

Agroleśnictwo

(Systemy rolno-leśne)

Poradnik dla rolników i doradców rolnych

Robert Borek (redakcja)
Jacek Zajączkowski
Marcin Wójcik
Eligio Malusa
Małgorzata Tartanus
Ewa Furmańczyk
Anna Jędrejek
Jerzy Kozyra
Małgorzata Kozak



Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

2021

Agroleśnictwo

(Systemy rolno-leśne)

Poradnik dla rolników i doradców rolnych

Robert Borek (redakcja)

Jacek Zajączkowski

Marcin Wójcik

Eligio Malusa

Małgorzata Tartanus

Ewa Furmańczyk

Anna Jędrejek

Jerzy Kozyra

Małgorzata Kozak

Recenzja: dr hab. Dorota Dobrowolska (Instytut Badawczy Leśnictwa)

Skład: Aleksandra Zielińska

Opracowanie techniczne: Katarzyna Mikulska

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa

Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

2021

ISBN 978-83-7562-386-4

Materiał opracowano w ramach zadania „Identyfikacja i opracowanie nowych krajowych wskaźników jednostkowych oraz zrównoważonych metod produkcji dla celów ochrony środowiska i przeciwdziałania zmianom klimatu w rolnictwie” dotacji celowej IUNG-PIB, 2021 (DC6.0)



Spis treści

1.	Wstęp. Historia i tradycje systemów rolno-leśnych (<i>Robert Borek, IUNG-PIB</i>)	8
2.	Definicje, znaczenie i podział systemów rolno-leśnych (<i>Robert Borek, IUNG-PIB</i>)	14
	2.1. Definicje	14
	2.2. Podział systemów rolno-leśnych	14
	2.3. Znaczenie systemów rolno-leśnych	15
3.	Projektowanie systemów rolno-leśnych (<i>Marcin Wójcik, OSA; Robert Borek, IUNG-PIB; Jacek Zajączkowski, SGGW</i>)	16
4.	Materiał sadzeniowy oraz sadzenie (<i>Jacek Zajączkowski, SGGW; Marcin Wójcik, OSA</i>)	22
	4.1. Dobór sadzonek	22
	4.2. Sadzenie drzew	27
5.	Zakładanie i pielęgnacja systemów rolno-leśnych	31
	5.1. System alejowy (<i>Robert Borek, IUNG-PIB; Marcin Wójcik, OSA; Jacek Zajączkowski, SGGW</i>)	31
	5.1.1. Wstęp	31
	5.1.2. Zakładanie i utrzymanie systemów olejowych	35
	5.2. Prowadzenie sadów według zasad agroleśnictwa: uprawa międzyplonów (<i>Eligio Malusa, Małgorzata Tartanus, Ewa Furmańczyk – Instytut Ogrodnictwa-PIB</i>)	42
	5.2.1. Wstęp	42
	5.2.2. Żywe ściółki w rzędach drzew dla wielu korzyści	43
	5.2.3. Uprawa międzyplonów w sadach	47
	5.2.4. Praktyczne porady dla rolników i sadowników	47
	5.3. System leśno-pastwiskowy (<i>Marcin Wójcik, OSA; Jacek Zajączkowski, SGGW</i>)	48
	5.3.1. Wybrane przykłady systemów leśno-pastwiskowych	48
	5.3.2. Specyfika systemu leśno-pastwiskowego (sylwopastoralnego)	49
	5.3.3. Specyfika prowadzenia i pielęgnacji systemu sylwopastoralnego	50
	5.3.4. Plantacyjna uprawa drzew szybko rosnących w rozluźnionej więźbie	52
	5.3.5. Uprawa cennych gatunków drzew z przeznaczeniem na drewno tartaczne, okleinowe i łuszczarskie	52
	5.3.6. Wypas w sadach tradycyjnych	53
	5.3.7. Uprawa szybko rosnących gatunków drzew i krzewów z przeznaczeniem na biomasę	53
	5.3.8. Uprawa gatunków drzew i/lub krzewów z przeznaczeniem na paszę	55
	5.3.9. Uprawa gatunków drzew i/lub krzewów w celu poprawy dobrostanu zwierząt czy stworzenia infrastruktury pastwiskowej	56
	Zadrzewienia w gospodarstwie rolnym (<i>Jacek Zajączkowski, SGGW; Marcin Wójcik, OSA</i>)	57
	6.1. Żywopłaty	57
	6.2. Pasy przeciwwietrzne i przeciwerozyjne	63
	6.3. Zadrzewione pasy przywodne	70
	Ekonomiczne aspekty systemu rolno-leśnego (<i>Marcin Wójcik, OSA; Robert Borek, IUNG-PIB</i>)	73

7.

	7.1. Efektywność wykorzystania gruntu	73
	7.2. Produkty gospodarstw rolno-leśnych	75
8.	Literatura pomocnicza w języku polskim	76
9.	Obcojęzyczna literatura pomocnicza	77

Oznaczenia skrótów:

IUNG-PIB

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

OSA

Ogólnopolskie Stowarzyszenie Agroleśnictwa

SGGW

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

IO-PIB

Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy w Skierniewicach

Szanowni Państwo!

Zmiany klimatu zachodzą na naszych oczach. Zjawiska pogodowe stają się z roku na rok coraz gwałtowniejsze. Wszyscy podejmujemy różne działania, które mają się przeciwstawić tym zmianom.

W ten nurt wpisuje się publikacja, którą trzymacie Państwo w ręku. Stanowi ona kompendium wiedzy dotyczącej projektowania i utrzymania systemów rolno-leśnych w Polsce. Są to obszary, na których roślinność drzewiasta jest w sposób celowy zintegrowana z uprawami rolniczymi. Jest to szczególnie ważne m.in. z uwagi na wpływ na zwiększanie retencji krajobrazowej, ograniczenie skutków suszy i zapobieganie erozji glebowej. Stanowią również element krajobrazu istotny dla zachowania bioróżnorodności obszarów rolnych. Systemy rolno-leśne, w których drzewa i krzewy stanowią część pastwiska (tzw. systemy leśno-pastwiskowe), dają zwierzętom schronienie przed niekorzystnymi warunkami pogodowymi, dzięki czemu podnoszą ich dobrostan, co przekłada się na poprawę produktywności i stanu zdrowia zwierząt.

Dostrzegając wiele zalet systemów rolno-leśnych, zachęcam do zapoznania się z poradnikiem, który opisuje sposoby projektowania i utrzymania tego typu elementów krajobrazu.

Publikacja jest również istotna, jeśli weźmiemy pod uwagę, że w projektowanym Planie Strategicznym dla WPR na lata 2023–2027 przewidziane zostało wsparcie finansowe dla rolników przeznaczone zarówno na zakładanie, jak i utrzymanie oraz pielęgnację systemów rolno-leśnych i zadrzewień śródpolnych. To natomiast przyczynia się do realizacji założeń Europejskiego Zielonego Ładu, w tym strategii na rzecz bioróżnorodności 2030, w której wskazuje się na potrzebę stosowania zrównoważonych praktyk sprzyjających wzbogacaniu krajobrazu i zapobieganiu utracie różnorodności biologicznej.

Życzę Państwu przyjemnej i pożytecznej lektury.

Henryk Kowalczyk

Wiceprezes Rady Ministrów

Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi



MINISTERSTWO
**ROLNICTWA
I ROZWOJU WSI**





WSTĘP

HISTORIA I TRADYCJE SYSTEMÓW ROLNO-LEŚNYCH

Nazwa **agroleśnictwo** (ang. **agroforestry**) została po raz pierwszy użyta w 1977 roku w raporcie kanadyjskiego centrum naukowego IDRC (*International Development Research Centre*). W tym samym roku powołano *Międzynarodowe Centrum ds. badań rolno-leśnych* (ICRAF – *International Council for Research in Agroforestry*, potem *International Center for Research in Agroforestry*), które w 2002 roku zostało przekształcone w organizację o nazwie **World Agroforestry**. ICRAF definiuje agroleśnictwo następująco: **zbiorcza nazwa systemów i praktyk użytkowania gruntów, w których rośliny drzewiaste są celowo zintegrowane z uprawą roślin lub hodowlą zwierząt na tym samym obszarze**. W 2012 roku powstała *Europejska Federacja Agroleśnictwa* (EURAF), której celem jest wymiana wiedzy i wsparcie rolników oraz decydentów w Europie w zakresie promowania systemów rolno-leśnych. Natomiast w 2015 roku ze wsparciem EURAF w Polsce utworzono *Ogólnopolskie Stowarzyszenie Agroleśnictwa* (OSA). W 2021 roku powstaje *Międzynarodowa Unia Agroleśnictwa* (*International Union of Agroforestry* – IUAF) z siedzibą w Pradze.

1977

– termin „*agroleśnictwo*” po raz pierwszy użyty w raporcie kanadyjskiego centrum naukowego **IDRC** (*International Development Research Centre*)

– powołano Międzynarodowe Centrum ds. badań rolno-leśnych (**ICRAF** – *International Council for Research in Agroforestry*, potem *International Center for Research in Agroforestry*)

2002

– ICRAF zostaje przekształcone w organizację o nazwie **World Agroforestry**

2012

– powstała **Europejska Federacja Agroleśnictwa** (EURAF)

2015

– w Polsce utworzono **Ogólnopolskie Stowarzyszenie Agroleśnictwa** (OSA)

2021

– powstaje **Międzynarodowa Unia Agroleśnictwa** (*International Union of Agroforestry* – IUAF)

Wraz z tworzeniem organizacji wspierających agroleśnictwo rozpoczęto badania naukowe w zakresie oceny efektywności integrowania produkcji rolnej z uprawą drzew. Badania te prowadzono z początku głównie w krajach klimatu tropikalnego. W Europie znaczący wzrost liczby polowych eksperymentów dotyczących agroleśnictwa nastąpił od lat 90. XX wieku w szczególności we Francji, Włoszech i w Wielkiej Brytanii. Pozwoliło to na zgromadzenie wielu danych, potwierdzających ekonomiczne i środowiskowe korzyści połączonej rolno-leśnej produkcji. Powyższe inicjatywy oraz wyniki europejskich projektów badawczych dostarczyły Komisji Europejskiej licznych dowodów na olbrzymi potencjał ekonomiczny i środowiskowy agroleśnictwa w Europie i zaowocowały uruchomieniem w krajach członkowskich wsparcia na zakładanie i utrzymanie tych systemów produkcji.

Powszechnie przyjęte jest zamienne stosowanie terminów „*agroleśnictwo*”, „*system agro-leśny*” i „*system rolno-leśny*” – poradnik stosuje się do tej zasady.

Współczesne zdefiniowane agroleśnictwo ma swoje źródło w tradycyjnej wiedzy ekologicznej lokalnych społeczności, które od tysiącleci wykorzystywały ziemię do jednoczesnej uprawy drzew i upraw rolnych. Wiedzę ekologiczną należy tutaj utożsamiać z wiedzą o strukturze i funkcjonowaniu przyrody,

znajomością oddziaływać pomiędzy organizmami a ich środowiskiem oraz wzajemnych ich relacjach. Systemy rolno-leśne nie są więc w pewnym stopniu *novum*, a powrót do tych „pierwotnych” w założeniu systemów uprawy wynika z potrzeby optymalnego wykorzystania zasobów środowiska do celów produkcji żywności. Produkcja ta ma zapewnić jednocześnie zysk dla rolnika, jak również szereg korzyści dla środowiska i społeczeństwa określonych ostatnio jako „usługi ekosystemowe”.

W Polsce najwięcej elementów agroleśnictwa przetrwało na obszarach górskich, gdzie wciąż istnieje tradycyjny wypas owiec na zadrzewionych pastwiskach ze znacznym udziałem świerka (Tatry, Gorce, Beskid Żywiecki). Dawniej liście drzew i krzewów były często stosowane jako nawóz i podściółka. Dosuszona pasza z liści drzew, nazywana liściarką, była istotnym elementem wyżywienia zwierząt w okresie przednówka. Szczególnie ceniony jako opał był węgiel drzewny, a jego produkty uboczne były stosowane jako nawóz. Dziś na nowo zyskuje popularność w postaci tzw. biowęgla. Popularnym miejscem wypasu świń były dąbrowy i buczyny zawierające wartościowe owoce, składniki mineralne i „suplementy diety” zawarte w liściach i gałęziach drzew.

Wielokierunkowe wykorzystanie gruntów rolnych z sadami było popularne w Polsce aż do II wojny światowej, a w nielicznych gospodarstwach przetrwało do dzisiaj. Pomimo relatywnie niskiego pogłowia zwierząt, które uległo drastycznemu zmniejszeniu w latach 90. XX wieku, zachowały się jeszcze w Polsce miejsca wypasu krów lub rzadziej owiec w ekstensywnie uprawianych sadach tradycyjnych. Współrzędne uprawy warzyw, truskawek lub owocowych krzewów w połączeniu z drzewami owocowymi można jeszcze dziś spotkać na małych powierzchniach ogrodów przydomowych.

Pasy wierzb głowiastych w Polsce zakładane wzdłuż rowów melioracyjnych są dziedzictwem kultury olęderskiej (fot. 1). Widoczne w dalszym ciągu w krajobrazie między innymi na ziemiach zachodniego Mazowsza wzdłuż doliny Wisły i w okolicach Nowego Tomysła, zasiedlonych do połowy XX wieku przez potomków osadników niemieckich i holenderskich.



Fot. 1.

Tradycyjny krajobraz mazowiecki z wierzbą głowiastą – rzadki przykład rodzimego krajobrazu kulturowego z zadrzewieniami. (Fot. L. Bolibok)

W przeciwieństwie do Państw Europy Zachodniej, takich jak Francja czy Wielka Brytania, Polska nie posiada bogatych tradycji zakładania śródpolnych żywopłotów, chociaż w literaturze międzywojennej można jeszcze znaleźć instrukcje ich sadzenia, świadczące o występowaniu tej formy zakrzewień na gruntach rolnych. Znacznie bardziej popularne były rzędowe pasy drzew pełniące funkcję przeciwwietrzną lub przeciwozyjną. W XIX wieku powszechne stało się sadzenie zadrzewień tego typu wzdłuż dróg, w szczególności na terenie majątków ziemskich, a także w mniejszym zakresie bezpośrednio na gruntach ornych. Dobrze znanym przykładem systemu zadrzewień przeciwwietrznych jest obszar

dawnych posiadłości gen. Dezyderego Chłapowskiego w Turwi w Wielkopolsce (fot. 2). Chłapowski pozostawił po sobie nie tylko zasługi dla pracy organicznej i walk powstańczych, ale też pierwszy w Polsce nowoczesny podręcznik rolnictwa i zachowane do dziś tradycje sadzenia drzew wśród intensywnie użytkowanych gruntów ornych – w samej Turwi przez funkcjonującą tam do 2021 r. filię Instytutu Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego (IŚBRiL) Polskiej Akademii Nauk, a także w wielu gospodarstwach np. spółki Top Farms w Wielkopolsce, czy na terenie Żuław Wiślanych, gdzie w latach 60. XX wieku założono 325 szerokich pasów zadrzewień ochronnych.



Fot. 2.
Krajobraz okolic Turwi (województwo wielkopolskie). (Fot. K. Kujawa)

Po II wojnie światowej pasy zadrzewień śródpolnych zakładano także w wielu ówczesnych państwowych gospodarstwach rolnych, m.in. w Kietrzu (województwo opolskie), Wiźnie (woj. podlaskie), Machnowie czy Dołhobyczowie (woj. lubelskie). W tym okresie do nasadzeń często wprowadzano modne wówczas za granicą kultywary topól, czyli wegetatywnie rozmnażane potomstwa wybranych egzemplarzy – krzyżówek dzikich gatunków europejskich, azjatyckich i północno-amerykańskich (fot. 3). Odmiany uprawne topól stosowano zamiast gatunków rodzimych ze względu na ich szczególnie korzystne, potwierdzone doświadczalnie właściwości: szybkiego wzrostu i wyjątkowo dużej produkcji drewna, regularności pokroju, odporności na warunki klimatyczne, choroby grzybowe i presję szkodliwych owadów. Oczekiwania te w wielu przypadkach nie potwierdziły się w pełni ze względu na niedostosowanie niektórych ze sprowadzonych odmian do krajowych warunków przyrodniczych lub niepotrzebne przetrzymywanie drzew wykazujących oznaki starzenia.

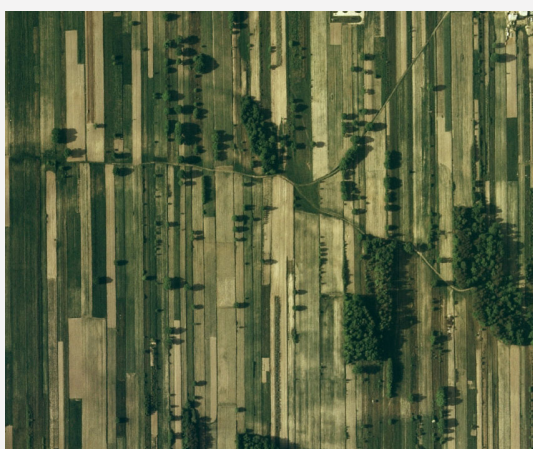
Od początku lat 60. XX wieku, kiedy wdrożono rządowy plan zadrzewiania kraju z okazji obchodów tysiąclecia Państwa Polskiego, przez kolejne 35 lat PRL raportowano wysadzenie ponad 300 milionów drzew i 400 milionów krzewów. Mimo zaskakująco niskiej szacowanej później udatności (ok. 15%) i nadreprezentacji kultywarów topól, działania te pozwoliły na uzyskanie średnich wskaźników zadrzewienia gruntów rolniczych na poziomie 1,5 drzewa na hektar.



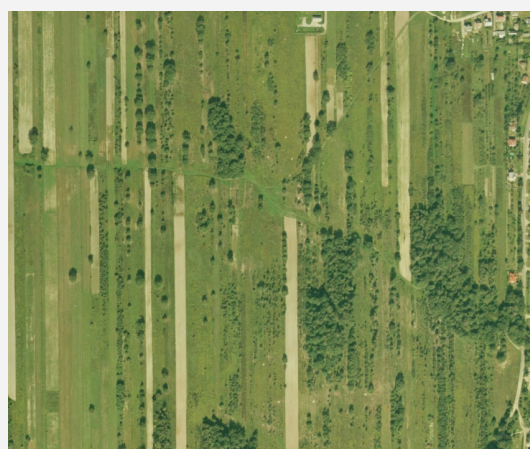
Fot. 3.
Często sadzone w Polsce w latach 60. XX wieku topole szybko osiągają fizjologiczny kres życia i powinny być usuwane w wieku najwyżej 30–40 lat. Ich stosowanie może być uzasadnione jedynie w nielicznych przypadkach – do szybkiego tworzenia przejściowych, wysokich barier wiatrochronnych lub wydajnej produkcji drewna energetycznego, pod warunkiem właściwego doboru odmian uprawnych. Rodzime gatunki topól i wierzb, są bardzo narażone na choroby grzybowe i szkody wyrządzone przez owady, nadają się tylko do utrzymywanych w stanie naturalnym nadrzecznych stref buforowych, z dala od dróg i pól uprawnych. (Fot. J. Zajączkowski)

Należy zwrócić uwagę na utrzymującą się już od tego okresu generalną tendencję spadku liczby zadrzewień śródpolnych w krajobrazie rolniczym. Działania kolektywizacyjne w okresie komunizmu doprowadziły do uproszczenia struktury gruntów, zwłaszcza w Polsce zachodniej i północnej, podczas gdy regiony o rozdrobnionym układzie działek generalnie zachowały swój charakter. Okres transformacji ustrojowych, które miały miejsce w Polsce w latach 80.–90. znacznie przyczynił się do zmian w użytkowaniu ziemi. Uwidocznił się wówczas proces porzucania gruntów rolnych, głównie ze względów społeczno-ekonomicznych – przykład regiony o rozdrobnionym układzie działek (fot. 4).

