie można również rozpatrywać w kontekście zbliżającego się momentu ustabilizowania się przeciętnej zasobności w lasach. Wydaje się, że podniesiony moment stabilizacji przeciętnej zasobności zostanie szybciej zaobserwowany w przypadku lasów zarządzanych przez Lasy Państwowe.

2.2.3 Kalkulacja efektu substytucji w produktach drzewnych

Ekosystemy leśne są jednym z najważniejszych rezerwarów tego pierwiastka w przyrodzie, pochłaniając go z atmosfery w procesie fotosyntezy. Jest przy tym korzystne, że węgiel pochłonięty w procesie wzrostu drzewa akumulowany jest w całym cyklu życia produktów wytworzonych z drewna, aż do ich spalania bądź rozkładu. Jest to unikalna, względem wszystkich substytutów, cecha drewna, pozwalająca na przesunięcie w czasie emisji węgla do atmosfery. Maksymalizacja korzyści środowiskowych w całym cyklu życia wyrobów drzewnych uzależniona jest od spełnienia warunków sformułowanych dla poszczególnych etapów tego cyklu, począwszy od zrównoważonego zarządzania lasami.

Tzw. analiza efektu substytucji węgla w produktach drzewnych oprócz rozpatrywania kwestii finalnego zagospodarowania drewna, uwzględnia również wątek trwałości węgla organicznego zakumulowanego w tych materiałach (produktach drzewnych). Sama kwantyfikacja tego efektu bazuje na szeregach czasowych historycznych danych nt. produkcji, importu i eksportu poszczególnych grup produktów drzewnych oraz aplikacji równań opierających się na wykorzystaniu funkcji rozpadu pierwszego stopnia i standardowych wartości czasu połowicznego rozpadu w odniesieniu do pozyskanych produktów drzewnych, jak to określono w załączniku V do Rozporządzenia (UE) 2018/841.

Standardowe okresy połowicznego rozpadu oznaczają liczbę lat niezbędną, aby ilość węgla przechowywana w konkretnej kategorii produktów z pozyskanego drewna zmalała do połowy jej pierwotnej wartości. Standardowe okresy połowicznego rozpadu, zunifikowane na poziomie UE są następujące:

- 2 lata dla papieru;
- 25 lat dla płyt drewnopochodnych;
- 35 lat dla tarcicy.

Należy zwrócić uwagę, iż dział 2.8.4.1 wytycznych IPCC 2013 (2014) konkretyzuje możliwe zestawy danych lub źródeł, które są również zgodne z rozporządzeniem LULUCF. Dane te obejmują dane nt. produktów z pozyskanego drewna, spójne z międzynarodową nomenklaturą i systemem klasyfikacyjnym HS (tj. kategorie „tarcica”, „płyty” oraz „papier i karton”).

W ramach analizy rozpatrywano dwa niezależne scenariusze efektu substytucji produktów węgla w ramach produktów drzewnych. Pierwszy, stanowiący punkt ewentualnych porównań, bazuje bezpośrednio na danych i metodzie uwzględnionych przy opracowywaniu „Krajowego planu rozliczeń dla leśnictwa” (Warszawa 2019). Przyjęte tam założenia w odniesieniu do tzw. poziomu bieżącego (BAU), zostały przyjęte przy opracowywaniu prognoz na potrzeby niniejszej ekspertyzy.

Do sporządzenia alternatywnej prognozy efektu substytucji produktów węgla w ramach produktów drzewnych wykorzystano metodykę zawartą w części 3.2.2 „Krajowego planu rozliczeń dla leśnictwa” (Warszawa 2019) tzw. współczynników korygujących. Należy zwrócić uwagę, iż wartości wskaźników korygujących określają poziom zmian prognozowanego pozyskania, w porównaniu ze średnim historycznym pozyskaniem w okresie 2011–2020 r.

Wartość tych wskaźników stanowi podstawowy czynnik sterujący prognozowaną produkcją wszystkich grup produktów z pozyskanego drewna w okresie 2021-2030.

Należy podkreślić, iż zastosowane podejście może być obarczone pewnym błędem interpretacyjnym. Niemniej zadaniem tego podejścia było zobrazować kierunek ewentualnych tendencji w zakresie produkcji poszczególnych grup surowców drzewnych. Obszar ten może być poddany znaczącym modyfikacjom prognostycznym, m.in. mając na względzie ocenę aktualnej sytuacji i przewidywanych zmian na rynku drzewnym, spodziewanych tendencji rozwoju sektora drzewnego i jego branż w horyzoncie prognozy, ocenę ogólnej sytuacji gospodarczej kraju i wpływu na nią koniunktury na rynkach zagranicznych oraz przewidywanego kształtowania się w przyszłości podstawowych makrowskaźników charakteryzujących tempo rozwoju gospodarczego, rozwoju budownictwa (kreatora popytu bezpośredniego na materiały i wyroby drzewne oraz popytu wtórnego, będącego popytem odłożonym w czasie (np. na meble, materiały podłogowe, elementy wyposażenia wnętrz)), a także wymiany handlowej z zagranicą.

Aby spełnić wymogi IPCC w zakresie szacowania wstępnych zasobów węgla, podobnie jak w rocznych raportach inwentaryzacyjnych, przy obliczaniu wkładu produktów z pozyskanego drewna do prognozowania w okresie 2021-2030, wykorzystano szereg czasowy danych dotyczących działalności (produkcji), obejmujący okres począwszy od 1900 r. Informacje nt. zastosowanego modelu oraz dalsze informacje metodyczne znajdują się w dziale 2.8.3 wytycznych IPCC 2013 KP Supplement (2014).

Szacunki prognostyczne efektu substytucji węgla w produktach drzewnych uwzględniają, jako punkt wyjścia prognozowane ilości pozyskanego drewna, oszacowane na podstawie metodyki uwzględniającej wskaźniki intensywności użytkowania, opisane w rozdziale 3.3.1. Podobnie jak w przykładzie opisanym w dziale 2.8.5 IPCC (IPCC 2014), wdrożono opisane niżej etapy w zakresie obliczania prognozowanego napływu węgla do rezerwuaru produktów z pozyskanego drewna:

- 1) Obliczenie poziomu zmian prognozowanego pozyskania, w porównaniu ze średnim historycznym pozyskaniem w okresie od 2011 r. do 2020 r. (Tabela 9), stanowiącą iloraz prognozowanej ilości pozyskanego drewna do średniej historycznej ilość pozyskanego drewna w latach 2011-2020. Wartości te usankcjonowano pod pojęciem wskaźników korygujących.

- 2) Zastosowanie rocznych wartości wskaźników korygujących, do określenia napływu węgla do rezerwuaru produktów z pozyskanego drewna za modelowany okres (tj. 2021-2030)

Przykład liczbowy:

(i) produkcja tarcicy w roku 2020: 8,9 Mm³ rok⁻¹

(ii) prognozowana produkcja tarcicy (w Mm³ rok⁻¹): w 2021 r. = 8,29 Mm³ rok⁻¹ (8,9*1,016), w 2022 r. = 7,83 Mm³ rok⁻¹, w 2023 r. = 8,30 Mm³ rok⁻¹, itd.