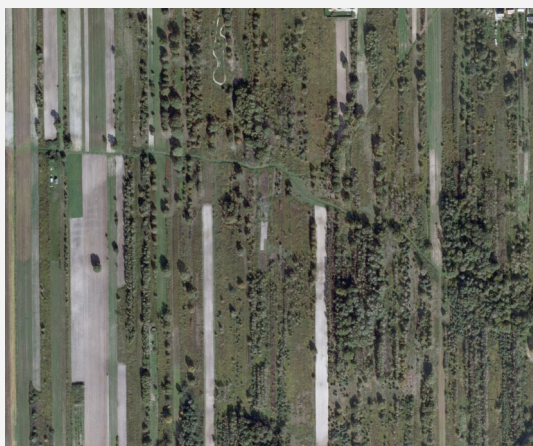
Z drugiej strony procesy łączenia gruntów z negatywnym wpływem na środowisko zaczęły przybierać na sile w okresie transformacji ustrojowej Polski w latach 90. i dotknęły obszaru całego kraju. Skutkiem przemian rynkowych i politycznych był nie tylko znaczący spadek liczby zadrzewień śródpolnych (fot. 5), ale i zanik tradycyjnych systemów rolno-leśnych, w tym upraw lub wypasu w sadach. Wprowadzone w ostatnim czasie w ramach przepisów Wspólnej Polityki Rolnej (WPR) ułatwienia działalności rolniczej na pastwiskach pozwoliły na utrzymanie wielu śródłąkowych zadrzewień (fot. 6).



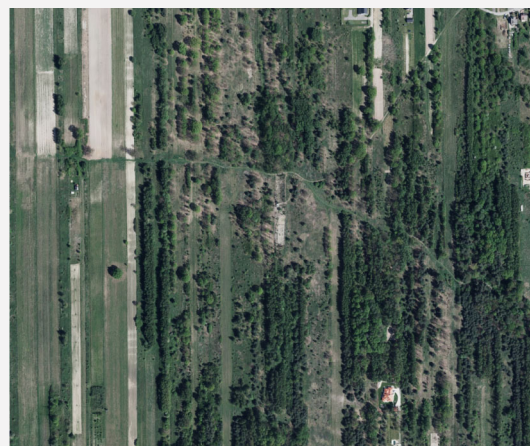
A



B



C



D

Fot. 4.

Postępujący proces odłogowania gruntów rolnych w okolicach Puław dla lat: 1997 (A); 2006 (B); 2010 (C); 2018 (D). (Źródło: ortofotomapa geoportal GUGiK)



Fot. 5.
Zmiana pokrycia gruntów rolnych przez zadrzewienia
śródpolne w gminie Suchowola (Podlasie) w latach:
1997 (A), 2010 (B), 2020 (C).
(Źródło: ortofotomapa geoportal GUGiK)



Fot. 6.
Cień rzucany przez rozległe
korony drzew poprawia warunki
południowego wypoczynku
zwierząt. Obecne przepisy, mniej
restrykcyjne niż dawniej, pozwalają
na pozostawienie na pastwisku
nawet 100 drzew (w przeliczeniu
na hektar) bez narażenia się na
ryzyko utraty dopłat bezpośrednich.
(Fot. J. Zajączkowski)

Liberalizacja wycinki drzew na mocy nowelizacji ustawy o ochronie przyrody w 2017 r. miała również poważne negatywne konsekwencje dla zadrzewień znajdujących się na prywatnych gruntach, chociaż obowiązywała zaledwie pół roku. Problem zaniku zadrzewień w krajobrazie rolniczym został jednak dostrzeżony przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi – **w ramach nowego programowania Wspólnej Polityki Rolnej na lata 2023–2027 zostały zabezpieczone środki finansowe wspierające założenie i utrzymanie zadrzewień śródpolnych, jak i systemów rolno-leśnych.**

Celem poradnika jest przedstawienie dobrych praktyk projektowania i utrzymania systemów rolno-leśnych oraz omówienie podstawowych wyzwań i korzyści z nimi związanych. Ponieważ pasy przeciwwietrzne i przeciwerozyjne, przywodne pasy buforowe i żywopłoty pośrednio oddziałują na wzrost produkcji rolniczej lub ograniczają jej negatywne skutki dla środowiska, zdecydowano się na włączenie ich do opracowania.



DEFINICJE, PODZIAŁ SYSTEMÓW ROLNO-LEŚNYCH I ICH ZNACZENIE

2.1. Definicje

Systemy rolno-leśne są zdefiniowane przez Komisję Europejską w rozporządzeniu nr 702/2014 z dnia 25 czerwca 2014 roku¹. W polskim tłumaczeniu definicja Komisji Europejskiej systemów rolno-leśnych otrzymała następujące brzmienie:

„System rolno-leśny to sposób użytkowania gruntów, w którym drzewa uprawia się w połączeniu z uprawą roli na tym samym gruncie”.

Zgodnie z definicją ICRAF (*World Agroforestry*), systemy rolno-leśne określane są następująco:

„Agroleśnictwo to zespół praktyk rolniczych, gdzie drzewa lub krzewy są w sposób celowy zintegrowane z uprawą rolną lub chowem zwierząt na tym samym obszarze”.

Dla sprecyzowania pojęcia drzewa, należy odnieść się do normy prawnej znajdującej się w art. 5 ust. 26a ustawy o ochronie przyrody, gdzie oznacza ono:

„...wieloletnią roślinę o zdrewniałym jednym pędzie głównym (pniu) albo zdrewniałych kilku pędach głównych i gałęziach tworzących koronę w jakimkolwiek okresie podczas rozwoju rośliny”.

Zakres definicji drzewa nie obejmuje jego systemu korzeniowego, co może powodować istotne konsekwencje dla praktyki rolniczej.

Agroleśnictwo jest również względnie nową dyscypliną naukową, na pograniczu agronomii i leśnictwa. Nie należy jednak mylić agroleśnictwa z leśnictwem, ponieważ nadrzędnym celem jest w tym przypadku produkcja rolnicza.

2.2. Podział systemów rolno-leśnych




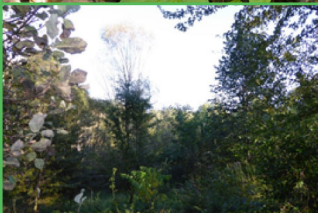
Wyróżnia się następujące systemy rolno-leśne: **(1) system drzewno-orny** (na gruntach ornym, ang. *silvoarable*), **(2) system leśno-pastwiskowy lub sylwopastoralizm** (ang. *silvopasture*), **(3) „rolnictwo leśne”** (ang. *forest farming*) oraz **(4) ogród leśny** (ang. *forest garden/homegarden*) (tab. 1).

Wiele z tych pojęć nie występuje w polskim języku oraz prawie, a bezpośrednie ich tłumaczenie może prowadzić do błędów i nieścisłości we wdrażaniu i interpretacji rozporządzeń regulujących wprowadzanie systemów rolno-leśnych w kraju. W związku z tym, autorzy niniejszego poradnika zalecają, aby powyższe nazwy traktować umownie, a w oficjalnym użyciu stosować tylko pojęcia przyjęte prawnie na poziomie krajowym. Obecnie na poziomie UE trwają prace nad ustandaryzowanym nazewnictwem dotyczącym systemów rolno-leśnych. Niniejszy

¹Komisja Europejska 2014. Rozporządzenie 702/2014 z dnia 25 czerwca 2014 r. uznające niektóre kategorie pomocy w sektorach rolnym i leśnym oraz na obszarach wiejskich za zgodne z rynkiem wewnętrznym w zastosowaniu art. 107 i 108 Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej

poradnik koncentruje się na omówieniu zasad planowania, zakładania i utrzymania systemów rolno-leśnych na użytkach rolnych, które będą podlegały wsparciu finansowemu w ramach Wspólnej Polityki Rolnej. Dodatkowo uwzględniono rolno-leśne użytkowanie sadów w formie uprawowej, jak i pastwiskowej.

Tabela 1. Podział systemów rolno-leśnych

System rolno-leśny	Zdjęcie poglądowe	Opis
System drzewno-orny (alejowy)		Drzewa, rosnące w znacznych odstępach, połączone z podstawową uprawą roczną lub wieloletnią. System wprowadzany na grunty najczęściej w postaci alei (system alejowy).
System leśno-pastwiskowy (sylwopastoralizm)		Połączenie uprawy drzew z produkcją paszową i zwierzęcą. Obejmuje wypas na obszarze zadrzewienia oraz pastwiska z żywopłotami, rozproszonymi drzewami, soliterami, rzędami lub pasami drzew.
„Rolnictwo leśne”/uprawa w lesie		Wykorzystanie obszaru leśnego/zadrzewienia do prowadzenia uprawy naturalnie występujących w takich warunkach gatunków specjalistycznych roślin do celów leczniczych, ozdobnych lub kulinarnych.
„Ogrody przydomowe z drzewami”/ogród leśny		Sposób gospodarowania, łączący drzewa/krzewy z produkcją warzyw, najczęściej na terenach miejskich (np. na terenie ogródków działkowych).

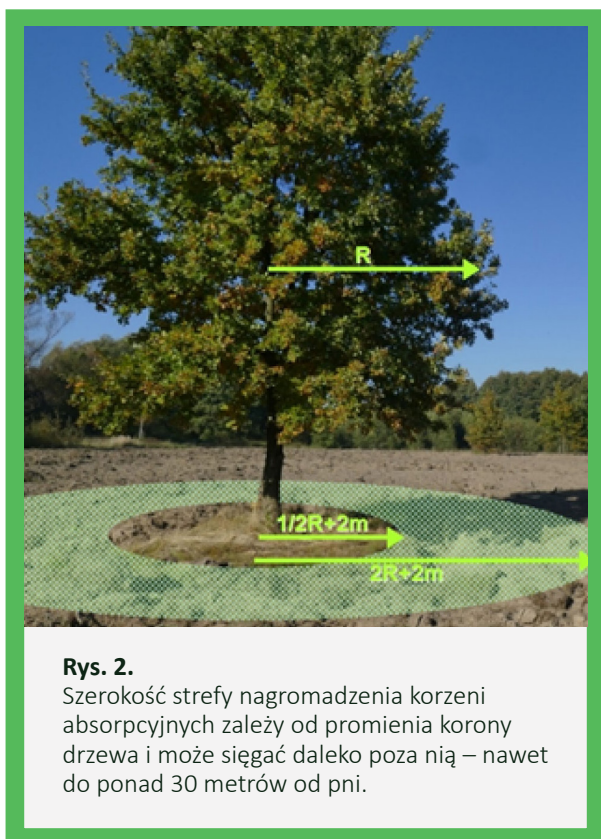
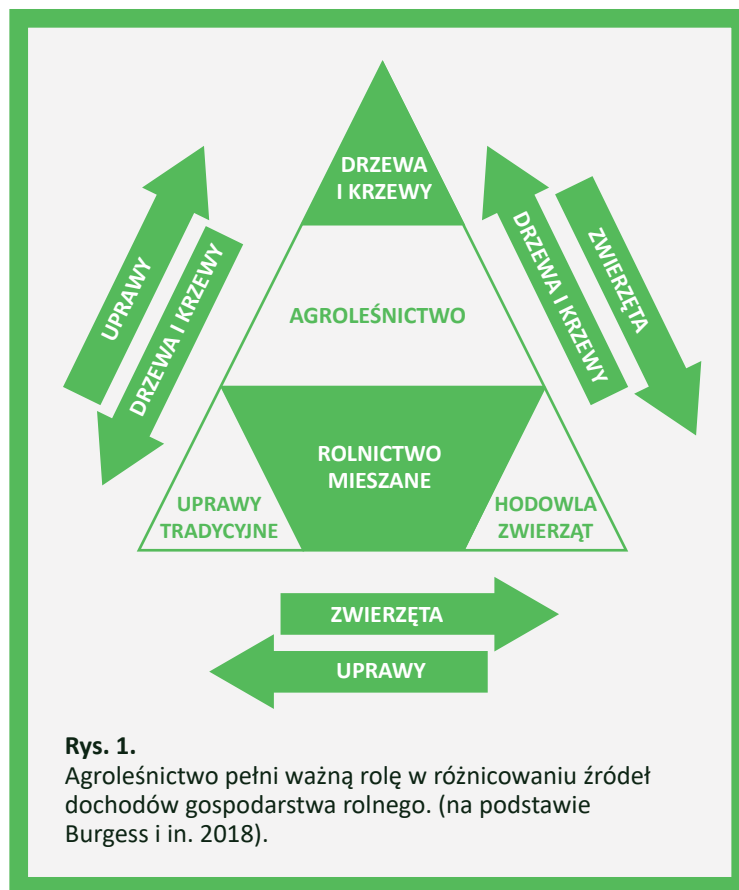
2.3. Znaczenie systemów rolno-leśnych

Systemy rolno-leśne mają wiele wspólnych funkcji z zadrzewieniami śródpolnymi. Obie praktyki korzystnie oddziałują na glebę, bioróżnorodność oraz mikroklimat pola, poprawiają również bilans azotu i fosforu na gruntach rolnych, ograniczając ich wymywanie do wód. Podstawowa różnica między nimi leży jednak w tym, że systemy rolno-leśne mają charakter produkcyjny.

Produkcja żywności i drewna

Głównym celem uprawy w systemach rolno-leśnych jest pozyskiwanie produktów rolnych z całego obszaru, na którym drzewa lub krzewy są zintegrowane z uprawą rolną lub chowem zwierząt, to jest zarówno z obszaru z nasadzeniami drzew i krzewów, jak również z gruntu ornego uprawianego pomiędzy nimi lub użytku zielonego. Cel ten ma istotne znaczenie w dywersyfikacji produkcji gospodarstwa (rys. 1). Wszystkie zabiegi pielęgnacyjne i ochronne odnoszą się do całości powierzchni rolno-leśnej, a ich wykonanie w odpowiednim terminie powinno uwzględniać różne potrzeby drzew i roślin uprawnych. Tymczasem utrzymywanie innych zadrzewień śródpolnych, które pełnią głównie funkcje ochronne (często kluczowe dla zachowania właściwego stanu środowiska w rolniczej przestrzeni produkcyjnej), może przez długi czas ograniczać się tylko do rzadkich przypadków pielęgnacji indywidualnej drzew lub krzewów i jedynie w obrębie powierzchni zadrzewień.

Poziomy zasięg systemu korzeniowego ma kluczowe znaczenie dla wzrostu i rozwoju roślin uprawy podstawowej pomiędzy rzędami drzew. Parametr ten waha się dla drzew wolnostojących w zakresie od 1- do 3-krotności wysokości korony drzewa i silnie zależy od warunków glebowych i siedliskowych. Należy zauważyć, że system korzeniowy różnych gatunków drzew jest zróżnicowany pod względem funkcji i wyglądu, co przekłada się na wielkość i sposób poboru wody z gleby. Największy pobór wodny obserwuje się dla tzw. korzeni absorpcyjnych, które występują głównie wewnątrz obszaru poziomego zasięgu systemu korzeniowego (rys. 2). Drzewa wolnostojące pobierają wodę głównie z pasa wilgotniejszej gleby, na który sypka jej najwięcej z opadów po zewnętrznym płaszczu korony i powoduje wtórną stymulację wzrostu korzeni absorpcyjnych. Przyjmuje się, że ten pierścień największego poboru wody znajduje się w zakresie systemu korzeniowego, gdzie wewnętrzny brzeg



pierścienia ma wartość opisaną jako zakres: $\frac{1}{2}$ odległości liczonej od pnia do rzutu korony (R) powiększonego o co najmniej 2,0–2,5 m, a zewnętrzny brzeg ma wartość opisaną jako zakres: 2-krotność rzutu korony + 2,0–2,5 m.

WZÓR SZEROKOŚCI STREFY KORZENI ABSORPCYJNYCH

wewnętrzny brzeg pierścienia $\{\frac{1}{2}R + (2,0\text{ m}, 2,5\text{ m})\}$;

zewnętrzny brzeg pierścienia $\{2R + (2,0\text{ m}, 2,5\text{ m})\}$

gdzie R – promień rzutu pionowego korony drzewa

Głębokość zakorzenienia się drzew warunkują w głównej mierze gatunek drzewa, wiek, więźba sadzenia, typ gleby (struktura, tekstura, żyzność), pokrycie sąsiadującego terenu oraz czynniki hydrologiczne (np. poziom wód gruntowych), a także pogodowe (w szczególności prędkość wiatru). Większość drzew rosnących w siedliskach naturalnych posiada system korzeniowy do głębokości 1,5–1,6 m, natomiast gatunki głęboko korzeniujące się (np. dęby, sosny) mogą sięgać korzeniami nawet głębokości 5–6 m. Przy wyższym poziomie wód gruntowych

korzenie drzew będą rozwijać się płycej, w warstwie o wystarczającym napowietrzeniu. Generalnie korzenie drzew rozwijają się poniżej poziomu ornego i nie stanowią bezpośredniej konkurencji dla roślin uprawnych, tym bardziej że najpłytsze z nich są niszczone podczas orki. Uciążliwe następstwa wrastania korzeni do przeoranej warstwy dotyczą tylko kilku gatunków drzew zdolnych do szybkiej regeneracji po przycięciu – zwłaszcza jesionów, olch i wierzb. Dlatego gatunków tych należy unikać w nasadzeniach w systemach rolno-leśnych, albo liczyć się

z wyraźnym obniżeniem plonów w ich sąsiedztwie. W celu redukcji negatywnego wpływu korzeni na plony roślin stosuje się przycinanie korony, przerzedzanie liczby drzew, a na etapie planowania systemu ustala się odpowiedni układ przestrzenny oraz dobiera gatunki i odmiany roślin uprawnych bardziej tolerujące obecność drzew.

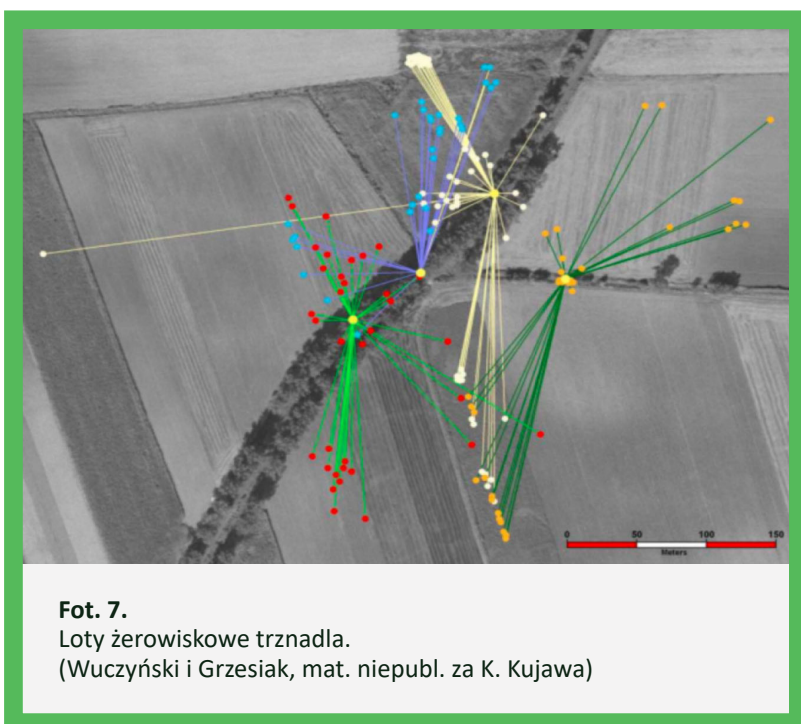
Akumulacja węgla organicznego i ochrona gleb

Systemy rolno-leśne przyczyniają się do redukcji emisji gazów cieplarnianych oraz zwiększania zawartości materii organicznej w glebie. Gleba bogata w materię organiczną ma lepszą strukturę i efektywniej zatrzymuje i magazynuje wodę. Korzystnym efektem oddziaływania drzew w warunkach polowych jest ograniczenie parowania z upraw, zwiększenie przesiąkania wody w głąb gleby oraz zapobieganie jej erozji, co podnosi odporność ekosystemów rolniczych na zmiany klimatyczne i związane z nimi zjawiska, w szczególności susze.

Poprawa bioróżnorodności

Występowanie rzędów drzew w krajobrazie rolniczym poprawia bioróżnorodność ekosystemów rolnych, zwłaszcza na obszarach charakteryzujących się dużym udziałem gruntów ornych. Obserwuje się pozytywny wpływ drzew na wzrost liczebności zapylaczy oraz owadów i ptaków drapieżnych, naturalnych sprzymierzeńców rolnika w walce ze szkodnikami. Pomimo że wpływ drzew w bezpośrednim sąsiedztwie upraw może czasowo zwiększać zagrożenie ze strony chorób i szkodników, znajdujących dobre warunki rozwoju na powierzchni zadrzewionej, wiele badań wskazuje na odwrotny efekt w dłuższym okresie. Badania brytyjskie wskazują, że na 12-hektarowym polu otoczonym przez ugory i miedze stanowiące ostoje drapieżnych bezkręgowców pozytywne oddziaływanie takiej formy biologicznej kontroli zmniejsza zagrożenie mszycą na ok. 50% obszaru uprawnego. Specyficzne warunki mikroklimatyczne zadrzewień, wpływające między innymi na wzrost wilgotności powietrza w ich obrębie, stymulują nie

tylko rozwój populacji mszyc, ale również ich pasożytów i drapieżników, np. grzybów owadomorków czy muchotłówek. Przykładowo, w wyniku badań przeprowadzonych w latach 90. w województwie lubelskim stwierdzono, że jedynie zaniechanie chemicznego zwalczania mszycy trzmielinowo-burakowej, zabijającego równocześnie wiele innych organizmów pożytecznych, umożliwiło jej naturalnym drapieżcom i pasożytom (głównie pluskwiakowi dziubałkowi) zniszczenie 90% populacji mszycy, bytujących na trzmielinie. Ważną rolę w regulacji szkodników spełniają również inne bezkręgowce o szerszym spektrum pokarmowym zasiedlające zadrzewienia (pająki, roztocza, chrząszcze). Ocenia się, że **ptaki zasiedlające każdy kilometr dojrzałego zadrzewienia pasowego mogą spożywać w trakcie sezonu ok. 100 kg owadów**



Fot. 7.
Loty żerowiskowe trznadla.
(Wuczyński i Grzesiak, mat. niepubl. za K. Kujawa)

na jednego osobnika (fot. 7). Nie należy zapominać o fakcie, że zadrzewienia stanowią ważną ostoję dzikich zapylaczy. Plony koniczyny czerwonej mogą być 3-krotnie większe w uprawach zapylanych przez dzikie pszczołowe, niż w tych zapylanych przez pszczołę miodną.

Ograniczanie strat składników pokarmowych

Korzenie drzew w systemach rolno-leśnych pełnią rolę tzw. **sieci bezpieczeństwa, przechwytyjąc składniki pokarmowe** przemieszczające się w głąb profilu glebowego poza zasięg korzeni roślin uprawnych, a następnie, oddając je jesienią wraz z opadającymi liśćmi i gałązkami. W ten sposób korzenie drzew stają się drugim – obok zalegającej wokół pni, nienaruszonej uprawą ściółki i warstwy próchnicznej – wydajnym filtrem obniżającym zanieczyszczenie wód gruntowych przez nawozy. Jednocześnie korzenie drzew, penetrując głębsze poziomy gleby, są w stanie pobrać makroelementy niedostępne dla roślin. Przyspieszony obieg pierwiastków stymuluje także obrót materią organiczną drobnych korzeni drzew i proces ich odnawiania się.

Pozytywna rola drzew w uprawach rolnych wynika też ze współpracy korzeni drzew z grzybami. **Mykoryza jest związkiem pomiędzy grzybem i rośliną polegającym na wymianie substancji odżywczych.** Zwiększa dostępność wody i składników pokarmowych dla rośliny, w zamian za część cukrów pobieranych z tkanki korzeniowej przez grzyba. Najbardziej powszechna jest **mikoryza wewnętrzna (endomikoryza)**, w której grzyby wnikają do wnętrza tkanek korzeni. Możemy mieć też do czynienia z **mikoryzą zewnętrzną (ektomykoryzą)**, gdzie strzępki grzybni tworzą sieć wokół korzeni rośliny. Wybór sadzonek drzew pochodzących z lokalnych szkółek leśnych, gdzie zaszczepiane są grzybami ektomikoryzowymi ma istotne znaczenie dla rozwoju grzybni mikoryzowej. Efektywność rozwoju mikoryzy zależy od stosowania zestawu dobrych praktyk jej sprzyjających, w tym optymalnego stosowania polepszaczy glebowych zawierających grzyby endomikoryzowe oraz wprowadzania do płodozmianu roślin bobowatych. Drzewa współpracujące z grzybami endomikoryzowymi (np. jabłoń, wiśnia, orzech włoski, topola, wierzba, morwa, jesion, dereń) mogą działać jak magazyn grzybni dla roślin uprawnych. Grzyby mikoryzowe mogą zwiększyć plonowanie roślin uprawnych przez stymulację ich wzrostu, ograniczenie środowiskowego stresu (suszy, zasolenia, niedoboru składników pokarmowych, oddziaływania metali ciężkich, niekorzystnych warunków pH), kontrolę patogenów (aktywną i pasywną) oraz poprawę jakości odżywczej i zdrowotnej liści roślin żywicielskich.

Zwiększenie efektywności wykorzystania zasobów

Konkurencja drzew z roślinami uprawnymi o światło, wodę i składniki pokarmowe może prowadzić do ograniczenia wielkości i jakości plonów. Szczególnie **duże zapotrzebowanie** na te czynniki wzrostu posiadają drzewa szybko rosnące, uprawiane w celach energetycznych (topola, wierzba), w mniejszym stopniu negatywnie na rozwój roślin uprawnych oddziałują drzewa owocowe, jarząby czy orzechy włoskie. Należy mieć jednak na uwadze, że pozytywne aspekty zacieniania sąsiadujących upraw przez drzewa oraz ograniczania parowania z łanu roślin będą mieć coraz większe znaczenie w warunkach powtarzających się cyklicznie i przybierających na sile susz oraz wobec wzrostu częstości występowania temperatur ekstremalnych. Szansę rozwiązania tego problemu w przyszłości stanowi również postęp w hodowli roślin odpornych na niską dostępność wody i zmiany temperaturowe oraz w przypadku zbóż – o podwyższonej zawartości białka w ziarnie. W badaniach brytyjskich i francuskich stwierdzono znacząco wyższą wielkość całkowitego plonu z powierzchni alejowych systemów rolno-leśnych niż z tej samej powierzchni, na której rośliny oraz drzewa były uprawiane oddzielnie w monokulturach. Więcej informacji o komplementarności współrzędnych gatunków można znaleźć w dalszych rozdziałach.

PROJEKTOWANIE SYSTEMÓW ROLNO-LEŚNYCH

Projektowanie systemów rolno-leśnych należy rozpocząć od określenia celów głównych i celów pobocznych (uzupełniających). **Celem głównym dla rolnika może być produkcja drewna tartaczno, meblarskiego, surowca na okleinę, zrębek lub owoców. Celami pobocznymi jest ochrona mikroklimatu, gleb, wód czy poprawa bioróżnorodności.** Decyzję o sadzeniu drzew podejmujemy więc na podstawie analizy sprzedaży surowca oraz potrzeb ochronnych istniejących w gospodarstwie. Posiadając tę wiedzę, można przejść do kolejnych punktów projektu.

Lokalizacja

Od lokalizacji zależy wybór konkretnego systemu rolno-leśnego. **Niezbędne jest dokładne przeanalizowanie lokalnych warunków klimatycznych.** W przypadku nasadzeń liniowych zaleca się, w miarę możliwości, nawiązanie do naturalnych i/lub sztucznych linii znajdujących się w terenie (cieków wodnych, rowów, miedz i dróg). Większość prac polowych jest zmechanizowana, stąd należy zaplanować zawczasu odpowiednią więźbę sadzenia umożliwiającą pełne wykorzystanie posiadanych maszyn oraz przebieg ścieżek technologicznych. W sposób rolno-leśny, w szczególności sylwopastoralny można także wykorzystać tereny marginalne i nieużytki. W takim przypadku istniejące samosiewy i zadrzewienia należy w możliwie największym stopniu włączyć do planowanych działań.

Dobór składu gatunkowego i więźby

Wybór gatunków do zadrzewień nie powinien być kwestią upodobań lub dostępności sadzonek. **Różne gatunki drzew i krzewów są w otwartych krajobrazach rolniczych narażone na niekorzystne oddziaływania klimatu lub siedliska.** Niektóre z nich mogą także niekorzystnie wpływać na produkcję rolniczą – przez silne zacienianie, konkurencję korzeniową czy ułatwianie rozwoju szkodników i chorób roślin uprawnych. Mają też **zróżnicowane cechy drewna i ich przydatność produkcyjną** (tab. 2). Ponadto gatunki niewystępujące w Polsce naturalnie zwykle mają nikłe znaczenie biocenotyczne, a czasami wykazują cechy inwazyjne, wypierając na niektórych siedliskach gatunki rodzime.

Stosowanie gatunków i odmian nierodzimych może być uzasadnione tylko w odniesieniu do gatunków mało inwazyjnych i wykazujących szczególne cechy przyrostowe, ozdobne lub związane z dostarczaniem wyjątkowych pożytków, zwykle na małych powierzchniach. Badania i obserwacje nad właściwościami rozwoju i przydatnością w zadrzewieniach zarówno rodzimych gatunków drzew i krzewów, jak i różnych odmian topól i innych gatunków obcych, prowadzone przez kilka dziesięcioleci w Instytucie Badawczym Leśnictwa (IBL) (początkowo w specjalnie wyodrębnionym Zakładzie Plantacji i Zadrzewień oraz w Stacji Badań nad Zadrzewieniami w Sójkach k. Kutna), doprowadziły do opracowania oficjalnych Zasad Gospodarki Zadrzewieniowej (1966, 1979) oraz zestawów (doborów) gatunków drzew i krzewów zalecanych do zadrzewień. Ostatnią jak dotąd aktualizację takiego doboru (Zajączkowski 2001) przeprowadził w roku 1998 zespół pracowników wiodących ówczesnie w zakresie zadrzewień jednostek naukowych w Polsce: IBL w Warszawie i Sękocinie, Instytutu Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego w Poznaniu i Turwi, Instytutu Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa (obecnie IUNG-PIB) w Puławach oraz Akademii Rolniczej (obecnie Uniwersytetu Przyrodniczego) w Lublinie. Jej rezultaty opublikowano w formie serwisu internetowego zadrzewienia.wl.sggw.pl (rys. 3).

Ukształtowanie terenu

W kontekście ukształtowania terenu bierzemy pod uwagę nie tylko nachylenie, ale i wystawę stoków. Do stoków o ekspozycji południowej dociera więcej światła słonecznego niż do stoków północnych. Stąd też możemy na nich

Dąb szypułkowy (Quercus robur L.)

[Pokaż listę gatunków](#)

Pośredni Id = 5 Następny

[Pokaż listę kryteriów doboru](#)

Informacje dla projektantów:

Inna nazwa: Quercus pedunculata Ehrh. DRZEWO o docelowej wysokości 19-24 m. Gatunek o roli PODSTAWOWEJ (może osiągać duży udział w składzie gatunkowym zadrzewień). Ma większe wymagania świetlne i glebowe od dębu bezszypułkowego.

Przydatność gatunku dla różnych kryteriów doboru:



Kolory: ZIEŁONY - DUŻA przydatność, POMARAŃCZOWY - WĄTRZYSTA przydatność, CZERWONY - gatunek nie przydatny. Wskaż symbol kryterium, aby wyświetlić listę gatunków..

Kryteria, dla których gatunek jest BARDZO PRZYDATNY:

BUDOWA: budowa wielogatunkowa; budowa jednogatunkowa; górne piętro; dolne piętro

CHARAKTERYSTYKA GLEBY: gleby z piasków gliniastych mocnych oraz glin lekkich; gleby z glin ciężkich i ilów; rędziny i pararendziny; gleby z lessów i

Rys. 3.

Przykładowa strona serwisu zadrzewienia.wl.sggw.pl zawierająca charakterystykę jednego z ponad 100 gatunków uwzględnionych w najnowszym doborze zadrzewieniowym: zielony kolor tła piktogramu wskazuje na dużą przydatność gatunku ze względu na jedną z ok. 70 analizowanych kryteriów.

nasadzić większą liczbę drzew, przy zachowaniu odpowiedniej ilości światła dla podstawowych upraw rolniczych. Na stokach północnych zaleca się większe odstępy między rzędami zlokalizowanymi w poprzek stoku niż na stokach południowych. Ma to związek z długością cienia rzucanego przez drzewa. W terenach urzeźbionych nasadzenia „po warstwiczy” sprzyjają utrzymaniu wody w glebie, przy czym tworzenie gęstych pasów drzew w poprzek stoku może przyczynić się do powstawania zmrozowisk.

Kształtowanie krajobrazu

Wprowadzenie niektórych rozwiązań systemów rolno-leśnych może w sposób negatywny wpłynąć na walory krajobrazowe. Stąd też na obszarze parków krajobrazowych należy zachować szczególną ostrożność przy doborze lokalizacji, układu przestrzennego oraz składu gatunkowego nasadzeń.

Włączanie istniejących zadrzewień w systemy rolno-leśne

Ze względów biocenotycznych oraz ekonomicznych warto włączać istniejące zadrzewienia do planowanych systemów. Nowe nasadzenia swoje funkcje środowiskowe stopniowo zaczną pełnić w ciągu kilku, kilkunastu lat. Dojrzałe drzewa w mniejszym lub większym stopniu spełniają je już teraz. Ponadto z obecnością starszych drzew w zadrzewieniach związane jest występowanie wielu gatunków fauny, które przyczyniają się do podniesienia stabilności agroekosystemu. Włączenie do projektu już istniejących zadrzewień może w istotny sposób ograniczyć koszty nasadzeń, dodatkowo drzewa i krzewy już istniejące spełniają funkcje pozaprodukcyjną już w chwili obecnej, nasadzenia zaczną je pełnić dopiero w perspektywie kilku lat. W przypadku, w którym docelowy skład gatunkowy zdecydowanie różni się od planowanego zaleca się w miarę możliwości stopniową jego przebudowę poprzez wprowadzanie drugiego piętra i jednostkowe usuwanie drzew w celu zapewnienia drzewkom docelowym odpowiednich warunków wzrostu.

Tabela 2. Charakterystyka gatunków drzew stosowanych w systemach rolno-leśnych

Gatunek	Cechy pokroju korony i wzrostu	System korzeniowy	Mrozoodporność	Cechy drewna i przeznaczenie
Brzozy	wąska, jajowata, luźna; gatunek szybko rosnący	płytki, rozgałęziony	wysoka	mocne, średnio trwałe, łatwe w obróbce
Czereśnia ptasia (trześnia)	okrągława, drzewo średniej wielkości	rozbudowany, raczej płytki	wysoka	bardzo twarde, sprężyste, łatwe w obróbce
Dąb bezszypułkowy	szerokojajowata, rozłożysta, gęsta; duże docelowe rozmiary	głęboki i mocny	umiarkowana	twarde, bardzo trwałe i cenne
Grab pospolity	średnio szeroka, miotlasta; może być przycinana na gęsty żywopłot	sercowaty, głęboki, rozwinięty, tworzy odrośla	umiarkowana	bardzo twarde, gęste i wytrzymałe; duża wartość opałowa
Grusza pospolita	stożkowata, gęsta; drzewo niskie	palowy, mocno rozwinięty, średnio głęboki	umiarkowana	średnio twarde, łatwe w obróbce
Jabłoń dzika	szeroka, gęsta; drzewo niskie	płytki, dobrze rozwinięty i rozległy	umiarkowana	twarde, ciężkie
Jarząb pospolity	okrągława, luźna; drzewo niskie	stosunkowo głęboki, tworzy odrośla	wysoka	twarde, ciężkie, elastyczne
Jesion wyniosły	średnio szeroka, luźna; duże docelowe rozmiary	palowy, głęboki, rozległy	wysoka	twarde, elastyczne, łatwe w obróbce
Klon jawor	szeroka, okrągła, gęsta	sercowaty, mocny	umiarkowana	twarde, elastyczne
Klon polny	rozłożysta, okrągława, gęsta; drzewo niskie	płytki i rozległy	umiarkowana	bardzo twarde
Klon zwyczajny	wyjątkowo szeroka, okrągła, gęsta	sercowaty, niezbyt głęboki	wysoka	twarde, bardzo sprężyste
Leszczyna pospolita	krzew o koronie miotlastej	bardzo płytki, rozległy	umiarkowana	twarde, sprężyste, ale małej objętości
Lipy (drobnolistna i szerokolistna)	szeroka, gęsta; duże rozmiary docelowe	głęboki i rozłożysty	umiarkowana	bardzo miękkie, nietrwałe, łatwe w obróbce
Morwa biała	szeroka, okrągła, gęsta; najczęściej w formie krzewiastej	rozłożysty i głęboki, korzenie kruche	niska	średnio ciężkie i twarde
Olsza czarna	wąska, stożkowata; prosty pień widoczny aż do wierzchołka	sercowaty, bardzo głęboki z licznymi odroślami	niska	lekkie, miękkie, kruche, o znacznej wodoodporności
Orzech czarny i włoski	średnio szeroka, luźna	bardzo głęboki	umiarkowana/niska	ciężkie, twarde
Śliwa	eliptyczna, gęsta; drzewo niskie	bardzo płytki	wysoka	bardzo twarde i gęste
Śliwa ałcza	forma krzewiasta o luźnej koronie	głęboki, rozbudowany	wysoka	bardzo twarde i gęste Nie wykorzystuje się
Topole (odmiany uprawne)	podłużna; drzewo szybko rosnące o wyjątkowo dużych rozmiarach docelowych	płytki i rozwinięty; szybko regeneruje po przycięciu pługiem	wysoka	miękkie, bezwonne, mało trwałe, łatwe w obróbce
Wierzby	szeroka, łamliwe gałęzie	płytki i rozwinięty, tworzy odrośla	wysoka	mało wykorzystywane, np. na zębki
Wiśnia pospolita	szeroka; drzewo niskie	płytki i rozwinięty	umiarkowana	twarde, sprężyste, łatwe w obróbce

Źródło: opracowanie własne

MATERIAŁ SADZENIOWY ORAZ SADZENIE DRZEW NA GRUNTACH ROLNYCH

4.1. Dobór sadzonek

Drzewa sadzone w luźnych odstępach w przestrzeni otwartej narażone są na często występujące tam niekorzystne oddziaływania zewnętrzne, silniejsze niż w lasach czy zieleni miejskiej. Sadzonki mogą być uszkodzane przez przymrozki i skrajnie niskie temperatury zimowe, przegrzewane podczas letnich upałów, wysuszane przez wiatr, przerastane i przygłuszane przez chwasty, zgryzane i wydeptywane przez żerującą dziką zwierzynę albo przeganiane na pastwiska zwierzęta gospodarskie, czy też nieumyślnie niszczone przez dojeżdżające do pól maszyny rolnicze (fot. 8).