Tabela 9 Wartości wskaźników korygujących określających zmian prognozowanego pozyskania w latach 2021-2030

Rok	Pozyskanie wg GUS	Pozyskanie wg scenariusza FIT 55%			Wskaźnik korygujący
	Kraj	Lasy Państwowe	Lasy pozostałe*	Łącznie	
	tys. m ³				
2010	35 467	NA	NA	NA	NA
2011	37 180	NA	NA	NA	NA
2012	37 045	NA	NA	NA	NA
2013	37 946	NA	NA	NA	NA
2014	39 742	NA	NA	NA	NA
2015	40 247	NA	NA	NA	NA
2016	40 901	NA	NA	NA	NA
2017	44 275	NA	NA	NA	NA
2018	45 590	NA	NA	NA	NA
2019	42 366	NA	NA	NA	NA
2020	39 674	NA	NA	NA	NA
2021	NA	38 892	2 258	41 150	1,016
2022	NA	36 621	2 259	38 880	0,960
2023	NA	38 962	2 259	41 221	1,018
2024	NA	37 528	2 293	39 820	0,983
2025	NA	36 094	2 326	38 420	0,949
2026	NA	34 660	2 360	37 020	0,914
2027	NA	33 227	2 393	35 620	0,880
2028	NA	31 793	2 428	34 220	0,845
2029	NA	30 359	2 461	32 820	0,810
2030	NA	28 925	2 494	31 419	0,776

*należy wskazać, że wielkość pozyskania drewna w okresie prognozowanym w lasach pod zarządem Lasów Państwowych ustalono na podstawie danych według Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) (tożsamy z danymi Lasów Państwowych), natomiast w „lasach pozostałych” – na podstawie danych WISL. Przystawienie wielkości pozyskania według wskazanych źródeł (wielkości pozyskania według GUS i WISL) wskazuje, iż wielkości pozyskania drewna według WISL są o około 2,8 razy większe niż wartości według GUS r. Biorąc pod uwagę konieczność zachowanie spójności w zakresie analizowanych danych, na potrzeby powyższego zastosowania uwzględniono pomniejszenie wielkości pozyskania w lasach w oparciu o wskaźnik 2,8.

W kolejnym etapie, po określeniu wartości wskaźników korygujących, określono potencjalną produkcję poszczególnych grup produktów drzewnych. Należy zwrócić uwagę, iż niezależnie od potencjalnie dostępnych informacji dotyczących kształtowania się i/lub zmian we wzorcach konsumpcji lub produkcji odpowiednich towarów wytworzonych z produktów z pozyskanego drewna, powyższe kryterium ustalania wartości produkcji implikuje tym, iż proporcja pozyskanego drewna do określonych półwyrobów drewnianych reprezentujących produkty z pozyskanego drewna do zastosowania materiałowego lub jako lite drewno pozostaje niezmienna, podobnie jak ich udział produkcji względem wartości średniookresowego (w okresie 2011-2020) pozyskania drewna.

Powyższa uwaga wskazuje, że ta sama średnia proporcja pozyskanego drewna wykorzystywanego jako surowiec do przyszłej produkcji określonych kategorii produktów z pozyskanego drewna (tj. tarcicy, płyt drewnianych i drewnopochodnych, papieru i tektury, odzwierciedlana w ilości litego drewna) w okresie od 2011 r. do 2020 r., będzie również miała zastosowanie do okresu prognozowania.

W odniesieniu do prognozowania przyszłego kształtowania się emisji i pochłaniania dwutlenku węgla, roczny napływ węgla do jego rezerwuaru w produktach drzewnych określono, uwzględniając najnowsze dane nt. produktów drzewnych w oparciu o statystyki FAO.

3 PODSUMOWANIE

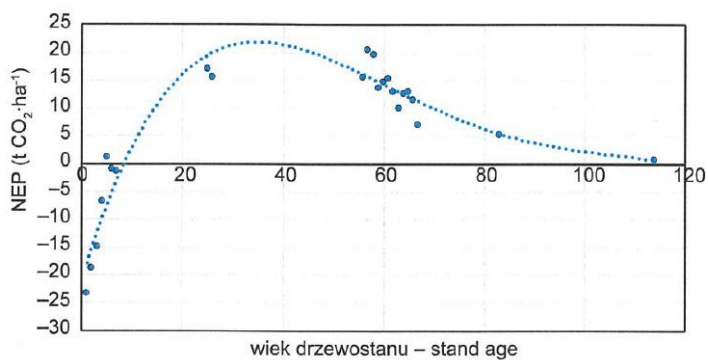
Rozdział powstał w oparciu o ekspertyzę przygotowaną na zlecenie DGLP pt. „Określenie wpływu na gospodarkę leśną zmienionego rozporządzenia (UE) 2018/841 w sprawie włączenia emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych w wyniku działalności związanej z użytkowaniem gruntów, zmianą użytkowania gruntów i leśnictwem do ram polityki klimatyczno-energetycznej”. Należy przy tym zwrócić uwagę, że w konsekwencji uwzględnienia w danych prognostycznych wymaganych ramach art. 18 rozporządzenia ws zarządzania unią energetyczną (2018/1999) scenariusza BAU zawartego w ekspertyzie „Określenie wpływu na gospodarkę leśną...”, mechanizm wypełnienia celu dla Polski w zakresie pochłaniania CO₂ w poszczególnych okresach rozliczeniowych określonych w Rozporządzeniu (UE) 841/2018 (m.in. cel zwiększenia pochłaniania o 3,278 mln t ekw. CO₂ dla Polski do 2030) powinien uwzględniać kompleksowe wykorzystanie elastyczności określonych w art. 12 i 13 rozporządzenia 2018/841 (RLULUCF).

3.1 Analiza SWOT

Analiza SWOT wpływu proponowanych zmian rozporządzenia (UE) 2018/841 (rozporządzenia LULUCF) na gospodarkę leśną, sektor leśno-drzewny oraz stan zdrowotny i przyrodniczy lasów.

Tabela 10 Uproszczona analiza SWOT

MOCNE STRONY	SŁABE STRONY
<ul style="list-style-type: none"> • Dążenie do osiągnięcia neutralności klimatycznej i zahamowania wzrostu średniej temperatury Ziemi (realizacja porozumienia paryskiego) dodatkowo mobilizują do prowadzenia dalszych działań mających na celu poprawę trwałości i odporności lasów na zmiany klimatu. • Poparcie społeczne dla działań na rzecz ochrony klimatu. • Wiele działań realizowanych standardowo przez LP wpisuje się zadania stawiane w pakiecie Fit for 55 (ochrona gleb, mała retencja, leśnictwo bliższe naturze, zwiększanie bioróżnorodności – martwe drewno, zwiększanie udziału gat. liściastych itp.). Wystarczy je tylko wyeksponować/nagłośnić. • Istnieje znaczny potencjał gruntów, które mogłyby zostać zalesione i w przyszłości pozytywnie wpłynąć na bilans pochłaniania CO₂. • Struktura organizacyjna LP umożliwiająca sprawną realizację celów LULUCF. • Polska dysponuje coraz większymi zasobami leśnymi, charakteryzującymi się znaczną bioróżnorodnością, mającymi istotny wkład w wiązanie i magazynowanie węgla z atmosfery. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wszelkie zmiany w lasach, które zapewnią w przyszłości lepsze pochłanianie wymagają długiej perspektywy czasowej. Osiągnięcie, poprzez szybki i wymuszony wzrost zasobów leśnych będący konsekwencją ograniczenia użytkowania, krótkoterminowych celów (w LULUCF do roku 2030), skutkować będzie spadkiem pochłaniania w okresie późniejszym¹. Rosnący wiek i zasobność lasów może w przyszłości doprowadzić do zamierania drzewostanów i konieczności ponoszenia wysokich kosztów na odbudowę ekosystemów leśnych. • Zaproponowany w projekcie Rozporządzenia LULUCF mechanizm dystrybucji krajowych celów jest wysoce demotywujący. Różnice w przydziałach, zależą m.in. od powierzchni kraju i nie odzwierciedlają potencjału poszczególnych państw członkowskich w zakresie sekwestracji CO₂. Mechanizm ten ponadprzeciętnie obciąża wąską grupę państw członkowskich. Takie podejście nie jest zgodne z zasadą solidarności pomiędzy państwami członkowskimi i może w przyszłości być źródłem konfliktów i problemów w kwestii uzyskania uzgodnionego stanowiska państw członkowskich.