Fot. 8.

Sadzonki w formie naturalnej o wysokości ok. 80 cm w rok po posadzeniu; jest to optymalny rodzaj materiału do masowych nasadzeń w zadrzewieniach terenów rolniczych – lepiej niż sadzonki leśne przystosowane do znoszenia niekorzystnych warunków mikroklimatycznych przestrzeni otwartej, a jednocześnie wyraźnie tańszy od dużych sadzonek stosowanych w zieleni urządzonej; paliki chronią przed uszkodzeniami mechanicznymi, a siatka – przed zwierzyną.
(Fot. J. Zajączkowski)

W toku długotrwałych praktycznych obserwacji i doświadczeń stwierdzono, że większe szanse na uniknięcie takich szkód daje stosowanie wieloletniego materiału sadzeniowego o większej niż w lasach wysokości i możliwie dużej żywotności. Ponieważ jednak ze wzrostem rozmiarów i wieku sadzonek znacznie zwiększają się koszty ich produkcji i transportu, a także maleje ich zdolność do zdrowego przetrwania samego etapu sadzenia, optymalne cechy jakościowo-wymiarowe materiału sadzeniowego do zadrzewień zestawiono w opracowanej już dość dawno (w roku 1977) normie branżowej (tab. 3). Zawiera ona m. in. wskazówki dotyczące minimalnych i maksymalnych wymiarów części nadziemnej i systemu korzeniowego sadzonek oraz optymalnych proporcji między nimi zapewniających dostatecznie szybką regenerację korzeni i wzrost w pierwszych latach po posadzeniu. Opisuje też cechy sadzonek poszczególnych gatunków drzew i krzewów związane z ich żywotnością, takie jak liczba szkółkowań (niezbędnych zabiegów skracania i zagęszczania korzeni), zalecana minimalna liczba pędów u krzewów czy niedopuszczalne rodzaje uszkodzeń i deformacji.

Tabela 3. Wymagania wymiarowe na materiał sadzeniowy do zadrzewień w nieobowiązującej już, ale wartej wykorzystania normie branżowej BN-76/9212-02 – przykład dla brzozy brodawkowatej i omszonej

Przeznaczenie sadzonek	Symbol produkcyjny lub symbol formy sadzonek	Klasa jakości	Wysokość części nadziemnej, co najmniej lub od-do, (cm)	Wysokość nieugależionego pnia (cm)	Średnica na wysokości 1 m nad ziemią (mm)	Liczba pędów, co najmniej sztuk	Liczba pędów, co najmniej sztuk	Inne wymagania
Do zadrzewień	M		81				20	1 szkółkowanie
		I	61–80				20	1 szkółkowanie maksymalny wiek 4 lata
	N		131	50–60	5		20	
		I	91–130	40–50, nie określa się			20	
	P				nie produkuje się			–
	K				nie produkuje się			–
I				nie produkuje się				

Źródło: opracowanie własne

Warto przestrzegać następujących ogólnych zaleceń odnośnie sadzonek do zadrzewień: **(1) zdrowy i dobrze wykształcony pączek szczytowy u drzew** (można go przycinać w przypadku krzewów i gatunków drzewiastych prowadzonych jako krzewy); **(2) niedopuszczalna jest martwica, zwiędnięcie lub pomarszczenie kory**; **(3) strzałka sadzonki drzewa powinna być praktycznie prosta** (dopuszczalne jest wyboczenie poniżej 3 cm na 1 m

długości); **(4) u drzew niedopuszczalne są dwójki lub wielopędowość**; **(5) u sadzonek krzewów pędy nie mogą być starsze niż 3-letnie**; **(6) pędy boczne sadzonek drzew liściastych mogą być przycinane (redukowane) na dowolnej długości**, natomiast zabieg ten jest niedopuszczalny u sadzonek gatunków iglastych prowadzonych jako drzewa; **(7) zabieg szkółkowania (fot. 9)**, zalecany w celu zagęszczenia systemu korzeniowego sadzonki przy jej szyi korzeniowej, nie może być wykonany na więcej niż dwa (maksymalnie trzy) lata przed posadzeniem sadzonki (ze względu na zanik włośników na nowo wytworzonych korzeniach w związku z ich starzeniem się).



Fot. 9. Korzystny wpływ szkółkowania (z prawej) na gęstość systemu korzeniowego i korony krzewu; przykład dla tawuły z serwisu Związku Szkółkarzy Polskich. (Źródło: <https://zszp.pl/rosliny/zalecenia-jakosciowe>)

W przypadku stosowania w nasadzeniach gatunków drzew o dużej roli w leśnictwie danego regionu (np. sosna, świerk, buk i dąb) **należy stosować materiał sadzeniowy wyhodowany z nasion pochodzących z tej samej okolicy**, ponieważ jest on najlepiej przystosowany do lokalnych warunków klimatycznych. Przykładowo, jeżeli na Pogórzu posadzimy sosnę pospolitą pochodzącą z nizin, może ona

cierpieć z powodu wyłamywania gałęzi powodowanego przez okiść. Lokalny ekotyp sosny, tzw. sosna wdziarowa charakteryzuje się gałęziami skierowanymi pod większym kątem do góry – przez co bardziej odpornymi na okiść śnieżną. W praktyce najlepiej będzie zaopatrywać się w sadzonki tych gatunków (możliwe wyrosnięte) w lokalnych szkółkach prowadzonych przez Lasy Państwowe, które przestrzegają zasad tzw. regionalizacji nasiennej.

Sadzonki w zalecanej do zadrzewień liniowych tzw. formie naturalnej (N) powinny mieć wysokość co najmniej 80 cm, a w przypadku niektórych gatunków nawet 150 cm (fot. 8). U gatunków liściastych dolna część pnia powinna być oczyszczona z gałęzi do wysokości co najmniej 50 cm w celu ułatwienia sadzenia i pielęgnacji gleby wskazanej w pierwszych latach wzrostu. W przypadkach nasadzeń powierzchniowych dopuszcza się stosowanie materiału o mniejszych rozmiarach, typowego dla upraw leśnych, tzw. młodocianego (M). Typową dla krzewów, wielopędową formę krzewiastą (K) czasami uzyskuje się również dla produkowanych w szkółce sadzonek niektórych gatunków drzew, które mają być użyte w żywopłotach. Niezbędne w takich przypadkach okresowe formowanie korony dość dobrze znoszą np. grab, lipa, klon i świerk. Wielkość sadzonek krzewów zależy od ich przewidywanego zastosowania. Do tworzenia gęstych żywopłotów zaleca się sadzonki małe (o wysokości 30–40 cm) i gęsto posadzone (co 40–50 cm). Jeżeli celem jest umożliwienie swobodnego rozwoju dobrze ulistnionej, obficie kwitnącej i obradzającej korony, to wyjściowe rozmiary krzewów powinny być większe (do 60 cm), podobnie jak ich odstępy (od 80 do nawet 300 cm).

Do szczególnych zastosowań, w których istotne jest szybkie uzyskanie prześwitu podkoronowego pod drzewami (np. przy drogach lub w miejscach masowego wypoczynku zarówno ludzi, jak i zwierząt), zaleca się stosowanie sadzonek w tzw. formie piennej (P) – o wysokości ponad 2 metry, z gałęziami podkrzesanymi do ok. 180 cm (fot. 10). Forma ta jest obecnie często stosowana w zieleni miejskiej oraz przy nowych inwestycjach drogowych. Jej użycie w zadrzewieniach generuje jednak znacznie wyższe koszty i wymaga wydłużonego okresu pielęgnacji (m.in. na korekty korony i podlewanie), który na terenach rolniczych w praktyce jest trudny do zachowania, co doprowadziło do licznych przypadków obumierania całych nasadzeń.



Fot. 10.

Forma pienna sadzonek – najdroższa w produkcji i wymagająca starannej pielęgnacji – powinna być stosowana przy drogach, gdy potrzebne jest szybkie podniesienie podstawy korony dla zapewnienia widoczności lub uniknięcia kolizji z przejeżdżającymi obok pojazdami, a także w celu przyspieszenia osiągnięcia docelowych rozmiarów drzew. (Fot. J. Zajczkowski)



Fot. 11.

Żywokoły wierzbowe w kilka miesięcy po posadzeniu – przykład szybkiego i taniego odtworzenia zadrzewienia gatunku o cennych walorach użytkowych. (Fot. K. Zajączkowski)

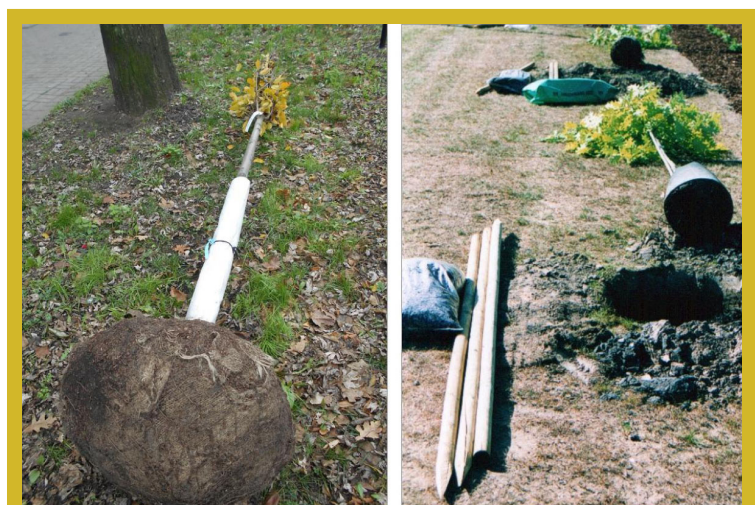
Specyficzną tylko dla zadrzewień, rzadko obecnie stosowaną formą materiału sadzeniowego są tzw. żywokoły (fot. 11), czyli gałęzie wierzbowe pozyskiwane z drzew stojących wiosną przed rozwinięciem liści, okzesane z gałęzi bocznych i wkładane w otwory wykonane świdrem mechanicznym, sięgające wody gruntowej (nawet do 2 m). W ciągu kilku tygodni są one w stanie wytworzyć wtórny system korzeni przybyszowych z pączków śpiących na pędzie oraz wtórną koronę. Z żywokołów powstają drzewa o zaburzonym pokroju, które jednak mogą mieć zarówno duże walory użytkowe (brak kosztów sadzonek, szybka produkcja drewna opałowego), jak i estetyczne (wierzbę głowiastę).

W nowej, obowiązującej od 1999 r. **Polskiej Normie (PN-R-67025)** materiał do zadrzewień został pominięty i obecnie nie jest on regulowany żadnymi przepisami. Niemniej warto pamiętać, że w normie branżowej znajdują się wciąż aktualne

nie i cenne wskazówki dotyczące sadzonek z odkrytym systemem korzeniowym – rodzaju materiału sadzeniowego produkowanego dawniej powszechnie w tzw. szkółkach zadrzewieniowych prowadzonych przez Lasy Państwowe. Z punktu widzenia podmiotów finansujących zakładanie nowych zadrzewień stosowanie takiego rodzaju sadzonek byłoby bardzo uzasadnione ekonomicznie (ponieważ są one kilkakrotnie tańsze od sadzonek z zakrytymi korzeniami), ale obecnie jest utrudnione ze względu na praktyczny zanik tego kierunku produkcji w związku z utrzymującym się już ponad 40 lat brakiem większego rynku zbytu, stymulowanego dawniej przez ogólnopolskie i regionalne działania zadrzewieniowe.

Do najważniejszych odrębności szkółkarskiej produkcji zadrzewieniowej należy **konieczność nawet dwukrotnego szkółkowania, zapobiegania chorobom grzybowym i pasożytniczym sadzonek przez stosowanie płodozmianów z kilkuletnimi międzyplonami, uzupełniająca produkcja nasion rzadkich gatunków krzewiastych na pasy rozdzielające kwatery szkółki, czy prowadzenie mateczników do rozmnażania wegetatywnego** niektórych gatunków ozdobnych oraz ewentualnie odmian uprawnych topól i wierzb. Informacje technologiczne dla szkółkarzy zainteresowanych produkcją tego rodzaju materiału znajdują się między innymi w podręcznikach **„Szkółkarstwo leśne, ozdobne i zadrzewieniowe”** (Zajączkowski 1999) oraz **„Hodowla lasu. Plantacje drzew szybko rosnących”** (Zajączkowski 2013).

Obecnie najczęściej w nowych nasadzeniach drzew stosuje się najłatwiej dostępny na rynku **materiał z zakrytym systemem korzeniowym** (bryłą w worku jutowym lub foliowym) produkowany do zieleni miejskiej i funkcji ozdobnych (fot. 12). Ma on duże rozmiary początkowe (2–3 m wysokości) i cenę końcową wyraźnie wyższą od sadzonek z odkrytymi korzeniami. Jego podstawowe zalety to szybsze osiągnięcie docelowej



Fot. 12.

Duże sadzonki z bryłą przygotowane do posadzenia; zaletą tego rodzaju materiału jest możliwość sadzenia przez cały sezon wegetacyjny oraz odporność bryły na przesychnienie po rozładowaniu. (Fot. J. Zajączkowski)

wych rozmiarów, wyższa odporność na szkody od zwierzyny oraz ułatwienie organizacji sadzenia, które może być planowane praktycznie przez cały rok, również w stanie ulistnionym (ograniczeniem jest tylko zmarznięta gleba), a same sadzonki w zasadzie nie są wrażliwe na przesychnienie korzeni podczas transportu i oczekiwania na posadzenie.

W niektórych przypadkach ekonomicznie uzasadnione może być wykorzystanie sadzonek pozyskanych ze stanowisk naturalnych. Dobrym przykładem jest głóg z przeznaczeniem na żywopłoty (fot. 13). Sadzonki pozyskane w ten sposób często charakteryzują się większymi rozmiarami i bardziej rozbudowaną bryłą korzeniową niż sadzonki zakupione w szkółce. Ważne jest, aby materiał sadzeniowy pozyskany w ten sposób obciąć w części nadziemnej na wysokości 10–12 cm. Zaowocuje to intensywnym wzrostem i krzewieniem się już w pierwszym roku. Problemem przy pozyskaniu takiego materiału jest duża pracochłonność oraz ograniczona dostępność miejsc z gęstym samosiewem nadającym się do pozyskania.



Fot. 13.

Z lewej sadzonki głogu jednoszyjkowego pozyskane z nieużytków. Z prawej sadzonki obcięte, przygotowane do sadzenia. (Fot. M. Wójcik)



Fot. 14.

Genetyka odpowiada za wiele różnych cech. Na zdjęciu dwie topole różnych klonów o innych cechach pokrojowych. (Fot. M. Wójcik)

Należy jednak pamiętać, że **stosowanie materiału szkółkarskiego o sprawdzonym pochodzeniu daje nam możliwość wykorzystania sadzonek o najlepszych cechach genetycznych**. Jest to szczególnie istotne, gdy nastawiamy się na produkcję drewna cennego. Zmienność genetyczna objawia się zarówno w kontekście pokroju i cech przyrostowych drzew, jak również odporności na choroby i szkodniki (fot. 14). W przypadku topól zaleca się wybór odmiany (genotypu) z wąskiej listy, dopasowanej do warunków glebowych i klimatycznych oraz planowanego celu. Zapewnia to dużą powtarzalność cech pokrojowych i produkcyjnych.

Poniżej zostały przedstawione dobre praktyki sadzenia drzew, które ułatwiają przyjęcie się sadzonki oraz poprawiają udatność i trwałość nasadzeń w dłuższym okresie.

4.1. Sadzenie drzew

Doły pod większe sadzonki powinny być **o co najmniej 20 cm głębsze i szersze niż** odpowiednie **rozmiary bryły korzeniowej** (fot. 15). Jest to istotne zwłaszcza **na glebach zwięzłych**, gdzie zbitý substrat powoduje utrudnienia mechaniczne w wyrastaniu korzeni poza pierwotną objętość bryły. Sadzonki z odkrytym systemem korzeniowym powinny być zagłębione w glebie nieco bardziej niż podczas wzrostu w szkółce. Wiąże się to z nieuniknionym osiadaniem gleby w pierwszych kilku tygodniach po posadzeniu. W przypadku większości gatunków szyja korzeniowa (pierwotny poziom gleby) powinna znaleźć się ok. 5 cm pod powierzchnią, ewentualnie 10 cm na glebach lekkich. Sadzonki wierzb i topól należy jednak sadzić od 30 do 80 cm głębiej, ponieważ ich pierwotny system korzeniowy szybko degeneruje, a możliwość dalszego wzrostu zależy od zapewnienia odpowiednich warunków do powstania nowych korzeni z pączków śpiących na zagłębionych w grunt odcinkach pędów. Większą głębokość zaleca się wtedy na glebach lżejszych, bardziej przewiewnych, a także przy większej (ale nieprzekraczającej dla tych gatunków 100 cm) głębokości poziomu wody gruntowej.



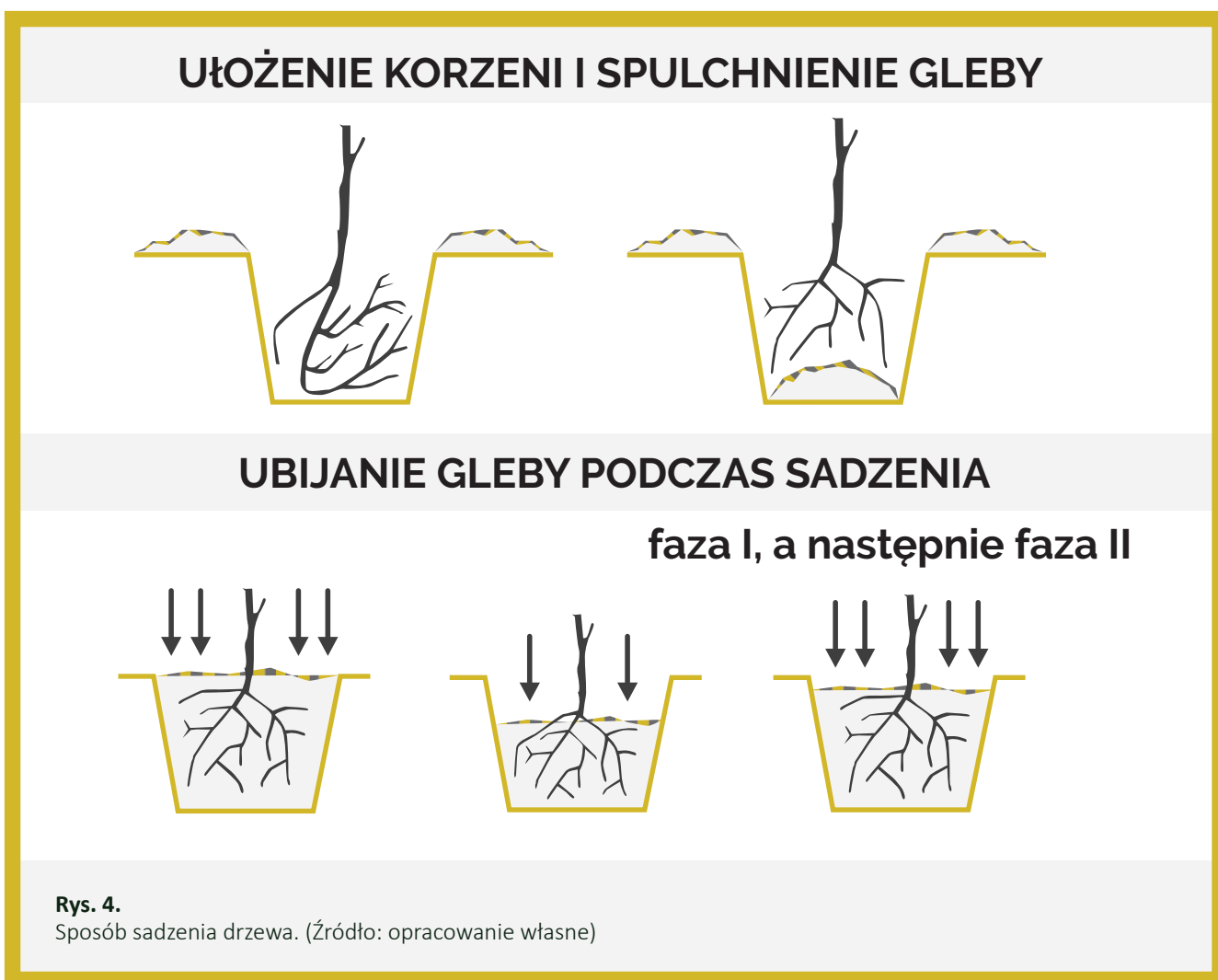
Fot. 15.
Doły pod sadzonki muszą być wyraźnie większe od rozmiarów bryły korzeniowej; mogą być wykonane szerokim świdrem glebowym lub nawet łyżką koparki.
(Fot. J. Zajączkowski)

Przed posadzeniem (rys. 4) **duże drzewa powinny mieć** odpowiednio **skrócone pędy i korzenie**, co zwykle jest wykonane jeszcze w szkółce. Skrócenie korzeni (konieczne u sadzonek z odkrytym systemem korzeniowym) wynika z konieczności uniknięcia ich zawijania się podczas wkładania sadzonki do dołu, ponieważ skierowane do góry lub w bok korzenie zwykle nie mogą odzyskać prawidłowego kierunku, co często prowadzi do zahamowania wzrostu, a z czasem nawet obumarcia drzewa. Skrócenie bocznych pędów w koronie (czasem nawet prawie całkowite ich obcięcie) ma na celu zmniejszenie poboru wody przez roślinę w pierwszych latach po posadzeniu, kiedy system korzeniowy jest jeszcze słabo rozwinięty (fot. 16). Zapobiega to wysuszeniu drzew, zwłaszcza wczesną wiosną lub w okresach suszy letniej, które często prowadzi do usychania młodych drzew.

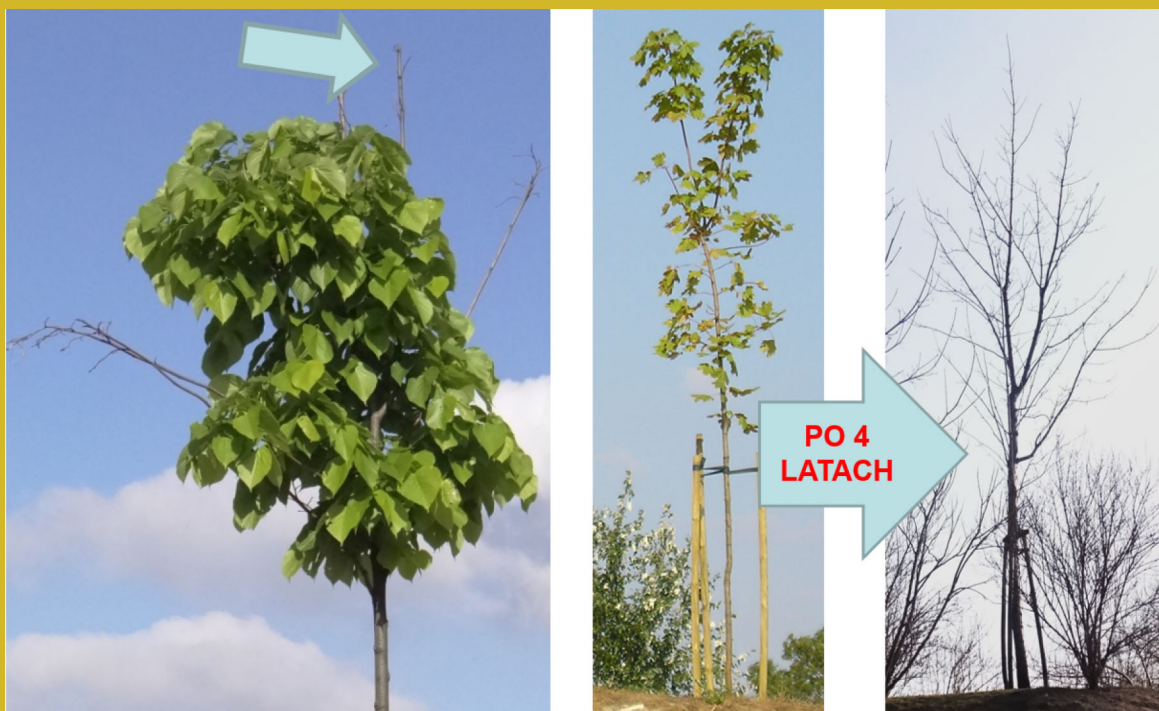
Dla większości gatunków, zwłaszcza na glebach lekkich i skłonnych do przesychania, **dobrym terminem sadzenia jest jesień (od połowy października)**, kiedy mniej jest pilnych prac polowych, a wilgotność powietrza i gleby jest większa niż wiosną. Okres ten, dłuższy niż wiosenny, kończy się wraz z zamarzaniem gleby, co następuje zwykle w grudniu. Jesienią nie należy sadzić dużych sadzonek gatunków, które późno kończą wegetację (wierzba, modrzew, grab) albo szczególnie powoli regenerują korzenie w niższych temperaturach (brzoza). Jesienne sadzenie drzew utrzymujących jeszcze liście (nawet przebarwione) prawie zawsze doprowadzi do ich zasychania, dlatego przy konieczności wykonania takiego zabiegu należy najpierw oberwać liście, na przykład mocną rękawicą. **Przy jesiennym sadzeniu zaleca się**

dodatkowe zabezpieczenie systemu korzeniowego przed przemarzaniem, na przykład przez usypanie kopca z gleby lub suchych liści (wiosną kopce należy rozgarnąć, a następnie uformować misę na wodę opadową). Taką samą misę należy formować przy sadzeniu wiosennym (fot. 17).

Wiosenny okres sadzenia może być stosowany dla wszystkich gatunków. Jest on zalecany zwłaszcza na glebach ciężkich i zimnych. Niektóre gatunki, jak brzoza, modrzew czy większość topól, wiosną wczesnie rozwijają liście, dlatego powinny być posadzone jak najwcześniej. Ponieważ głębsze poziomy gleby na kwaterach szkółki mogą być w takim momencie jeszcze zamrożone, to wyjmowanie z niej sadzonek mogłoby doprowadzić do oberwania drobnych, aktywnych korzeni. W takich przypadkach sadzonki powinny być już jesienią zadołowane swoimi korzeniami w słabo zamarzającym, wilgotnym piasku. Bezpośrednio przed sadzeniem do dołu powinna zostać nalana woda (nawet do 30% jego objętości), co jest krytycznie ważne zwłaszcza dla dużych sadzonek z odsłoniętym systemem korzeniowym. Przy tym typie sadzonek, jeżeli przewidujemy użycie palika lub (w droższym wariantcie) kilku palików w celu ich ochrony przed różnymi spodziewanymi zagrożeniami, to palik należy wbić w dno dołu jeszcze przed włożeniem sadzonki i zasypaniem jej korzeni. Palik powinien być przymocowany elastyczną obejmą, zapewniającą możliwość swobodnego wzrostu grubości drzewa przez około 5 lat i ma **zasłaniać sadzonkę od strony spodziewanego zagrożenia** (na przykład od uderzeń wiatru) (rys. 5, fot. 18). Po posadzeniu glebę należy mocno ubić, najlepiej na dwa razy, aby wycisnąć jak najwięcej powietrza z przestrzeni między bryłkami gleby, szkodliwego dla rozwijających się korzeni.

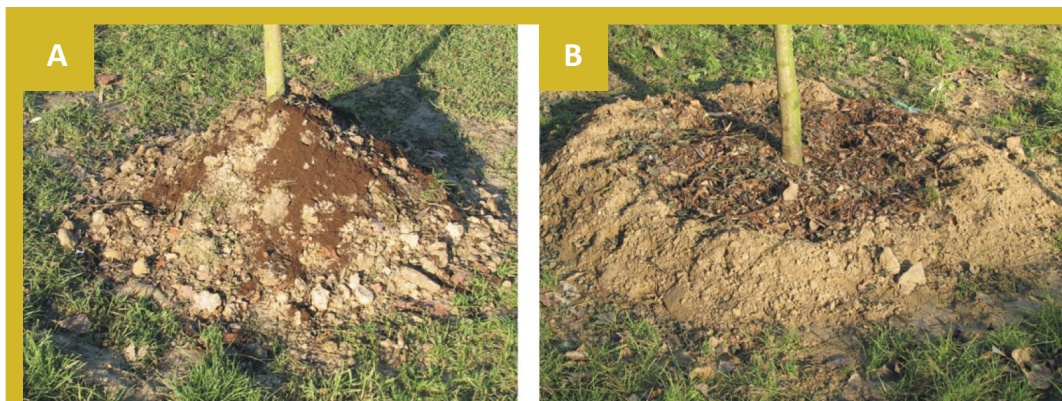


Rys. 4.
Sposób sadzenia drzewa. (Źródło: opracowanie własne)



Fot. 16.

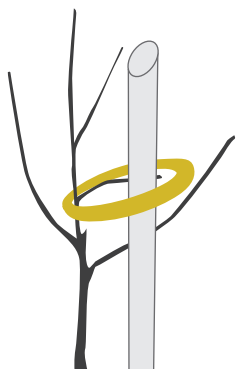
Obumieranie pędów spowodowane problemami z pobieraniem wody i wytwarzanie wtórnej korony jako reakcja obronna drzewa (lipa z lewej); przycinanie pędów po posadzeniu zmniejsza ryzyko takich problemów, a w kilka lat po przycięciu korony większość gatunków w pełni się regeneruje (jak klon z prawej). (Fot. J. Zajązkowski)



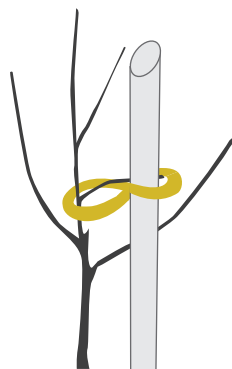
Fot. 17.

Przy jesiennym sadzeniu zaleca się formowanie kopca osłabiającego przemarzanie korzeni (A), który należy rozgarnąć wiosną, tworząc misę na wodę opadową (B). (Fot. J. Zajązkowski)

PRZYWIĄZYWANIE DRZEWKA DO PALIKA



ŹLE



DOBRCZE

Rys. 5.

Przymocowanie drzewka do palika. (Źródło: opracowanie własne)



Fot. 18.

Palik przymocowany dość sztywną, ale zapewniającą możliwość wzrostu drzewa taśmą, umieszczony od strony spodziewanego zagrożenia – na przykład od zachodu dla ochrony przed wiatrem (z lewej). Grubość drzewa niewymagającego już dalszej osłony palikiem, uzyskiwana po 5–6 latach wzrostu (z prawej). (Fot. J. Zajączkowski)

ZAKŁADANIE I PIELEGNACJA SYSTEMÓW ROLNO-LEŚNYCH

5.1. Zakładanie i pielęgnacja systemów rolno-leśnych

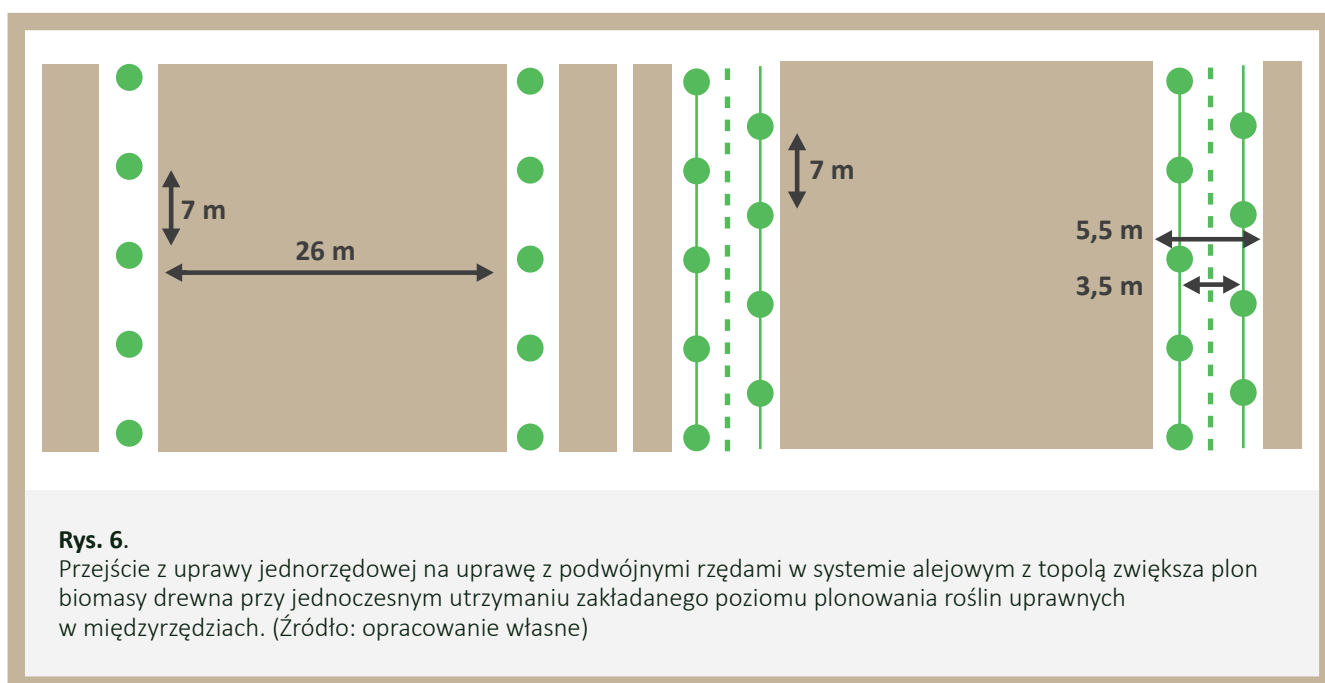
5.1.1. Wstęp

Liniovne nasadzenia drzew na gruntach rolnych są naturalną konsekwencją dostosowania tradycyjnych praktyk rolno-leśnych do wymogów współczesnego rolnictwa. Szeroka rozstawa rzędów pozwala na wykorzystanie maszyn stosowanych w uprawach monokulturowych. **Model systemu rolno-leśnego, polegający na współzrędnym uprawie drzew z innymi roślinami uprawnymi (najczęściej zielnymi) nosi nazwę systemu alejowego (fot. 19).** Drzewa mogą być nasadzone w postaci rzędu lub wielorzędowych pasów. W systemie alejowym najczęściej mamy do czynienia z produkcją drewna tartacznego i konstrukcyjnego, przy czym przy zastosowaniu podkrzesywania możemy także otrzymać drewno z przeznaczeniem na meble, a nawet okleinę. Przy większości gatunków mamy do czynienia z produkcją biomasy drzewnej (zrębek) na potrzeby energetyczne lub przemysłu płyt wiórowych. Przy zastosowaniu drzew owocowych możemy uzyskać owoce konsumpcyjne lub dla przemysłu. Każda z opcji charakteryzuje się odmiennymi technikami sadzenia drzew i ich prowadzenia. W przypadku przeznaczenia na drewno, zwrot okresu z inwestycji następuje w zależności od gatunku po 25–35 latach (topola), 45–60 latach (drzewa owocowe np. trześnia). Dla upraw wierzby z przeznaczeniem na biomasę pierwsze dochody można osiągnąć od 3 do 5 roku pierwszej rotacji zbioru.



Fot. 19.
System alejowy z nasadzeniami orzecha we Francji.
(Fot. C. Dupraz)

Zwiększony odstęp pomiędzy rzędami w porównaniu z plantacją drzew **pozwalają uzyskać lepsze wskaźniki przyrostu drewna oraz jego wartości użytkowej**. Właściwie prowadzone zabiegi podkrzesywania drzew przeznaczonych do produkcji tarcicy lub drewna meblarskiego ułatwiają pozyskanie bezszęcnego surowca o odpowiedniej długości pnia. Wysoki popyt na drewno konstrukcyjne sprawił, że począwszy od lat 80. XX wieku zaczęły się rozwijać w Europie systemy alejowe z topolą w połączeniu z uprawą zbóż (w szczególności dolina rzeki Po w północnych Włoszech). Z powodu niewielkiej odległości między rzędami i wysokiego zacienienia, uprawę gruntów ornych prowadzono jedynie w pierwszych latach, następnie przechodzono do uprawy plantacyjnej. System taki jest stosowany także na Węgrzech w ramach „długiego płodozmianu”, w celu poprawy warunków glebowych na niskiej klasie gleb. Drzewa po okresie produkcyjnym są karczowane i wraca się tam do typowej produkcji rolnej. W latach 50. na obszarze Anglii stosowano również przejściowy wypas, aż do osiągnięcia przez topole 20 lat, a pięć lat później je wycinano. We Francji bogate tradycje systemu alejowego z topolą sięgają XVIII wieku, część nawadnianych gleb aluwialnych (mad) jest wciąż zagospodarowanych w ten sposób podczas pierwszych 3 lat uprawy topoli. Obecnie preferuje się systemy zaprojektowane na długotrwałe korzyści z produkcji roślin uprawnych w szerokich międzyrzędziach ograniczających wpływ zacieniania na plon (minimum dwukrotność wysokości drzew). **Wzrost dochodów z produkcji drewna może być osiągnięty poprzez zastosowanie podwójnych rzędów w uprawie np. topoli** (rys. 6).