1

Zdolność pochłaniania CO₂ w drzewostanach sosnowych w Polsce w zależności od wieku (Źródło: Olejnik i Małek 2020 s. 395)

- Przy obecnej strukturze własności lasów w Polsce, realizacja zwiększonych celów LULUCF spocznie głównie na Lasach Państwowych. Jednocześnie nie zaproponowano zadowalających mechanizmów kompensujących ograniczenie przychodów.
- Inne sektory gospodarki (tzw. sektor ESR) może formułować oczekiwania (żądania) wytworzenia przez lasy nadwyżek z LULUCF w ramach tzw. elastyczności.
- Ograniczenie podaży surowca drzewnego stwarza niebezpieczeństwo zachwiania ważnego społecznie i gospodarczo sektora leśno-drzewnego (dającego ok. 350 tys. miejsc pracy, ok. 9% eksportu i ok.10% produkcji przemysłowej), wykorzystującego odnawialny, biodegradowalny, wiążący węgiel w produktach drzewnych, surowiec w postaci drewna pozyskiwany w ramach zrównoważonej, wielofunkcyjnej gospodarki leśnej (rozwój tego sektora wpisuje się w pryncypia polityki klimatycznej UE) (Ballau 2021).
- Zmniejszenie ilości surowca drzewnego na rynku europejskim spowoduje zwiększone pozyskanie (import) surowca drzewnego w innych częściach globu (Dieter 2020), nie zawsze w drodze zrównoważonej gospodarki, zwiększając ryzyko wylesień i presje na gatunki zagrożonych wyginięciem.
- Brak jasnych definicji ochrony ścisłej (zakres dopuszczalnej ingerencji ludzkiej, w tym realizacji aktywnej ochrony lasu) oraz kryteriów kwalifikowania obszarów leśnych do tej formy ochrony.
- Brak oceny skutków wprowadzenia ochrony ścisłej. Niepełna wiedza o konsekwencjach długotrwałych ograniczeń w prowadzeniu gospodarki leśnej w kontekście obserwowanych zmian klimatu (Gundersen i in. 2021; Luyssaert 2008).
- Zagrożenie dla stabilności drzewostanów poprzez ograniczenia gospodarki leśnej (Brzezicki 2021; Grodzki i in. 2021).
- Wzrost zagrożenia lasów nieobjętych ochroną ścisłą, wynikający z sąsiedztwa lasów wyłączonych z działań ochronnych. Brak możliwości realizacji zabiegów ochronnych w lasach objętych ochroną ścisłą zwiększy ryzyko wystąpienia szkód w lasach gospodarczych.
- Ograniczenie możliwości utrzymania i zwiększania (poprzez stopniową przebudowę drzewostanów) udziału lasów o wysokim stopniu odporności na zmiany klimatyczne, wskutek świadomego zaniechania działań z zakresu czynnej ochrony i kształtowania nowego pokolenia lasu (Brzezicki i in. 2018). Nieuwzględnienie potrzeby prowadzenia przebudowy lasów niestabilnych (np. na gruntach porolnych - w Polsce co najmniej 2 mln ha zalesień po II wojnie światowej).

SZANSE	ZAGROŻENIA
<ul style="list-style-type: none"> • Wypełnienie celów LULUCF poprawi wizerunek Polski na arenie międzynarodowej. • Poprawa wizerunku LP. Możliwość promowania Lasów Państwowych jako organizacji ratującej klimat, zwiększającej bioróżnorodność i dbającej o przyszłość planety. • Promocja drewna jako produktu wiążącego CO₂. • Ewentualne nadwyżki w pochłanianiu mogą trafić do obrotu (posłużyć realizacji celów redukcyjnych stawianych Polsce lub zostać odsprzedane innym krajom). W propozycji parlamentu europejskiego pada kwota nie mniej niż 250 euro za tonę. • Podnoszenie świadomości społecznej o celach zrównoważonej gospodarki leśnej oraz o różnorodności usług ekosystemowych świadczonych przez lasy (Gołos i in. 2021). • Impuls do zmian w podejściu do prowadzenia gospodarki leśnej ukierunkowanej na ograniczenie zmian klimatycznych w dłuższej perspektywie czasowej. • Impuls do poszukiwania rozwiązań służących dywersyfikacji źródeł przychodów w Lasach Państwowych. 	<ul style="list-style-type: none"> • Jednym z najistotniejszych czynników wpływających na pochłanianie CO₂ przez lasy jest ich struktura wiekowa. Większy udział starszych drzewostanów, których przyrost spowalnia powoduje, że zmniejsza się tempo pochłaniania przez nie CO₂ (Olejnik i Małek 2020). W Polsce od 1945 roku przeciętny wiek drzewostanów wzrósł z 44 do 59 lat (Raport 2020). • Zdecydowana redukcja pozyskania drewna przy realizacji projektowanego celu pochłaniania spowoduje: <ul style="list-style-type: none"> ○ załamanie sektora leśno-drzewnego w kraju (aktualne dane statystyczne potencjału społecznego i gospodarczego tego sektora trzeba by zredukować o co najmniej 30%), ○ niekorzystny wpływ na rynek pracy na terenach wiejskich (ograniczenie zatrudnienia w zakładach usług leśnych i lokalnych zakładach związanych z przerobem drewna), ○ zmniejszenie przychodów z gospodarki leśnej, które w konsekwencji doprowadzi m.in. do ograniczenia działań niedochodowych, do których należą np. działania proklimatyczne. ○ realne ryzyko utraty zdolności samofinansowania się Lasów Państwowych, ○ obniżenie dochodów budżetu państwa. • Osiągnięcie celów dotyczących wzrostu pochłaniania w leśnictwie, może być trudniejsze (ze względu na stale rosnące ambicje - wręcz niemożliwe) niż redukcja emisji w innych sektorach gospodarki. • Stosowane w praktyce dopłaty bezpośrednie do rolnictwa wpływają na brak zainteresowania zalesieniami. Brak dodatkowych zachęt, korzystniejszych niż dopłaty rolnicze, w praktyce hamuje w Polsce wzrost powierzchni zalesianych (Wysocka-Fijoerck 2020 a, b). • Częste zwiększanie ambicji dotyczących redukcji emisji w UE wymagają ciągłych korekt i dostosowywania do zmieniających się celów. Utrudnia to planowanie i realizację skutecznych działań służących osiągnięciu celów LULUCF. • Proponowane zmiany w sposobie raportowania na potrzeby LULUCF spowodują zwiększenie pracochłonności i kosztów w zakresie zbierania i przetwarzania informacji przez państwa członkowskie. • Założenia Europejskiego Zielonego Ładu skupiają się na rozwijaniu komponentu ekologicznego gospodarki leśnej, umniejszając rolę jej aspektów społecznych i ekonomicznych.