Za najbardziej powszechny system alejowy można z pewnością uznać **współrzedną uprawę drzew owocowych**. Celem ich uprawy nie musi być produkcja owoców, może to być również produkcja drewna meblarskiego, np. z orzecha włoskiego czy czereśni; w obu przypadkach należy stosować inną technologię produkcji. Ten rodzaj systemu jest dość popularny we Francji zarówno w formie ekstensywnej, jak i intensywnej. W południowo-wschodniej części tego kraju znaczna powierzchnia plantacji orzecha włoskiego, gruszy i jabłoni jest uprawiana współrzednie od 5 do 15 roku ze zbożami, winoroślą, rzepakiem, słonecznikiem, tytoniem czy lawendą. Z kolei intensywne systemy obejmują nawadniane uprawy warzyw najczęściej z rzędami brzoskwiń, jabłoni lub mieszanką drzew i krzewów owocowych oraz uprawy zbóż z rzędami orzecha włoskiego, wiśni ptasiej czy jabłoni. Wielu rolników, głównie ze względu na wysoką cenę drewna, zdecydowało się na inwestycje w nasadzenia orzechów włoskiego, czarnego lub ich hybryd (*Juglans regia*, *J. nigra* oraz *J. nigra x regia*), **łącząc je często z technologią uprawy konserwującej zbóż, w tym z uprawą bezorkową** (fot. 20). Popularność tych drzew we Francji, w Kanadzie, Belgii i innych państwach wiąże się również z posiadaniem przejrzystej korony, późnym pojawianiem się liści oraz wczesnym ich opadaniem, co znacząco obniża konkurencyjność o światło z innymi uprawami, a także posiadaniem głębokiego systemu korzeniowego (należy zaznaczyć, że orzech czarny i włoski wytwarzają juglon, związek o silnym oddziaływaniu allelopatycznym, co oznacza, że w pierwszych latach uprawy możemy dobrać gatunki roślin wykazujące wyższą tolerancję na tę toksynę, natomiast po 10–15 latach w wyniku zacieniania i toksyczności związku dochodzi do silnego ograniczenia produkcji w sąsiedztwie drzew). W systemach alejowych

coraz częściej stosuje się też wielogatunkowe nasadzenia w celu poprawy bioróżnorodności, dywersyfikacji produkcji i zwiększenia odporności na straty przez choroby i szkodniki (fot. 21). Rolnicy w północnej Francji stosują kombinację gatunków złożoną z orzecha czarnego, klonu pospolitego, klonu jawora, trześni, jarzębu brekinii, jarzębu pospolitego, gruszy, jabłoni oraz robinii akacjowej. Powyższe praktyki relatywnie często są stosowane przez gospodarstwa ekologiczne.



Fot. 20.

Agroleśnictwo w połączeniu z systemem uprawy konserwującej.
(Źródło: <http://www.agroforestrysystems.eu>)



Fot. 21.

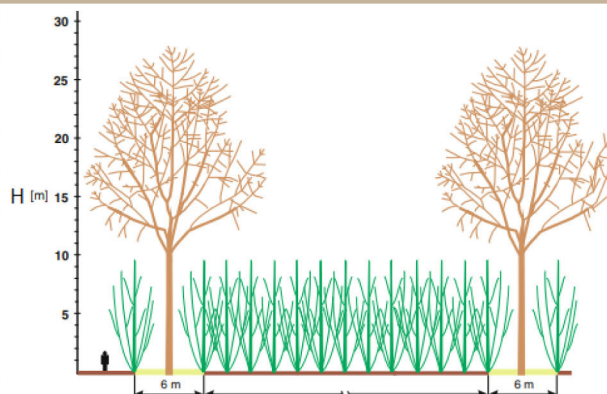
Wielogatunkowy system alejowy we Francji.
(Źródło: Association Francaise d'Agroforesterie)

Kolejnym przykładem systemu alejowego jest **współrzędna uprawa pasów drzew o krótkiej rotacji zbioru (wierzba, topola, robinia, leszczyna) z uprawą zbóż, roślin okopowych lub warzyw (fot. 22)**. Ten rodzaj systemu rozwinął się szczególnie w Niemczech oraz Wielkiej Brytanii w warunkach wsparcia rynku biomasy drzewnej. Zagajniki krótkiej rotacji mają szczególną rolę w ochronie gleb przed erozją, poprawiają mikroklimat pola, ograniczając ewapotranspirację, a także polepszają jakość gleb, pełniąc między innymi istotną funkcję w oczyszczaniu obszarów zdegradowanych.



Fot. 22.
System alejowy, łączący uprawę wierzby energetycznej i zbóż (wschodnie Niemcy). (Fot. D. Freese)

Ostatnim rodzajem systemu alejowego jest **połączona uprawa zagajników krótkiej rotacji z rzędami drzew o cennym drewnie (trześnia, klon, jawor, orzech *J. nigra* i jego hybrydy, olcha *Alnus spp.*, jarząb *Sorbus spp.*) (fot. 23)**. Nie jest to typowy system z uprawą roślin żywnościowych w międzyrzędiach, natomiast zagajniki krótkiej rotacji zalicza się do upraw trwałych, zajmujących grunty rolne przez okres pięciu lat i dłużej, dające przy tym powtarzające się zbiory. W celu wyprodukowania pożądanego surowca drzewnego po wykonaniu przecinki w rzędzie w pierwszych latach zaleca się za-



Fot. 23.
System rolno-leśny, łączący produkcję biomasy na zrębki oraz cennego drewna – początkowa faza (po lewej) oraz stan docelowy (po prawej). (Fot: Paris P., źródło rysunku: Morhart i in 2014. Alley coppice-a new system with ancient roots; zmienione)

chowanie odstępu między drzewami w zakresie 4–12 m (w zależności od gatunku, przewidzianego zasięgu korony i wielkości docelowej średnicy pnia) oraz utrzymanie 3 m odległości od zagajnika po każdej stronie. W Stanach Zjednoczonych do międzyrzędzi systemów alejowych wprowadza się krzewy z rodziny porzeczek, jako tolerujące zacienienie.

W latach 90. XX w. zaczęto zwracać coraz większą uwagę na trwałość produkcji ornej w systemach alejowych, w tym celu we Francji, Włoszech i w Wielkiej Brytanii powstały doświadczenia, których celem była ocena środowiskowych i ekonomicznych skutków takiej produkcji. Rosnąca popularność systemów alejowych oraz finansowe wsparcie agroleśnictwa wpłynęły na znaczący wzrost powierzchni upraw w gospodarstwach rolnych, zwłaszcza we Francji (w 2018 r. ok. 6000 ha systemów alejowych było objętych wsparciem WPR w tym kraju).

W kolejnym podrozdziale przedstawione zostały ogólne zasady, o jakich należy pamiętać przy zakładaniu i pielęgnacji systemów alejowych.

5.1.2. Zakładanie i utrzymanie systemów alejowych

Analiza gleby i siedliska oraz przygotowanie gruntu

Przed przystąpieniem do sadzenia drzew, **należy przeprowadzić profesjonalną analizę jakości gleby (N, P, K)** we współpracy ze stacją chemiczno-rolniczą oraz **rozważyć uwarunkowania klimatyczne (stopień i kierunek nachylenia skłonu, wysokość n.p.m., rzeźba terenu)**. Od tych parametrów będzie zależał wybór układu nasadzeń i ich skład gatunkowy. Można zastosować skład gatunkowy nie do końca odpowiadający wymaganiom siedliskowym, jednak wtedy należy się spodziewać gorszych wskaźników produkcyjnych. Przed założeniem systemu alejowego bardzo ważne jest właściwe przygotowanie gruntu. Przedplon może mieć wpływ na wzrost młodych drzewek. W przeciwieństwie do nieuprawianych gruntów, sadzenie drzew na gruntach ornym jest dość łatwe. Gleby ciężkie powinny zostać przeorane głębszym poniżej 30 cm głębokości, w szczególności jeśli występuje podeszwa płużna. Zabieg ten jest zbędny w przypadku zastosowania drzew o silnym systemie korzeniowym (np. olcha potrafi przebić się korzeniami przez warstwę rudawca).

Dopasowanie gatunków

Wybór gatunków drzew do nasadzeń **zależy** w głównej mierze **od uwarunkowań środowiskowych oraz celów założenia systemu**. W systemach alejowych, niezależnie od podjętego kierunku produkcji, preferowane są te gatunki, które charakteryzują się stosunkowo wąskim pokrojem korony oraz drobnymi i najlepiej pierzastymi liśćmi przepuszczającymi część światła i szybko rozkładającymi się w glebie. Ważnym kryterium są również wczesne wytwarzanie pączków liściowych oraz wczesne opadanie liści (korzystnym gatunkiem w tym kontekście jest orzech czarny lub włoski). Obecnie zaleca się wprowadzanie wielogatunkowych nasadzeń, wpływających korzystnie na poprawę bioróżnorodności, zróżnicowanie produkcji i przede wszystkim wzmacniających odporność na choroby i szkodniki.

Połączenie upraw w systemie rolno-leśnym wymaga zastosowania bardzo wąskiego okna czasowego pomiędzy przedplonem rośliny a planowaną uprawą, ze względu na oddziaływanie systemu korzeniowego oraz zacienianie przez szybko rozwijające się ulistnienie drzew. Znajac **cykl fenologiczny drzew, można dopasować odpowiednią kombinację roślin** (tab. 4).

Wpływ drzew na plonowanie roślin uprawnych zależy od przyjętego schematu nasadzeń (rozstawy rzędów, odległości pomiędzy drzewami), ich gatunków oraz lokalnych uwarunkowań. Dla każdej lokalizacji można zawsze wypracować taki model produkcji, który nie spowoduje znaczącego spadku plonowania. Kwestią odrębną pozostaje osiągnięcie satysfakcjonującego poziomu dochodów z inwestycji w produkcję drewna. W takim przypadku powinniśmy się liczyć ze stratami w produkcji rolniczej. W modelu alejowym ukierunkowanym na produkcję drewna zaleca się następującą konfigurację w czasie: do 10 lat uprawy można uprawiać zboża jare lub rośliny płytko korzeniące się; od 11 roku należy skoncentrować się na zbożach ozimych o okresie wegetacji komplementarnym pod względem wykorzystania zasobów do fenologii drzew; powyżej 20 lat preferowane są gatunki cieniulubne, np. krzewy lub przejście do fazy systemu leśno-pastwiskowego (pozyskiwać paszę lub wprowadzić wypas zwierząt). Oczywiście jest to umowny schemat, który może zmieniać się w zależności od lokalnych czynników i wybranego schematu plantacji. Podsumowując wpływ drzew na plonowanie, można założyć, że przy ograniczonej obsadzie do 50 drzew na hektar nie powinien negatywnie oddziaływać na produkcję rolniczą, chociaż jest to uzależnione w dużej mierze od gatunku i warunków glebowo-klimatycznych.

Tabela 4. Komplementarność gatunków drzew oraz upraw rolnych w systemie alejowym

Gatunek drzewa	Gatunek rośliny uprawnej w międzyrzędziu
Topola***	zboża*, rośliny oleiste
Orzech <i>J. nigra</i> i jego hybrydy***	zboża*, rośliny strączkowe, rośliny okopowe, rośliny oleiste, rośliny bobowate**, użytki zielone, rośliny specjalne (dobór roślin zależy będzie od wieku drzew orzecha).
Jabłoń, grusza, śliwa***	późniejszy rozwój drzew umożliwia uprawę zbóż*, roślin strączkowych, roślin oleistych, roślin bobowatych**, użytków zielonych, roślin specjalnych; możliwe jest dopasowanie zbioru wczesnych odmian jabłek i wysiewu roślin poplonowych; uprawa warzyw, w szczególności na płytkich glebach może być ograniczana przez płytki system korzeniowy drzew; czas zbiorów owoców nakłada się ze zbiorem okopowych, np. ziemniaków.
Wiśnia	warzywa (w szczególności buraki, dynia, sałata, groch, niektóre cebule); wczesny rozwój ulistnienia i owoców wiśni uniemożliwia uprawę innych roślin (wyjątek: trześnia uprawiana na drewno).

*z wyjątkiem roślin C4 – kukurydza, proso, sorgo. Szczególnie korzystne do uprawy są zboża ozime, zwłaszcza jęczmień, który wcześniej schodzi z pola.

** w szczególności koniczyna łąkowa, krwistoczerwona i kaukaska odznaczają się większą odpornością na zacienienie przez drzewa

*** w skład nasadzeń powinny też wchodzić gatunki domieszkowe, uzupełniające, takie jak jarząb, czereśnia ptasia, klon, lipa, dąb.

Źródło: opracowanie własne

Materiał szkółkarski i sadzenie

Sadzonki i zrazy do szczepienia **powinny pochodzić z certyfikowanych szkółek**. Zaleca się lokalne ekotypy. Bardziej szczegółowe wymagania odnośnie sadzonek i sposobu sadzenia można znaleźć w poprzednim rozdziale.

Orientacja rzędów

Aby maksymalnie ograniczyć niekorzystny wpływ zacieniania, w uprawach alejowych rekomenduje się **kierunek rzędów północ–południe**. Układ rzędów **zależy również od topografii terenu** (na stokach należy nasadzać drzewa w poprzek spadku, wzdłuż konturów wysokości) i **potrzeb ochronnych** (na przykład rzędy ustawione prostopadle do kierunku dominujących wiatrów i/lub wzdłuż konturów wysokości w celu ochrony przed erozją wodną).

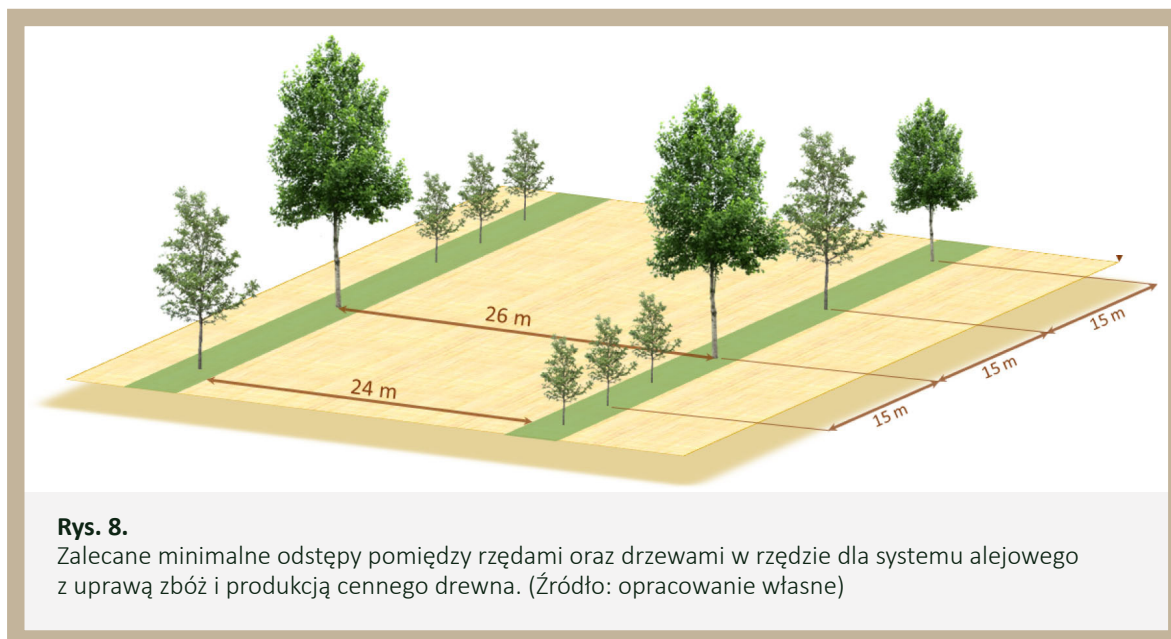
Rozstawa rzędów drzew

Rozstawa rzędów drzew zależy od rodzaju uprawy. **Powinna wynosić przynajmniej dwukrotność średniej wysokości dojrzałego drzewa**, np. odległość pomiędzy 24–40 m dla 15-metrowej wysokości drzew liściastych. Przy produkcji warzywniczej, szerokość międzyrzędzi może być mniejsza niż w przypadku uprawy zbóż. Odpowiednia rozstawa **powinna zapewniać przejazd maszyn rolniczych przynajmniej o szerokości roboczej 3 metrów i stanowić jej wielokrotność**. Zalecana np. dla zbóż minimalna 26-metrowa szerokość (24 m uprawy + 1 metr pasa po każdej stronie pnia) (rys. 8) pozwala na 8-krotny przejazd maszyny po polu (i wielokrotność tej odległości, tj. 48 (50) m, 72 (74) m, 96 (98) m odpowiednio więcej przejazdów). Przy uprawie np. warzyw lub truskawek szerokość może być zmniejszona do 12 (10+2) metrów. Warto przemyśleć też wykorzystanie szerszego sprzętu (np. traktora z opryskiwaczem belkowym). Zapewnienie dodatkowego metra z każdej strony nasadzeń pozwala nam na swobodniejsze prowadzenie prac polowych, jednocześnie zabezpieczając nasadzenia przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz pozytywnie wpływając na wzrost różnorodności biologicznej.

Drzewa nie powinny wpływać na system drenarski i zatykanie sączków. Z uwagi na konieczność zawracania maszyn na uwrociach, nie powinno się dosadzać drzew do końca działki. Ponadto nie można sadzić wysokich drzew pod liniami energetycznymi czy telefonicznymi.

Polskie prawo nie reguluje kwestii odległości drzew od granicy działki czy elementów infrastruktury. Jednak, w przypadku stwierdzenia ryzyka szkodliwego oddziaływania blisko rosnących drzew, osoby prywatne mogą

wnioskować do sądu o usunięcie gałęzi lub nawet drzewa będącego przyczyną szkody. Również wewnętrzne regulacje instytucji zarządzających urządzeniami przesyłowymi obligują je do podejmowania odpowiednich działań zapobiegawczych. Z tego powodu warto jest przestrzegać praktycznych zaleceń z nieobowiązującego Rozporządzenia Ministra Gospodarki Komunalnej z dnia 4 lutego 1965 r. w sprawie ustanawiania normatywu technicznego ulic i placów miejskich (zobacz Zajązkowski 2013).



Rys. 8.

Zalecane minimalne odstępy pomiędzy rzędami oraz drzewami w rzędzie dla systemu alejowego z uprawą zbóż i produkcją cennego drewna. (Źródło: opracowanie własne)

Odstęp pomiędzy drzewami w rzędach – zalecana początkowa odległość: 3 m dla śliwi, 4 m dla wiśni, gruszy, jabłoni i jarzęba, wyjątkowo 12 m dla orzecha włoskiego (tab. 5, fot. 24). Pomiedzy drzewami można dosadzać krzewy, np. rokitnika lub bzu.

Docelowa odległość pomiędzy drzewami w rzędzie

$$\Phi \times 25 = 1500 \text{ cm} = 15 \text{ m}$$

gdzie: Φ – docelowa średnica pnia na wysokości pierśnicy, przyjęta jako 60 cm.

Docelowa odległość pomiędzy drzewami liściastymi (np. trześnia, klon, grab, dąb, lipa, jesion, olsza) zwykle wynosi 15 metrów i zależy od przyjętej średnicy docelowej (rys. 8). Odległość pomiędzy dojrzałymi topolami będzie znacznie większa (tab. 5).

Aby ograniczyć ryzyko utraty drzew do docelowej obsady, **sadzi się je w grupach po trzy**, w odstępach od 1,5 do 4(6) m. W niektórych przypadkach można sadzić drzewa także w grupach po 2 w odległości 0,5 m i w okresie do 10 lat usunąć gorszą sztukę. Odległość pomiędzy środkowymi drzewami z grupy powinna odpowiadać docelowej odległości (np. 15 m) (rys. 8).

Ciekawym rozwiązaniem jest **możliwość wykorzystania dwóch gatunków o różnym tempie wzrostu i różnym okresie wykorzystania**, np. naprzemienne sadzenie topoli i czereśni ptasiej. Topole, jako gatunek szybko rosnący usuwamy po okresie 25–30 lat, rozluźniając zwarcie, zaś trześnię pozostawiamy do wieku 50–60 lat. Po usunięciu topoli, w jej miejsce sadzimy trześnię. Taki model **pozwała optymalnie wykorzystać przestrzeń**, dodatkowo osiągamy ciągłość w zapewnieniu pozaprodukcyjnych funkcji (ochronnej i biocenotycznej).

W modelach dwu- i wielogatunkowych można rozważyć wprowadzenie domieszek biocenotycznych i produkcyjnych w formie drugiego piętra. Do tego celu można wykorzystać niskie drzewa i krzewy. Dzięki temu znacząco poprawi się funkcja biocenotyczna, ponadto stosując gatunki owocowe (porzeczka, aronia, leszczyna, rokitnik i in.), można uzyskać dodatkowo produkcję towarową, przyczyniając się do pełniejszego wykorzystania rzędów drzew. Wprowadzenie gatunków z przeznaczeniem na biomasę ogranicza możliwość jej mechanicznego pozyskania.



Fot. 24.

Odstęp początkowy drzew zależy od spodziewanego tempa rozrastania się ich koron; najczęściej wynoszą od 3 do 7 metrów. (Fot. J. Zajączkowski)

Tabela 5. Odległości pomiędzy drzewami zalecane w systemach alejowych dla gatunków o różnych rozmiarach.
Źródło, na podstawie: <https://fruitandnut.ie/agroforestry.html>

	Odległość między drzewami (m)	Odstęp początkowy między drzewami (m)	Odstęp docelowy między drzewami (m)
Duże drzewa uprawiane w systemach leśno-pastwiskowych	24–50	2–6	16–50
Duże drzewa uprawiane na gruntach ornych	24–36	2–6	16–50
Średnie drzewa uprawiane w systemach leśno-pastwiskowych, z przeznaczeniem na cenne drewno	12–56	2–4	8–24
Średnie drzewa uprawiane na gruntach ornych, z przeznaczeniem na cenne drewno	12–24	2–4	8–24
Małe drzewa uprawiane w krótkiej rotacji w systemach leśno-pastwiskowych, z przeznaczeniem na zrębki	6–50	1,5–3	3–6
Małe drzewa uprawiane w krótkiej rotacji na gruntach ornych, z przeznaczeniem na zrębki	6–24	1,5–3	3–6

Obsada drzew

Obsada **wynika z przyjętej rozstawy rzędów i z odległości pomiędzy drzewami** w rzędach. Parametry te mają kluczowe znaczenie dla okresu utrzymania produkcji roślinnej w systemie alejowym (zwykle nie więcej niż 20–30 lat). Dla większości roślin uprawnych rekomenduje się docelową obsadę w liczbie 50–100 drzew (w ich dojrzałej fazie) jako najbardziej opłacalną dla rolnika w sensie konkurencyjności z roślinami uprawnymi. Ocenia się też, że pozostawienie 20–50 drzew na hektarze nie ma negatywnego wpływu na rośliny, pod warunkiem, że drzewa są pielęgnowane we właściwy sposób w pierwszych 10 latach po założeniu plantacji.

Szerokość pasa zadrzewień

Optymalny przedział szerokości pasa zadrzewień to 2–4 m, 2 metry (metr po każdej stronie drzewa) wydaje się rozsądną odległością. Pasy dwurzędowe mogą być szersze.

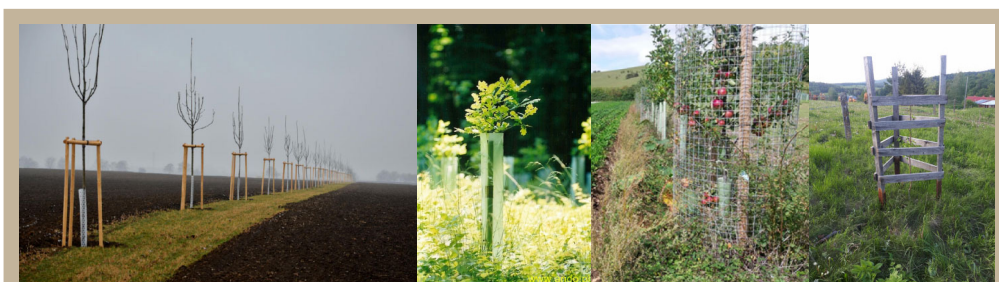
Przycinanie korzeni drzew podczas ich wzrostu

Konkurencyjność korzeni drzew z korzeniami roślin uprawnych jest zagadnieniem wymagającym szczególnej troski. Pomimo obaw i zagrożeń dotyczących zwiększonej podatności drzew na choroby w wyniku uszkodzeń korzeni ich przycinanie stało się standardową praktyką w systemach rolno-leśnych. Istnieją różne **metody ograniczania ekspansywności**

systemu korzeniowego, które pozwalają na jego ukierunkowanie w dół profilu glebowego – **wyżłobienie bruzdy po obu stronach rzędu drzew, talerzowanie, zastosowanie głębosza lub nawet wglębne zastosowanie nawozów w pobliżu drzew stymulujące pokrój korzeni**. Zwykle stosuje się jednokrotny przejazd broną talerzową lub głęboszem (na głębokość 60–80 cm) w odległości ok. 1 metra od drzewa. **Zabieg powinien być przeprowadzony najpóźniej po 3–4 latach od zasadzenia, najlepiej co 2–3 lata, aby regularnie kształtować pokrój systemu korzeniowego**. Wskazane jest naprzemienne przycinanie obu stron rzędu (każda strona w innym roku). Zabiegu nie można stosować na płytkich glebach. Czym gleba będzie bardziej wilgotna i zasobna w składniki pokarmowe, tym trudniej zapobiec negatywnemu wpływowi korzeni drzew na rośliny uprawne. W warunkach ubogich i przesuszonych gleb korzenie naturalnie będą dążyły do zasobów znajdujących się głębiej, o ile nie napotkają nieprzepuszczalnej warstwy, chociaż potrafią ją również przebić. Z drugiej strony takie warunki ograniczają plonowanie upraw rolnych, jak i przyrosty samych drzew. Optymalną sytuacją jest zasobność głębszych stref gleby w wodę i azot. Podsumowując, nie ma jednej złotej zasady na utworzenie komplementarnego układu systemów korzeniowych, więc stosowanie zabiegów przycinania korzeni drzew powinno wynikać ze starannej analizy uwarunkowań glebowych, klimatycznych oraz specyfiki gatunkowej drzewa.

Ochrona drzewek przed zwierzyną

Młode drzewka powinny być zabezpieczone **perforowaną osłonką PCV lub siatką oraz przywiązane do palika** (fot. 25). Dodatkowo można wykorzystać osłony z desek albo osłony z zeschniętych kolczastych drzew (np. świerka, tarniny). W przypadku osłonki może wystąpić problem z zagnieżdżeniem się mrówek i naniesieniem ziemi wokół drzewka w dolnej części, co zwiększa podatność na choroby. Tradycyjnym sposobem zabezpieczania drzewek było obsadzenie go ciernistymi krzewami, np. różą lub głógiem.



Fot. 25.

Metody ochrony drzewek – osłonki z konstrukcją palików, tuba PCV, siatka, osłona z desek. (Fot. M. Wójcik, www.ando.pl, CIC – AGFORWARD project, M. Wójcik)

Podkrzesywanie drzew

Cięcie drzew polega **na przycinaniu żywych i obumarłych gałęzi wyrastających z głównego pnia, w celu poprawy pokroju drzewa i produkcji drewna bez sęków, o wysokiej jakości** (tym samym o większej wartości). Czym charakteryzuje się drewno wysokiej jakości? Z perspektywy rolnika wysokiej jakości drewno to takie, które łatwo sprzedać po jak najwyższej cenie. Z kolei z perspektywy właściciela tartaku jest to drewno z równoległym układem włókien, pozbawione gałęzi, o idealnie cylindrycznym kształcie, wystarczającej średnicy i długości oraz minimalnej liczbie sęków bądź innych defektów. Ułatwia to jego przetwarzanie, maksymalizując wydajność produktu i zmniejszając koszty cięcia.

Podkrzesywanie powinno być wykonywane co 2–3 lata w pierwszej połowie planowanego cyklu produkcji drewna, a więc przez około 15 lat w przypadku kultywarów topól i wierzb, natomiast do ok. 30 lat dla pozostałych gatunków. W jednym roku nie podkrzesuje się więcej niż dwa okółki naraz, ponieważ nadmierna redukcja korony ogranicza przyrost i zdrowotność drzew, a u niektórych drzew (np. dębu i lipy) stymuluje wypuszczanie wtórnych pędów (tzw. wilków) z pączków śpiących na pniu. Z tego powodu kontrola oczyszczenia pnia z gałęzi może być konieczna jeszcze w kilka lat po zakończeniu standardowego cyklu podkrzesywania korony. Z przyczyn technicznych nie ma sensu podkrzesywanie wyżej niż do 6 metrów albo do ½ wysokości drzewa (tak wysoko, jak sięgnie się z ziemi urządzeniem na wysięgniku).

Podkrzesywanie najlepiej jest wykonywać w marcu, po ustąpieniu silnych mrozów, jednak termin ten zależy od biologii gatunku. Jeżeli po wczesnowiosennym obcięciu gałęzi występuje silny wypływ soków (u brzoź, klonów, orzechów czy niektórych topól), to zabieg lepiej jest przenieść na koniec wiosny. U gatunków iglastych zaleca się podkrzesywanie tylko gałęzi martwych, ze względu na trudno gojące się rany i wycieki żywicy. U gatunków owocowych częstą praktyką jest podkrzesywanie w „kwiecie”. Cięcie należy wykonać ostrym narzędziem, bez szarpania obrzeży. **Powierzchnia cięcia powinna być gładka i styczna do obwodu pnia, tylko nieznacznie naruszająca dolną część zgrubienia dookoła gałęzi, czyli tzw. piętki (fot. 26).** Najlepiej jest przycinać gałęzie zanim nadmiernie zgrubieją. Po gałęziach grubszych niż 5 cm pozostają duże, trudniej gojące się rany, wzrasta też ryzyko odarcia kory z pnia przez odpadającą gałąź. Przy konieczności cięcia grubszej gałęzi można zastosować cięcie dwustopniowe (co 2–3 lata) z pozostawieniem około 10-centymetrowego odcinka gałęzi, czyli tzw. tylca. W pierwszym kroku lekko podcina się tylec od dołu, a następnie wykonuje się rżaz od góry, w nieco większej odległości od pnia. Dzięki wcześniejszemu podcięciu, spadająca gałąź nie pociąga za sobą dłuższego odcinka kory. Po kilku latach przy piętkę wewnątrz tylca wytwarza się warstwa odcinająca, co umożliwia odcięcie tylca przy pniu bez otwierania żywej rany. W przypadku podkrzesywania grubszych gałęzi można też posmarować ranę pastą ochronną, ograniczającą infekcje grzybowe.



Fot. 26.

Zarośnięta rana po prawidłowo wykonanym cięciu dość grubej gałęzi (z lewej); rana po obtłuczeniu żywej gałęzi sosny, która prawdopodobnie zarośnie jako zgnity sęk (w środku) oraz pień lipy po zabiegu wtórnego usunięcia pędów wytworzonych z pączków śpiących – koniecznym wskutek nadmiernej redukcji korony w poprzednich zabiegach (z prawej). (Fot. J. Zajączkowski)

Ogólnie można podkreślić, że **regularne podkrzesywanie drzew zapewnia odpowiedni pokrój korony i pnia, zwiększa odporność mechaniczną drzewa, odporność na siłę wiatru i choroby oraz umożliwia lepszy dostęp światła słonecznego do roślin w międzyrzędziach.**

Dosadzanie drzew

Na miejsce ubytków podczas pierwszych 3 lat powinno przeprowadzić się dosadzanie drzew. W późniejszym czasie możemy wykorzystać uzupełnienia także z gatunków wykazujących silniejszy wzrost.

Stały monitoring drzew

Aby zapewnić trwałość plantacji, powinno się prowadzić stały monitoring drzew. Należy dokonać ewentualnej wymiany palików i osłonek. Dodatkowo monitorujemy występowanie szkodników i chorób. Ma to szczególnie duże znaczenie w przypadku drzew owocowych.

Regularna przecinka drzew

Prowadzenie plantacji w rzędach w celu pozyskania surowca drzewnego wysokiej jakości i biomasy wymaga regularnej przecinki. Zabieg ten pozwala nam utrzymać warunki świetlne dla podstawowej uprawy rolniczej na pożądanym poziomie.

Ciekawą praktyką są nasadzenia dwu- i wielogatunkowe, w których sadzimy naprzemiennie gatunki o różnym tempie wzrostu i okresie użytkowania. Przykładem może być sadzenie naprzemiennie topoli i czereśni ptasiej. Topole wycinamy w takim układzie po ok. 30 latach, pozostawiając trześnię do osiągnięcia planowanych rozmiarów (w wieku 50–60 lat).

Pielęgnacja pasa z nasadzeniami

Pas z nasadzeniami powinien być pozostawiony wolny od chwastów (ich obecność przyciąga gryzonię, np. nornice). Zaleca się jego zadarnienie i regularne koszenie (obecność glifosatu może mieć niekorzystny wpływ na sąsiadujące rośliny – drzewa i rośliny międzyrzędzi).

Dobłą praktyką jest **mulczowanie słomą**, chociaż zwiększa ryzyko pojawienia się gryzoni. Dobre rezultaty daje też **pokrycie gruntu zrębkami** (materiał można pozyskać z żywoptotu, biomasy leśnej czy nawet recyklingu palet drewnianych) **lub biodegradowalną włókniną, ograniczające zachwaszczenie oraz pomagające utrzymać wilgotność, odpowiednią temperaturę gleby i jej strukturę oraz składniki pokarmowe**. Płytka warstwa mulczu (5–7 cm lub mniej) może nie zatrzymać wzrostu chwastów. Zaleca się warstwę 10–15 cm. Nadmierna grubość mulczu (>15 cm) może utrudnić przenikanie wody do gleby, podwyższyć poziom stresu roślin oraz sprzyjać rozwojowi pleśni i grzybów. Mulcz nie jest zwykle zalecany na glebach ciężkich, gdzie problemem jest drenaż gleby. Umieszczając go, należy zachować pewną odległość od pnia drzewa (5–10 cm). Ulokowanie mulczu blisko pnia może wytworzyć warunki o dużej wilgoci i niskiej zawartości tlenu, sprzyjające rozwojowi grzybów (np. zgnilizny pnia) lub namnażaniu insektów.

Aby zwiększyć dochodowość produkcji z jednostki powierzchni, **pasy można wykorzystać do uprawy roślin cieniolubnych – kwiatów, ziół, warzyw (np. chrzan, pietruszka, czosnek niedźwiedzi, rabarbar) (fot. 27)**. Należy jednak pamiętać o ich starannej uprawie. Rośliny pod okapem drzew mogą przyciągać ślimaki, powinno się więc wybrać te gatunki których ślimaki unikają.



Fot. 27.
Uprawa roślin cieniolubnych pod okapem drzew w systemie alejowym – żonkil po lewej, rabarbar po prawej (gospodarstwo ekologiczne w Wielkiej Brytanii). (Fot. CIC – AGFORWARD project)

Ochrona chemiczna

Stosowanie pestycydów w systemie alejowym **wymaga starannego planowania ich dawek i terminów aplikacji**, ponieważ **w łatwy sposób może zaszkodzić sąsiadującej uprawie**. Szeroka gama możliwych kombinacji związków, duże różnice pomiędzy gatunkami i odmianami pod względem ich czasu kwitnienia i potrzeb ochronnych powodują, że ochrona roślin w systemie alejowym wymaga doświadczenia oraz stałego podnoszenia wiedzy. Szczególnie trudna jest **uprawa drzew owocowych**, dlatego w tym przypadku najbardziej skuteczne jest **włączenie systemu do zasad produkcji rolnictwa ekologicznego**. Specjalnej uwagi wymaga ochrona drzew przed zarazą ogniową.

Wykonywanie zabiegów

Zabiegi uprawowe **nie powinny zaszkodzić sąsiadującym uprawom**. Szczególną uwagę należy zwrócić na bezpieczną odległość od drzew w trakcie rozrzucania obornika. Zbiór owoców drzew najlepiej wykonywać z wykorzystaniem plandek zapobiegających osypywaniu się owoców na uprawy oraz zatrzymujących wyciek soków. Przed zabiegami maszynowymi należy pamiętać o usunięciu na obszarze międzyrzędzi opadniętych gałęzi.

Nawadnianie

W razie konieczności nawadnianie prowadzi się w okresie pierwszych 2–3 lat na glebach lekkich. Sadzonki po posadzeniu w okresie wiosennym są szczególnie narażone na przesuszenie. Sadzenie jesienne pozwala nasadzeniom na wykorzystanie wody pochodzącej z roztopów, jednak nie zabezpiecza ich w okresie późniejszym w przypadku wystąpienia suszy.

Naturalne metody ochrony przed gryzoniami

Bardzo ważne wydaje się **tworzenie siedlisk bytowania drapieżników** – pozostawianie stosu gałęzi/kamieni dla łościs, stawianie czatowni na żerdziach dla ptaków drapieżnych. W pasie zadrzewień można uprawiać rośliny odstraszające gryzonie: czosnek, nostrzyk, wilczomlec, szachownicę cesarską, tomkę wonną, trojęść, żonkila, cebulę, czosnek. Nie wolno jednak doprowadzić do jego zachwaszczenia.

Wspieranie bioróżnorodności

Poprawa bioróżnorodności jest naturalnym sposobem zwalczania szkodników, szczególnie w systemach rolno-leśnych w modelu rolnictwa ekologicznego. Do dobrych praktyk wspierania bioróżnorodności należą: zakładanie w obrębie systemu drewnianych domków dla owadów; składowanie stosów drewna; wprowadzanie krzewów owocowych dla owadów i ptaków; wieszanie na drzewach budek lęgowych dla ptaków, pozostawianie na obrzeżach pól stosów gałęzi/kamieni o powierzchni minimum 4 m² lub murków zapewniających schronienie i pokarm dla pożytecznych jeży, mrówek, łościs, jaszczurek zwinek, padalców.

Pozyskiwanie drewna

Drewno jest gotowe do zbioru, gdy osiągnie średnicę uzasadniającą ekonomicznie jego sprzedaż, czyli ok. 40–60 cm. Grubsze drzewa wymagają nietypowego (a więc dużo droższego) sprzętu do wycinki, transportu i przerobu w tartaku, a dodatkowo są narażone na procesy próchnienia i złamania nasilające się w starszym wieku. Z tego powodu jako optymalny wiek użytkowania drewna przyjmuje się 25–35 lat dla topól oraz 40–70 lat dla pozostałych gatunków drzew liściastych. Decyzję o pozyskaniu drewna podejmujemy na podstawie aktualnych cen rynkowych różnych rodzajów drewna. Część surowca może zostać pozyskana w okresie obniżonej płynności finansowej gospodarstwa rolnego.

5.2. Prowadzenie sadów według zasad agroleśnictwa: uprawa międzyplonów

5.2.1. Wstęp

Prowadzenie sadu zgodnie z koncepcją agroleśnictwa nie wymaga odmiennego podejścia w porównaniu z sadem zwykłym, z wyjątkiem gospodarowania glebą między i pod drzewami. **W systemach sadowniczych, obszar między i pod drzewami jest niedocenioną i niewykorzystaną przestrzenią.** Gdy jest źle użytkowany, może powodować problemy ze zwalczaniem chwastów. W systemach rolno-leśnych przestrzeń ta może być wykorzystana produktywnie poprzez sadzenie roślin, które są przystosowane do wzrostu w mniej korzystnych warunkach, np. cieniu lub półcieniu. Ponadto, przy odpowiednim zagospodarowaniu, uprawa współrzędna może być zasobem dla bioróżnorodności, zapewniając siedlisko pożytecznym owadom i źródło pożywienia dla owadów zapylających uprawę. Międzyrzędzia mogą być wykorzystane do uprawy roślin okrywowych, które dostarczają składników odżywczych oraz zmniejszają ryzyko jałowienia gleby lub jej erozji.