- Istnieje ryzyko zwiększenia intensywności zagospodarowania lasów nieobjętych ochroną, tak aby przynajmniej częściowo zrównoważyć zmniejszoną podaż drewna. Może to spowodować dużą presję na lasy nie objęte ochroną (Głos 2018).
- Zwiększenie celu dla krajów EU z 225 na 310 mln t. ekw. CO₂ – skutkuje głównie ograniczeniem pozyskania drewna. Takie działanie może przynieść krótkoterminowy efekt w postaci wzrostu pochłaniania. Jednak wraz ze wzrostem wieku lasów zwiększa się zagrożenie wystąpienia uszkodzeń (np. gradacje szkodników owadzych) i postępującego rozpadu drzewostanów, w szczególności dojrzałych i starych. Dotyczy to głównie sosny (4,78 mln ha), świerka (325 tys. ha), ale także innych gatunków drzew (Grodzki i in. 2021). Ograniczenie lub brak (ochrona ścisła) możliwości realizacji zabiegów czynnej ochrony lasu w warunkach ww. zagrożeń oraz ze zmieniającego się klimatu, potęguje ryzyko wielkopowierzchniowego zamierania drzewostanów (susze, gradacje owadów, huragany). Realne staje się zagrożenie utraty części usług ekosystemowych.
- Potencjalne wielkopowierzchniowe szkody w lasach mogą w praktyce zniweczyć zakładane cele pochłaniania bez odpowiedniego zabezpieczenia w przepisach rozliczeniowych.

3.2 Zakończenie

Kształtowanie się zasobów leśnych i wielkości ich użytkowania (powierzchnia, zapas oraz struktura wiekowa) coraz częściej postrzegane są jako działania mające wpływ na pochłanianie dwutlenku węgla zarówno w aspekcie osiągnięcia unijnego celu pochłaniania CO₂ w perspektywie do 2030 r., jak i osiągnięcia neutralności klimatycznej w sektorze lądowym do 2035 r. Należy mieć jednak na uwadze, że biomasę leśną można wykorzystać na dwa różne sposoby w celu ograniczenia wzrostu stężenia gazów cieplarnianych (GHG) w atmosferze: (1) w celu zapewnienia ujemnych emisji poprzez sekwestrację węgla w lasach i produktach z pozyskanego drewna lub (2) w celu uniknięcia emisji GHG poprzez zastąpienie surowców nieodnawialnych z drewnem (Soimakallio i in. 2021).

Rezerwuary, które są składnikami raportowania dla sektora LULUCF można na aktualnym etapie ekspertyzy interpretować następująco:

1. Zmiany zasobów drzew żywych (biomasa nadziemna i jako jej pochodna biomasa podziemna). Te dwa rezerwuary w perspektywie roku 2030 są w niniejszej ekspertyzie przedstawione jako dość prawdopodobne. W przypadku realizacji przyjętych założeń dotyczących kształtowania się zmian zasobów wynikających z relacji bieżącego przyrostu miąższości, poziomu użytkowania oraz zmian zasobów martwego drewna określonych na podstawie danych historycznych z ostatniej dekady, można by prognozowanym danym można przypisać duże prawdopodobieństwo ich osiągnięcia.
2. Zmiany zasobów martwego drewna – obserwacje historyczne zmian w przybywaniu zasobów drewna martwego w lasach wykazują dynamikę wzrostu nieobserwowaną wcześniej (zmiana z około 1,1 mln m³ rocznie do poziomu ok. 6 mln m³ rocznie). Zmiany w tym rezerwuarze zostały wykorzystane przy prognozowaniu zmian zasobów drzew żywych. Wzrost zasobów drewna martwego w lasach, w perspektywie do roku 2030 będzie najprawdopodobniej wpływał korzystnie na raportowanie (drewno martwe będzie pochłaniaczem netto), co nie wynika – z uwagi na przyjęty sposób przetwarzania danych – z wyników prognozowanych obecnie.
3. Produkty z pozyskanego drewna. Ekspertyza bazuje na podejściu historycznym, w którym w istotnym stopniu pochłanianie w rezerwuarze HWP jest silnie powiązane z wielkością

pozyskania drewna. Z tego tytułu zmniejszenie pozyskania spowoduje w konsekwencji zmniejszenie pochłaniania w rezerwuarze HWP.

4. Zmiany zasobów węgla w glebach. Ze względu na krótki okres prognozowania, w powiązaniu z obserwowanymi zmianami historycznymi w glebach, nie można spodziewać się zauważalnych zmian w raportowaniu dotyczącym tego rezerwuaru. Potencjał związany z glebami jest duży i konieczne są działania z zakresu zmian w podejściu do praktyk gospodarczych, ale pozytywne efekty tych działań mogą być widoczne dopiero za kilka dekad.

Należy mieć na uwadze, że lasy są dynamicznym ekosystemem, poddawany działaniu wielu czynników biotycznych i abiotycznych, co powoduje że wykonując taką analizę konieczne było pokazanie (tu w ujęciu historycznym) wpływu na lasy zagrożeń ze strony czynników biotycznych (gradacje owadów, patogeny) i abiotycznych (ekstremalne warunki klimatyczne i zjawiska kłęskowe, np. huragany lub długotrwałe susze), struktury drzewostanów z uwzględnieniem ich podatności na występowanie zagrożeń.

Należy mieć na uwadze, że autorzy ekspertyzy, w bardzo krótkim terminie, podjęli próbę oceny wpływu działań z zakresu gospodarki leśnej, przyjętych do realizacji w ramach poszczególnych scenariuszy, z punktu widzenia zabezpieczenia przez lasy zdolności do pochłaniania CO₂ na poziomie pozwalającym realizację (do 2030 r.) zobowiązań mitygacyjnych sektora LULUCF w obszarze polityki energetyczno-klimatycznej UE. Konieczne są dalsze pogłębione analizy oraz zaplanowanie (optymalizacja) działań zmierzających do realizacji postawionych celów przy optymalnym poziomie świadczenia przez lasy różnych usług ekosystemowych. Pogłębiona analiza konsekwencji maksymalizacji pochłaniania CO₂ przez lasy wydaje się być nieunikniona ze względu na zobowiązania Komisji Europejskiej (KE) wynikające z komunikatu w sprawie Europejskiego Zielonego Ładu. Komunikat ten proponuje zdecydowane zwiększenie wkładu sektora LULUCF oraz, na dalszym etapie, połączenie emisji gazów cieplarnianych innych niż CO₂ pochodzących z rolnictwa z emisjami z sektora użytkowania gruntów, zmiany użytkowania gruntów oraz leśnictwa i utworzenie w ten sposób nowo uregulowanego sektora gruntów (obejmującego emisje i ich pochłanianie w rolnictwie, leśnictwie i innych rodzajach użytkowania gruntów). Komisja Europejska zakłada, że może to sprzyjać synergii między działaniami mitygacyjnymi podejmowanymi w sektorze gruntów oraz umożliwić bardziej zintegrowane kształtowanie i wdrażanie polityki na szczeblu krajowym i unijnym, z drugiej jednak strony należy mieć na uwadze, iż lasy świadczą wiele usług

ekosystemowych z zakresu usług zaopatrujących i kulturowych oraz inne usługi regulacyjne. Ukierunkowanie lasów na świadczenie związane z wiązaniem węgla, w dłuższej perspektywie może prowadzić do znaczących konfliktów między nimi.

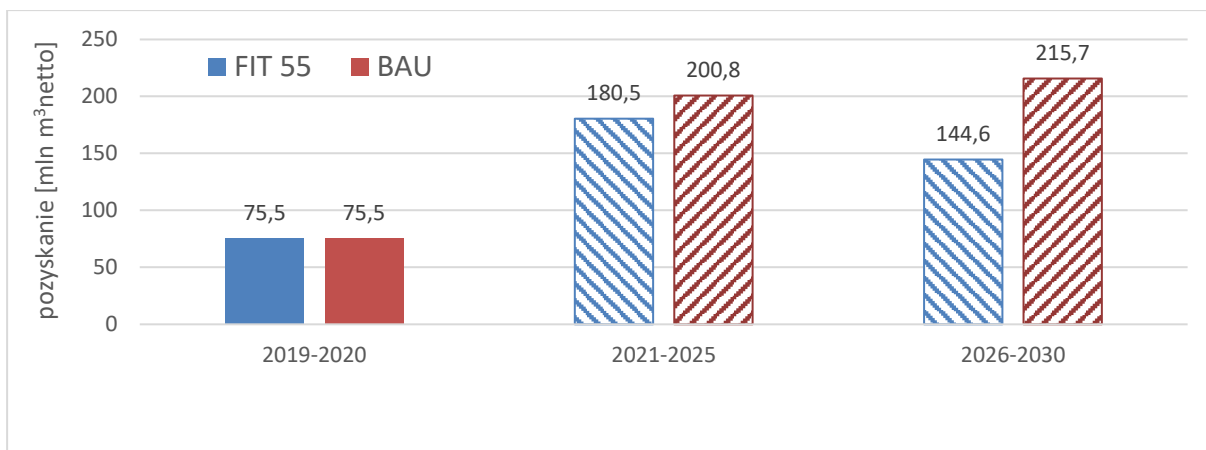
Coraz ambitniejsze plany na 2030 r. wymuszają na decydentach podejmowanie decyzji, których efekt względem zdolności sektora leśnego do pochłaniania CO₂ w nadchodzących latach pozwoli na osiągnięcie takich poziomów emisji gazów cieplarnianych, które perspektywie długookresowej (tj. roku 2050) pozwolą na osiągnięcie celu jakim jest neutralność klimatyczna UE. Działanie to realizowane może być głównie przez ograniczanie planowego odnawiania lasu (z tym wiąże się pozyskanie drewna), co w dłuższej perspektywie, a w leśnictwie należy o niej myśleć, może powodować niekorzystne zjawiska. Praktycznie wszystkie lasy w Polsce, w mniejszym lub większym zakresie, zostały ukształtowane przez człowieka. Nagłe, z punktu widzenia długości życia drzewostanu, zmiany w podejściu do prowadzenia gospodarki leśnej mogą niekorzystnie odbić się na przyszłych pokoleniach lasu. Brak planowego odnawiania lasu (zmian generacyjnych) powodował będzie zmniejszenie udziału młodych lasów, oraz wszystkich gatunków z nimi związanych, wzrost powierzchni starych lasów, które będą ulegały naturalnym zaburzeniom, w tym procesom rozpadu. Pojawiające się samoistnie odnowienie lasu nie zawsze będzie zgodne z optymalnymi warunkami siedliskowymi (Brzeziecki i in. 2018) oraz oczekiwaniami społecznymi. Należy mieć na uwadze, że społeczeństwo, to nie tylko grupy ekologów, ale również mieszkańcy terenów bezpośrednio sąsiadujących z lasem, dla których ten las stanowi istotne źródło utrzymania.

Konieczne wydają się być dalsze poszerzone badania mające na celu ocenę oddziaływania na gospodarkę leśną zaproponowanych scenariuszy (oraz praca nad kolejnymi) dotyczących zobowiązań w zakresie pochłaniania CO₂ przez sektor leśny. W przyszłych analizach należy postawić sobie za cel ocenę możliwości realizacji celów stawianych przed sektorem leśnym dotyczących zarówno zachowania, jak i zwiększenia pochłaniania dwutlenku węgla w oparciu o zasoby przyrody w dłuższej perspektywie czasowej, z uwzględnieniem potencjalnych konfliktów i synergii w zakresie usług ekosystemowych świadczonych przez lasy. Zmiana klimatu stanowi duże wyzwanie dla leśników. Dyskutowana jest intensywność wymaganych środków adaptacyjnych oraz znaczenie starych lasów jako punktu odniesienia dla lasów gospodarczych. Zarządcy lasów muszą podejmować decyzje dotyczące pielęgnacji drzewostanów, oparte na parametrach klimatologicznych i biologicznych o dużej niepewności. Jest tylko kilka typów lasów albo nie są silnie dotkniętych zmianami klimatycznymi, albo nie

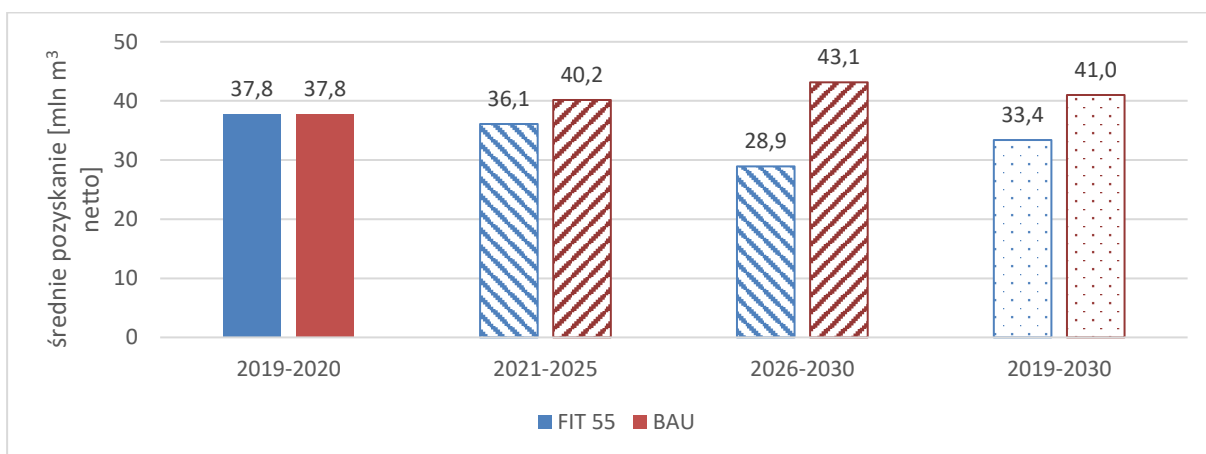
wymagają natychmiastowej adaptacji gospodarki leśnej. Wiele lasów ma właściwości drzewostanów, które są w decydujący sposób kształtowane przez wcześniejsze decyzje zarządcze, takie jak skład gatunkowy drzewostanu, struktura wiekowa, okres rotacji i struktura drzewostanu wymagają czynnych działań specjalistów. Utrzymanie trwałości lasów w kontekście zmian klimatycznych wymaga nieustannych, a nawet coraz większych wysiłków zarządców lasów (Jandl i in. 2019).

Istotnymi aspektami, na które należy zwrócić uwagę podejmując działania mające za zadanie realizację celów klimatycznych jest to, iż lasy są istotnym dobrem dla obywateli. Warto jest zastanowić się nad tym, czy w dłuższej perspektywie obywatele będą w stanie zaakceptować zmiany w podejściu do lasów (wzrost powierzchni starych lasów w fazie destrukcyjnej, pogroźenie się stanu infrastruktury ze względu na ograniczone środki finansowe, mniejsza podaż drewna, a w konsekwencji wzrost jego cen, pogorszenie się bezpieczeństwa w lasach w związku z dużą liczbą martwych i załamanych drzew). Decydując się na realizację celów klimatycznych konieczne jest obranie kierunku zrozumiałego i akceptowalnego przez społeczeństwo ze świadomością konsekwencji podejmowanych decyzji. Realizację celów klimatycznych należy ująć i umiejscowić w społecznej odpowiedzialności leśnictwa, które, ze względu na strukturę własności lasów w Polsce, spoczywa głównie na Lasach Państwowych.

Przybliżona i inicjalna ocena oddziaływania działań z zakresu gospodarki leśnej, przyjętych do realizacji w ramach poszczególnych scenariuszy, dotyczących uzyskania odpowiednich zdolności sektora leśnego do pochłaniania CO₂, mając na uwadze krótkoterminowe (do 2030 r.) zobowiązania mitygacyjne sektora LULUCF w obszarze polityki energetyczno-klimatycznej UE w Polsce możliwa jest głównie poprzez ograniczenie pozyskania drewna. Ograniczenia te dotyczyć będą przede wszystkim gruntów zarządzanych przez Lasy Państwowe (Rysunek 5, Rysunek 6).



Rysunek 5 Rozmiar pozyskania drewna w Lasach Państwowych w kolejnych okresach w scenariuszu zakładającym prowadzenie gospodarki leśnej zgodnie z obowiązującymi zapisami planów urządzenia lasu (BAU) oraz scenariuszem alternatywnym nastawionym na osiągnięcie celów redukcyjnych (FIT 55%)



Rysunek 6 Rozmiar średniego pozyskania drewna w Lasach Państwowych kolejnych okresach w scenariuszu zakładającym prowadzenie gospodarki leśnej zgodnie z obowiązującymi zapisami planów urządzenia lasu (BAU) oraz scenariuszem alternatywnym nastawionym na osiągnięcie celów redukcyjnych (FIT 55%)

Aby osiągnąć założony cel redukcyjny w latach 2021-2025 pozyskanie drewna należałoby ograniczyć o około 20,3 mln m³ netto (o 10,1%) w stosunku do dotychczas przyjętych zasad prowadzenia gospodarki leśnej, co może skutkować obniżeniem przychodów Lasów Państwowych o około 4,3 mld złotych. Z kolei realizacja jeszcze ambitniejszego celu w latach 2026–2030 wymagałaby od Lasów Państwowych zmniejszenia pozyskania drewna o 71,1 mln m³ netto (33,0%) w stosunku do dotychczas przyjętych zasad prowadzenia gospodarki leśnej co może skutkować obniżeniem przychodów Lasów Państwowych o około 15,1 mld zł.

W perspektywie lat 2021-2030 chcąc zrealizować założone cele polityki klimatycznej w oparciu o obniżenie ilości pozyskiwanego drewna konieczne byłoby zmniejszenie

pozyskania o 91,4 mln m³ drewna netto, czyli o 18,6% w stosunku do dotychczas przyjętych zasad prowadzenia gospodarki leśnej co może skutkować obniżeniem przychodów Lasów Państwowych o około 19,4 mld zł.

Austriackie badania różnych scenariuszy zagospodarowania borów świerkowych prezentują szacunkowe koszty alternatywne sekwestracji węgla. Badania te pokazują, że sekwestracja węgla przez zagospodarowanie lasu może być efektywnym kosztowo sposobem redukcji atmosferycznego CO₂, ale osiągalne ilości są ograniczone warunkami biologicznymi i ograniczeniami społecznymi (Seidl i in. 2007).

Elementy, które należy doskonalić w kolejnych etapach dotyczą: metodyki prognozy rozwoju zasobów leśnych, możliwości uwzględnienia w rozliczeniach zmiany sposobów przygotowania gleby, na mniej inwazyjne – mniej uwalnianego węgla, ale droższe ze względu na koszty późniejszej pielęgnacji upraw, a także metodyki obliczania ilości węgla zakumulowanego w martwym drewnie.

W dalszych krokach analiz należałoby także zwrócić uwagę na:

- konsekwencje społeczne, ekonomiczne i gospodarcze (informacje ogólne) realizacji celów polityki klimatycznej,
- zwrócenie szczególnej uwagi na społeczną odpowiedzialność leśnictwa (ze szczególnym uwzględnieniem roli Lasów Państwowych),
- koszty (utraczone przychody, nieponiesione koszty) wynikające ze zmian w prowadzeniu gospodarki leśnej.

4 LITERATURA

- 2006 IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Tom 4. Rolnictwo, leśnictwo i inne użytkowanie gruntów. Dostępne pod adresem:
- Castillo-Núñez M., Sánchez-Azofeifa A., Croitoru A., Rivard B., Calvo-Alvarado J., Dubayah, R.O. 2011. Delineation of secondary succession mechanisms for tropical dry
- COHEN J. 1988. Statystyczna analiza mocy dla nauk behawioralnych (wyd. 2). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.
- Colson F., Bogaert J., Filho A.C., Nelson B., Pinage E.R. 2009. The influence of forest definition on landscape fragmentation assessment in Rondônia, Brazil. *Ecological Indicators*, 9(6): 1163-1168.
- Decision 2/CMP.7. Land use, land–use change and forestry. 2012. Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol on its seventh session, Durban, Republika Południowej Afryki, 28 listopada - 11 grudnia 2011.
- DEN HERDER M. et al. 2017. DEN HERDER M., MORENO G., MOSQUERA-LOSADA R.M., PALMA J.H.N., SIDIROPOULOU A., SANTIAGO FREIJANES J.J., CROUS-DURAN J., PAULO J.A., TOMÉ M., PANTERA A., P. PAPANASTASIS V., MANTZANAS K., PACHANA P., PAPADOPOULOS A., PLIENINGER T., BURGESS P.J. Current extent and stratification of agroforestry in the European Union, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 241, 2017, p 121-132, ISSN 0167-8809,
- Drozdowski S. 2008. Leśne obszary funkcjonalne – założenia ideowe. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 10(3): 11-20.
- Forest Resources Assessment (2004) Working Paper 83. Global Forest Resources Assessment Update 2005, Terms and Definitions.
- Forest Resources Assessment (2007) Working Paper 135. Specification of National Reporting Tables for FRA 2010.
- Forest Resources Assessment (2012) Working Paper 180. Forest Resources Assessment Update 2015, Terms and Definitions.
- Forest Resources Assessment Programme. Terms and Definitions. 2012. FAO, Rome.
- GOLICZ K. et al 2021. Golicz K., Ghazaryan G., Niether W., Wartenberg A.C., Breuer L., Gattinger A., Jacobs S.R., Kleinebecker T., Weckenbrock P., Große-Stoltenberg A. The Role of Small Woody Landscape Features and Agroforestry Systems for National Carbon Budgeting in Germany. *Land* 2021, 10, 1028.
- Haapanen R., Ek A.R., Bauer M.E., Finley E.O. 2004. Delineation of forest/non forest land use classes using nearest neighbor methods. *Remote Sensing of Environment*, 89(3): 265-271.
- High Resolution Layer Forest: Product Specifications Document, zespół Copernicus w EEA, dostępny pod adresem:
- Hościłło A., Mirończuk A., Lewandowska A., 2016, Określenie rzeczywistej powierzchni lasów w Polsce na podstawie dostępnych danych przestrzennych, *Sylwan* 160(8), 627–634.

- Hościło, A., Mirończuk, A., Lewandowska, A., Gąsiorowski, J. 2015. Inventory of the actual forest cover of the country using the existing photogrammetric data. Institute of Geodesy and Cartography, Warszawa, Polska.
- <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.03.005>
- <https://land.copernicus.eu/en/technical-library/hrl-forest-2012-2015/@@download/file>
- <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>
- Instrukcja obsługi produktu HRL Forest 2018. Copernicus Land Monitoring Service Charakterystyka pokrycia terenu w wysokiej rozdzielczości. Pokrycie terenu drzewami/lasem i zmiany. 2015-2018. Podręcznik użytkownika. Wersja dokumentu 1.2. Unia Europejska, Copernicus Land Monitoring Service 2021, Europejska Agencja Środowiska (EEA)
- Jabłoński M. 2015a. Definicja lasu w ujęciu krajowym i międzynarodowym oraz jej znaczenie dla wielkości i zmian powierzchni lasów w Polsce. *Sylwan*, 159(6): 469–482.
- Jabłoński M. 2015b. Powierzchnia lasów. Definicja definicji nierówna. *Las Polski*, 24: 24-26.
- Jabłoński M. 2015c. Powierzchnia gruntów leśnych—Przyczyny zmian i spójność źródeł danych. *Wiadomości Stat.*, 11: 54-68.
- Jabłoński M., Korhonen K.T., Budniak P., Mionskowski M., Zajączkowski G., Sućko K. 2017. Comparing land use registry and sample based inventory to estimate forest area in Podlaskie, Poland. *iForest*, 10: 315-321.
- Jabłoński M., Mionskowski M., Budniak P., 2018, Wielkoobszarowa inwentaryzacja stanu lasu źródłem informacji o powierzchni lasów w Polsce, *Sylwan* 162(5), 365–372.
- Kolecka N., Kozak J., Kaim D., Dobosz M., Ginzler Ch., Psomas A. 2015. Mapping Secondary Forest Succession on Abandoned Agricultural Land with LiDAR Point Clouds and Terrestrial Photography. *Remote Sensing*, 7: 8300-8322.
- Kompleksowy program przeciwdziałania procesom zamierania lasów w Polsce oraz działania mitygacyjne w perspektywie do 2030 roku
- Krótkoterminowa prognoza ... 2023
- Kunz M., Nienartowicz A., Deptuła M. 2000. Teledetekcja satelitarna wtórnych lasów na gruntach porolnych na przykładzie Zaborskiego Parku Krajobrazowego. *Fotointerpretacja w Geografii*, 31: 122-128.
- Leśnictwo w Polsce 2019. Rocznik statystyczny leśnictwa 2019. Główny Urząd Statystyczny, Urząd Statystyczny w Białymstoku. Warszawa, Białystok 2019.
- Leśnictwo w Polsce 2022. Rocznik statystyczny leśnictwa 2022. Główny Urząd Statystyczny, Urząd Statystyczny w Białymstoku. Warszawa, Białystok 2022.
- Li W., Guo Q., Jakubowski M., Kelly M. 2012. A New Method for Segmenting Individual Trees from the Lidar Point Cloud. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 78: 75-84.
- Magdon P., Fisher C., Fuchs H., Kleinn C. 2014. Translating criteria of international forest definitions into remote sensing image analysis, *Remote Sensing of Environment*, 149: 252-262.

- Magdon P., Kleinn C. 2013. Uncertainties of forest area estimates caused by the minimum crown cover criterion-a scale issue relevant to forest cover monitoring. *Environment Monitoring Assessment*, 185(6): 5345-5360.
- Mathys L., Ginzler C., Zimmermann E., Brassel P., Wildi O. 2006. Sensitivity assessment on continuous landscape variables to classify a discrete forest area. *Forest Ecology and Management*, 229: 111–119.
- Mayeux P., Frederic A., Malingeau J.P. 1998. Global tropical forest area measurements derived from coarse resolution satellite imagery: A comparison with other approaches. *Environmental Conservation*, 25(1): 37-52.
- McRoberts R.E. 2011. Satellite image-based maps: Scientific inference or pretty pictures. *Remote Sens. Environ.*, 115: 715–724.
- McRoberts R.E., Gobakken T., Naesset E. 2012. Post-stratified estimation of forest area and growing stock volume using lidar-based stratifications. *Remote Sensing of Environment*, 125: 157-166.
- MORENO, G., BARTOLOME, J. W., GEA-IZQUIERDO, G., & CAÑELLAS, I. (2013). Overstorey-Understore Relationships. In *Mediterranean Oak Woodland Working Landscapes* (pp. 145-179). Springer Netherlands
- Naesset E., Orka H.O., Solberg S., Bollandsas O.M., Hansen E.H., Mauya E., Zahabu E., Malimbwi R., Chamuya N., Olsson H., Gobakken T. 2016. Mapping and estimating forest area and aboveground biomass in miombo woodlands in Tanzania using data from airborne. *Remote Sensing of Environment*, 175: 282-300.
- Neef T., von Luepke H., Schoene D. 2006. Choosing a forest definition for the Clean Development Mechanism. *Forests and Climate Change Working Paper 4*. FAO: 1-18.
- Ocena zasobów leśnych WP 33. FRA 2000 W SPRAWIE DEFINICJI LASU I ZMIAN W LESIE. Rzym, 2 listopada 2000 r. Dostępne pod adresem: https://www.fao.org/3/ad665e/ad665e03.htm#P199_9473
- Ochrona środowiska. 2017. Informacje i opracowania statystyczne. GUS, Warszawa.
- Portfolio CLMS. Przegląd portfolio operacyjnego Copernicus Land Monitoring Service (CLMS), dostępny pod adresem: <https://land.copernicus.eu/en/products>
- Próchnicki P. 2006. Wykorzystanie GIS i teledetekcji jako narzędzi do analizy sukcesji zakrzewień w Narwiańskim Parku Narodowym. *Roczniki Geomatyki*, 4(2): 127-134.
- Pujar G.S., Reddy P.M., Reddy C.S., Jha C.S., Dadhwal V.K. 2014. Estimation of Trees Outside Forests using IRS High Resolution data by Object Based Image Analysis. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL-8: 623-629.
- Putz, F.E. Redford K. 2009. The Importance of Defining ‘Forest’: Tropical Forest Degradation, Deforestation, Long-term Phase Shifts, and Further Transitions. *Biotropica*, 42(1): 10-20.
- Raport o stanie lasów
- Rocznik Statystyczny Leśnictwa 2015. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Romijn E., Ainembabazi J.H., Wijaya A., Herold M., Angelsen A., Verchot L., Murdiyarso D. 2013. Exploring different forest definitions and their impact on developing REDD+

- reference emission levels: A case study for Indonesia. *Environmental Science i Policy*, 33: 246-259.
- Rozporządzenie Komisji. Rozporządzenie Komisji (EWG) nr 1696/87 ustanawiające niektóre szczegółowe zasady wykonania rozporządzenia Rady (EWG) nr 3528/86 w sprawie ochrony lasów Wspólnoty przed zanieczyszczeniem atmosferycznym (inwentaryzacje, sieć, sprawozdania).
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1999 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie zarządzania unią energetyczną i działaniami w dziedzinie klimatu, zmiany rozporządzeń Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 663/2009 i (WE) nr 715/2009, dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady 94/22/WE, 98/70/WE, 2009/31/WE, 2009/73/WE, 2010/31/UE, 2012/27/UE i 2013/30/UE Parlamentu Europejskiego i Rady, dyrektywy Rady 2009/119/WE i (UE) 2015/652 oraz uchylające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 525/2013;
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/841 z dnia 30 maja 2018 r. w sprawie włączenia emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych w wyniku użytkowania gruntów, zmiany użytkowania gruntów i leśnictwa do ram polityki klimatyczno-energetycznej do roku 2030 oraz zmieniające rozporządzenie (UE) nr 525/2013 i decyzję nr 529/2013/UE;
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/839 z dnia 19 kwietnia 2023 r. zmieniające rozporządzenie (UE) 2018/841 w odniesieniu do zakresu, uproszczenia zasad sprawozdawczości i zgodności oraz określenia celów państw członkowskich na 2030 r. oraz rozporządzenie (UE) 2018/1999 w odniesieniu do poprawy monitorowania, sprawozdawczości, śledzenia postępów i przeglądu.
- Sasaki N., Putz F.E. 2009. Crucial need for new definitions of “forest” and “forest degradation” in global climate change agreements. *A Journal of Society and Conservative Biology*, 2(5): 226-232.
- Seebach L.M., Strobl P., San Miguel-Ayanz J., Gallego J., Bastrup-Birk A. 2011. Comparative analysis of harmonized forest area estimates for European countries. *An International Journal of Forest Research*, 84(3): 285-299.
- SEVILLANO M.E., HERRMANN, D., SCHWAB, K., SCHWEITZER, K., ALMENGOR, R., BERNDT, F., SOMMER, C., and PROBECK, M.: IMPROVEMENT OF EXISTING AND DEVELOPMENT OF FUTURE COPERNICUS LAND MONITORING PRODUCTS - THE ECOLASS PROJECT, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-2/W16, 201-208, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W16-201-2019>, 2019.
- Statystyka Polski 2022. Środowisko 2022. Wydział Badań Przestrzennych i Środowiskowych; Warszawa 2022. ISSN 0867-3217
- Stehman S.V. 2013. Estimating area from an accuracy assessment error matrix. *Remote Sens. Environ.*, 132: 202–211.
- Stehman S.V., Foody G.M. 2019. Key issues in rigorous accuracy assessment of land cover products. *Remote Sens. Environ.*, 231: 111199.
- Stereńczak K., Zasada M. 2011. Accuracy of tree height estimation based on LIDAR data analysis. *Folia Forestalia Polonica (Series A)*, 53: 123-129.

- STRAND GH. 2022. Accuracy of the Copernicus High-Resolution Layer Imperviousness Density (HRL IMD) Assessed by Point Sampling within Pixels. *Remote Sens.* 2022, 14, 3589. <https://doi.org/10.3390/rs14153589>
- Strimbu V., Strimbu B. 2015. A graph-based segmentation algorithm for tree crown extraction using airborne LiDAR data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 104: 30-43.
- Szostak M., Hawryło P., Piela P. 2018. Using of Sentinel-2 images for automation of the forest succession detection. *European Journal of Remote Sensing*, 51(1): 142-149.
- TALARCZYK, A. 2014. Krajowa inwentaryzacja stanu lasów w Polsce. *Leśnictwo Bałtyckie* 20(2): 333-340. (Artykuł przeglądowy)
- Thompson S.D., Nelson T.A., Giesbrecht I., Frazer G., Saunders S.C. 2016. Data-driven regionalization of forested and non-forested ecosystems in coastal British Columbia with LiDAR and RapidEye imagery. *Applied Geography*, 69: 35-50.
- Tomppo E., Gschwantner T., Lawrence M., McRoberts R. E. [red.]. 2010. *National Forest Inventories. Pathways for Common Reporting.* Springer, New York.
- Ustawa o lasach z 1991 r. Ustawa z dnia 28 września 1991 r. o lasach z późniejszymi zmianami (tekst jednolity Dz. U. z 2023 r. poz. 1356, 1688).
- Ustawa o ochronie przyrody... 2004. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody z późniejszymi zmianami (tekst jednolity Dz. U. z 2023 r. poz. 1136, 1688).
- Ustawa o ochronie środowiska... 1991. Ustawa z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska (tekst jedn. Dz.U. z 2023 r. poz. 824, 1195,1719).
- Wang Z., Boesch R., Ginzler C. 2007a. Color and LiDAR data fusion: Application to automatic forest boundary delineation in aerial images, *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 3(7) (B7): 1203–1207.
- Wang Z., Boesch R., Ginzler C. 2007b. Aerial images and LIDAR Fusion Applied in Forest Boundary. *Proceedings of the 7th WSEAS International Conference on Signal, Speech and Image Processing*, Pekin, Chiny, 15-17 września 2007.
- Wang Z., Boesch R., Ginzler C. 2008. Integration of high resolution aerial images and airborne Lidar data for forest delineation. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37 (B7).
- Wężyk P. de Kok R. 2005. Automatic mapping of the dynamics of forest succession on abandoned parcels in south Poland. (w:) Strobl J. (i in.) (red.), *Angewandte Geoinformatik*, Herbert Wichman Verlag, Heidelberg, Niemcy: 774-779.
- Wielkoobszarowa Inwentaryzacja Stanu Lasu (WISL) – Wyniki za okres 2018-2022, ETAP 4.1.b, praca wykonana na zamówienie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych zgodnie z umową nr EZ.271.1.10.2020 z dnia 3 sierpnia 2020 r., Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej, Sękocin Stary, marzec 2023 r.
- Yang J., Kang Z., Cheng S., Yang Z., Akwensi P. 2020. An individual tree segmentation method based on watershed algorithm and 3D spatial distribution analysis from airborne LiDAR point clouds. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 13: 1055-1067.
- Zagrożenia środowiska leśnego i ochrona ekosystemów leśnych (diagnoza sytuacji, stan obecny i trendy

ZAJĄCZKOWSKI, G. et al 2020. RAPORT O STANIE LASÓW W POLSCE 2019;
Warszawa, czerwiec 2020 r. ISSN 1641-3229.

Zhou X., Wang W., Di L., Lu L., Guo L. 2020. Estimation of Tree Height by Combining Low Density Airborne LiDAR Data and Images Using the 3D Tree Model: A Case Study in a Subtropical Forest in China. *Forests*, 11: 1252.

Główny Autor