Rozdział ten koncentruje się na wykorzystaniu wieloletnich lub jednorocznych zielnych roślin okrywowych, zakładanych w rzędach drzew lub w międzyrzędziach sadów, stosowanych jako elementy systemu produkcyjnego zgodnego z praktykami agroekologicznymi. Praktyka ta może zapewnić kilka uzupełniających się usług: zastąpienie

standardowych praktyk odchwaszczania, wewnętrzne źródło zaopatrzenia w azot lub dodatkowy dochód dla rolnika. Poza tymi trzema głównymi celami uprawa współrzędna może łączyć w sobie wzrost żyzności gleby i poprawę różnorodności biologicznej, co prowadzi do zmniejszenia ryzyka inwazji szkodników i chorób przenoszonych przez glebę podczas ponownego sadzenia intensywnych sadów. Jednakże, o ile systemy rolnicze wykorzystujące praktyki agroekologiczne, które naśladują naturę, mogą zwiększyć bioróżnorodność w gospodarstwie i świadczyć usługi ekosystemowe, to takie systemy często prowadzą do nowych wyzwań: ograniczeń w zakresie skutecznego zwalczania chwastów, zwiększonego zużycia wody w zarządzaniu żywą ściółką (rośliną okrywową) czy potencjalnego nasilenia konkurencji między roślinami głównymi i okrywowymi. Wybór gatunków roślin okrywowych jest zatem decydujący, a stosunek korzyści do ryzyka ich stosowania musi zostać również oceniony pod względem ekonomicznym.

Dywersyfikacja jest uznawana za czynnik promujący odporność systemu produkcji, niemniej jednak ogólny wzrost bioróżnorodności nie jest sam w sobie gwarancją poprawy ekonomicznej stabilności sadu. Dlatego kolejnym wyzwaniem dla rolników powinno być przejście od celu „większej różnorodności biologicznej” do celu „lepszej różnorodności biologicznej”, co pozwala na zrównoważone dostarczenie konkretnych usług ekosystemu. Bezkrityczny wzrost bioróżnorodności w pokrywie roślinnej, jak również w glebie, spowodowany włączeniem naturalnie wyselekcjonowanych gatunków, mógłby wywołać konkurencję i zachwianie równowagi w sadzie, co jest trudne do tolerowania w układzie produkcyjnym. Wyzwanie polega na określeniu kombinacji gatunków, które są w stanie zapewnić usługi dla systemu i utrzymać konkurencję na poziomie nieszkodliwym.

5.2.2. Żywe ściółki w rzędach drzew dla wielu korzyści

Strategią zagospodarowania przestrzeni między drzewami owocowymi, która również zwiększa bioróżnorodność sadów, jest trwałe pokrycie żywą ściółką. Przy wyborze określonego gatunku do żywej ściółki należy wziąć pod uwagę następujące kryteria:

- Gatunek jest **dostosowany do lokalnych warunków środowiskowych** i tworzy stabilną pokrywę roślinną (co wpływa na jej jakość w momencie założenia i trwałość);
- Gatunek jest **zdolny do konkurowania z chwastami**, tj. szybkiego i gęstego pokrycia, w miarę możliwości prezentuje właściwości allelopatyczne, ale o małej konkurencji z uprawą główną (drzewa owocowe), to jest gatunki produkujące mało biomasy, ale wystarczająco konkurencyjne dla chwastów, o małej lub średniej wysokości, o głębokości ukorzenia do 20–25 cm, a nawet rośliny płożące się;
- Gatunek **powinien dostarczać pewnych usług agroekologicznych** (np. poprawa jakości gleby, właściwości fitosanitarne, regulacja liczebności szkodników, dostarczanie azotu, zapylanie);
- Gatunek **zapewnia dodatkowe źródło dochodu** (np. zioła, warzywa, owoce jagodowe).

W doświadczeniach Instytutu Ogrodnictwa żywe ściółki były sadzone w rzędach drzew, aby zapewnić trwałą alternatywę dla praktyki pielienia rzędów w uprawie (fot. 28). Gatunki zostały wybrane ze względu na ich możliwą zdolność do szybkiego pokrycia gleby (na podstawie obserwacji lokalnych lub literatury) i uniknięcia rozwoju najbardziej niepożądanych chwastów spontanicznych. Oprócz tego celu rozważono możliwość posiadania upraw zapewniających ograniczenie wydatków na środki produkcji: nisko rosnące rośliny strączkowe dostarczające azot przy minimalnej konkurencji z główną uprawą, gatunki atrakcyjne dla zapylaczy, gatunki z potencjałem sanityzacji gleby (działanie nicieniobójcze, fitoremediacyjne).

A



B



C





Fot. 28.

Poziomka (*Fragaria spp.*) jako „żywa ściółka” w winnicy we włoskim rejonie Cole Stefano (A) oraz rośliny zielarskie: przywrotnik (*Alchemilla vulgaris*) (B), mięta (*Mentha piperita*) (C) i dynia (*Cucurbita pepo*) (D) w sadzie Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach. (Fot. E. Malusa, M. Tartanus)

Rozważając potencjalne uprawy zwiększające dochód rolnika, rośliny zielarskie okazały się interesującym celem. Rzeczywiście w kilku krajach europejskich dostrzeżono duże zainteresowanie i możliwości rynkowe dla ekologicznych roślin, a rozmowy z ich producentami wykazały, że możliwość uprawy roślin w zacienionym środowisku, jakim jest rząd drzew owocowych, stanowi wartość dodaną dla rynku, ponieważ zwiększa jakość produktu. Ponadto aromatyczne zioła często zawierają związki allelopatyczne, które biorą udział w regulacji chwastów (i mogą również dostarczać olejków eterycznych lub fitoherbicydów), a działając jako atraktanty lub repelenty, mogą one również brać udział w zwalczaniu szkodników.

Łącznie testowano 12 gatunków w kilku sadach jabłoniowych regionu skierniewickiego, na stanowiskach doświadczalnych lub w sadach towarowych: 7 roślin zielarskich (*Betonica officinalis*, *Mentha piperita*, *Veronica officinalis*, *Satureja hortensis*, *Viola odorata*, *Pulmonaria officinalis*, *Alchemilla vulgaris*), trzy gatunki do ewentualnego wykorzystania na rynku spożywczego (*Hierochloë australis*, *Cucurbita pepo*, *Fragaria vesca*), *Tagetes* sp. ze względu na potencjał w zwalczaniu nicieni oraz *Tropaeolum majus* jako interesujący gatunek żywicielski dla zapylaczy. We wszystkich prowadzonych doświadczeniach rośliny te sadzono ręcznie i przy użyciu sadzonek zielnych (co wiąże się ze znacznie wyższym kosztem).

Na podstawie uzyskanych wyników można sformułować pewne wnioski, które zostały zestawione w tabeli 6. Dodatkowo należy podkreślić, że w przypadku zwalczania chwastów, istotne zmniejszenie pokrycia nimi gleby zaobserwowano w przypadku mięty pieprzowej i przywrotnika pospolitego. Zwalczaniu chwastów towarzyszył jednak wzrost bioróżnorodności roślin (+29% liczby gatunków chwastów), wzrost pokrycia gleby (+33%) oraz wzrost suchej biomasy (+42,5%) w porównaniu z koszoną naturalną pokrywą glebową. Zaobserwowano pewien wpływ gatunków żywej ściółki na szkodniki naziemne i drapieżniki. Na przykład na drzewach odmiany Gala, pod którymi uprawiano dynię, stwierdzono mniejszą liczbę pędów zasiedlonych przez trzy gatunki mszyc, ale nie na drzewach odmiany *Golden Delicious*. Równolegle na liściach jabłoni obserwowano odmienny trend liczebności drapieżnych roztoczy w zależności od gatunku żywej ściółki, ale także od roku. Na przykład, dwukrotny wzrost liczebności drapieżnych roztoczy na liściach jabłoni stwierdzono przy uprawie nasturcji i mięty w jednym sezonie, ale w kolejnym najwięcej było ich w rzędach z poziomką i nasturcją, a najmniej z miętą. Zaobserwowano pozytywny trend w zbiorowiskach nicieni: na ich skład miały wpływ różne rodzaje żywych ściółek, a prawie każdy badany gatunek rośliny poprawiał bioróżnorodność zbiorowiska nicieni glebowych.

Tabela 6. Praktyczne informacje na temat gatunków na żywą ściółkę, uprawianych w rzędach drzew, które przyniosły pozytywne rezultaty

Gatunek	Korzyści	Pokrycie gleby	Zalecenia dotyczące wdrażania i utrzymania
Przywrotnik pospolity (<i>Alchemilla vulgaris</i>)	roślina zielarska	+++	W pierwszym roku nie jest w stanie w pełni pokryć powierzchni gleby pod drzewem, dlatego należy przewidzieć ręczne odchwaszczanie lub większą gęstość sadzenia. Począwszy od drugiego roku, pokrycie gleby jest wystarczające, aby konkurować z chwastami a rośliny wytwarzają kwiaty i liście, które można zbierać.
Poziomka (<i>Fragaria vesca</i>)	gatunek lokalny, roślina spożywcza	+(++)	Sadzenie z lokalnie dostępnych ekotypów/odmian działa bardzo dobrze, ale także komercyjne rośliny/ odmiany dobrze się przyjmują (6–8 roślin na drzewo). Ma niską konkurencyjność w stosunku do chwastów (głównie w pierwszym roku), dlatego w pierwszym roku konieczne jest odchwaszczanie. Jednak już od drugiego roku dobrze pokrywa glebę i silnie ogranicza chwasty. Preferuje gleby przewiewne i kwaśne, nie nadaje się na tereny z dużymi okresami suszy.
Mięta pieprzowa (<i>Mentha x piperita</i>)	roślina zielarska	+++	Dobre pokrycie i zwalczanie chwastów od drugiego roku. Wysoka produkcja biomasy; późnym latem i jesienią może być konieczna kontrola wysokości przez koszenie. Może mieć pozytywny wpływ na faunę pożyteczną (wzrost liczebności drapieżnych roztoczy).
Aksamitka (<i>Tagetes sp.</i>)	zwalczanie szkodników	++	Rośnie z pewnymi trudnościami z powodu konkurencyjnych chwastów, dlatego wymaga dużej gęstości sadzenia. Działa odstraszająco na pasożytnicze nicienie.
Koniczyna biała (<i>Trifolium repens</i>)	źródło azotu	++	Wymaga dobrej wilgotności gleby, zwłaszcza po siewie, w celu zapewnienia wystarczającej ilości wilgoci do kiełkowania nasion i ułatwienia rozwoju młodym roślinom. Problemem mogą być ślimaki, które żywią się koniczyną. Koniczyna biała nie jest wystarczająco konkurencyjna w fazie wzrostu, gdy jest wysiewana samodzielnie. Należy ją wysiewać z rośliną okrywową, aby uniknąć pojawienia się chwastów. Gatunek ten poprawia strukturę gleby. Dobrą alternatywą jest mikrokoniczyna. Mikrokoniczyna jest odmianą białej koniczyny drobnolistnej, która wytwarza bardzo małe liście i tworzy na glebie dywanowe pokrycie, co zdecydowanie ogranicza występowanie chwastów.
Dynia (<i>Cucurbita pepo</i>)	roślina spożywcza, posiada właściwości fitoremediacyjne	+	Dobrze przykrywa glebę, jeśli jest sadzona wcześniej w sezonie. Jako roślina jednoroczna wymaga corocznej uprawy. Dobrze nadaje się do stosowania w fitoremediacji pozostałości pestycydów organicznych (np. DDT).
Nasturcja większa (<i>Tropaeolum majus</i>)	zapylenie, zwalczanie szkodników	+	Dobra konkurencyjność w stosunku do chwastów od drugiego roku. Może mieć pozytywny wpływ na faunę pożyteczną (wzrost liczebności drapieżnych roztoczy). Kwiaty są jadalne. W kolejnych latach może być samosiewna.

Źródło: opracowanie własne

Przeprowadzono również doświadczenia w gospodarstwie, stosując niektóre z gatunków wybranych do uprawy rzędowej oraz niektóre mieszanki z roślinami bobowatymi w międzyrzędziach. Próby te zakończyły się sukcesem tylko w przypadku zastosowania mięty w rzędach w połączeniu z mikrokoniczyną (odmiana koniczyny białej drobnolistnej) w międzyrzędziach. Ocena testów przez rolników była pozytywna, ponieważ zastosowanie mikrokoniczyny drastycznie

zmniejszyło wzrost chwastów, a wzrost mięty nie konkurował z drzewami ani nie przeszkadzał w powszechnych praktykach rolniczych.

5.2.3. Uprawa międzyplonów w sadach

Celem tej metody jest **zastosowanie międzyplonów z roślin strączkowych**, które oprócz zwiększenia bioróżnorodności sadu funkcjonują jako wewnętrzne źródło azotu oraz jako technika zwiększająca żyzność gleby. Spośród kilkunastu różnych gatunków i sposobów ich prowadzenia, w tabeli 7 przedstawiono te, które można zaproponować do praktycznego zastosowania.

Tabela 7. Ocena roślin strączkowych w międzyrzędziach i w rzędzie drzew	
Gatunek	Informacje
Koniczyna biała (<i>Trifolium repens</i>)	Ilość materiału siewnego: 2 g/m ² Zakładanie: Wymaga nawadniania i pełnego światła w fazie kiełkowania. Powolny rozwój początkowy, ale jest odporna na spulchnianie gleby przez maszyny. Najlepszą techniką jest wysiewanie jej z innymi roślinami okrywowymi (np. kostrzewą owczą – <i>Festuca ovina</i>), aby uniknąć konkurencji ze strony chwastów w fazie początkowej. Mikrokoniczyna: odmiana koniczyny białej drobnolistnej o bardzo małych liściach, o mniejszej biomase niż zwykła koniczyna biała, ale również stanowiąca mniejszą konkurencję o wodę i składniki odżywcze, ze względu na jej niewielkie rozmiary. Składniki odżywcze w biomase (przy trzech pokosach od maja do lipca): 63 kg N, 11 kg P i 83 kg K na hektar sadu dla koniczyny białej oraz 54 N, 9 kg P i 73 kg K na hektar sadu w przypadku mikrokoniczyny.
Mieszanka "MULTIFLORE LD" (<i>Mikrokoniczyna biała + Medicago lupulina + Lotus corniculatus + Trifolium incarnatum</i>)	Ilość materiału siewnego: 2 g/m ² Dostarczone 5 kg N/ha Skład mieszanki ewoluuje po 2 latach do prawie monogatunkowego z mikrokoniczyną.
Mieszanka z kostrzewą owczą (<i>Festuca ovina</i>) i koniczyną białą (<i>Trifolium repens</i>)	Jest to dobre rozwiązanie dla sadu. Najpierw rozwija się trawa, a później rośliny strączkowe, jak to zwykle bywa na łąkach. Koszenie w połowie czerwca może zapewnić organiczną ściółkę i trochę składników odżywczych dla drzew.

Źródło: opracowanie własne

Koniczyna kaukaska (*Trifolium ambiguum*) i rutwica wschodnia (*Galega orientalis*) okazały się bardzo wrażliwe na okresy suszy i nie rozwijały się prawidłowo w sadzie, nawet gdy wysiewano je w mieszankach z kostrzewą owczą (*Festuca ovina*).

5.2.4. Praktyczne porady dla rolników i sadowników

- **Przetestować *in situ***, czyli w miejscu docelowym (tj. w sadzie) przydatność wybranych gatunków, najpierw na małych powierzchniach.
- **Żywe ściółki** obecne w rzędach drzew mogą później z powodzeniem posłużyć jako **źródło sadzonek** dla dodatkowych obszarów sadu.
- **Zastosowanie uzupełniających metod zwalczania chwastów** podczas fazy zakładania żywych ściółek może w znacznym stopniu pomóc im w konkurowaniu z chwastami, a tym samym w wytworzeniu wystarczającej biomasy. Takie środki zwalczania chwastów mogą polegać na ręcznym odchwaszczaniu lub zastosowaniu noży przechwytyjących do podcinania korzenia palowego chwastów.

- **Gatunki lokalne (np. ekotypy)** zapewniają znaczącą przewagę w zakresie adaptacji roślin, odporności i pokrycia gleby. Niemniej jednak, w przypadku roślin kupowanych w szkółkach, naturalne występowanie tego gatunku w danym regionie nie jest wystarczającym warunkiem, aby zadowolająco zadomowił się on w określonym środowisku (warunki pedoklimatyczne), a tym bardziej w obrębie szpaleru drzew w sadach.
- Szczególną **ostrożność należy zachować w miejscach o dużej presji gryzoni**, gdyż żywe ściółki mogą służyć jako kryjówki.
- Okrywa gleby może stwarzać pewne **ograniczenia w stosowaniu nawozów dla drzew**. Jednakże staranne zarządzanie żywą ściółką pozwala na zastosowanie nawozów organicznych. Ponadto **przy nawożeniu należy wziąć pod uwagę zapotrzebowanie żywej ściółki na składniki odżywcze**.
- Przy zakładaniu żywej ściółki **niezbędne są początkowe nakłady finansowe i pracy** – koszty nasion/roślin, selektywne (ręczne) odchwaszczanie itp.
- **Efektywność gatunków roślin strączkowych** stosowanych w międzyrzędziach i rzędach w celu dostarczenia zielonego nawozu jest silnie związana z odpowiednim wysiewem i prawidłowym kiełkowaniem nasion. **Kluczowe czynniki to: a) prawidłowy termin siewu, b) dostosowany siewnik, c) minimalizacja naruszenia gleby po siewie do czasu pełnego zakorzenienia się rośliny okrywowej, d) wystarczająca ilość wody i światła do kiełkowania nasion, e) wysiewanie gatunków strączkowych z dużą gęstością nasion lub jako mieszanki z szybko rosnącymi roślinami okrywowymi w celu uniknięcia inwazji chwastów.**
- **W międzyrzędziach uprawa wieloletnich roślin strączkowych** jest lepszym rozwiązaniem niż uprawa jednoroczna. **Zmniejsza to nakład pracy i ryzyko wystąpienia problemów z założeniem uprawy**. Alternatywnie, rośliny strączkowe mogą być wysiewane w rzędzie drzew, co minimalizuje uszkodzenia (np. zgniatanie roślin) powodowane przez maszyny sadownicze.
- Po wyprodukowaniu wystarczającej ilości biomasy, **rośliny strączkowe muszą zostać wprowadzone do gleby najpóźniej w lipcu** (w zależności od miejsca), w przeciwnym razie azot zostanie zmineralizowany zbyt późno, aby zaspokoić potrzeby drzew.

5.3. System leśno-pastwiskowy (sylwopastoralizm)

Sylwopastoralizm w swym założeniu jest systemem znacznie bardziej złożonym od typowego systemu pastwiskowego. Oprócz wiedzy na temat roślinności runi pastwiskowej **wymaga od rolnika podstawowej wiedzy o drzewach i krzewach** oraz **zależnościach** zachodzących **na linii zwierzęta–drzewa**. Niemniej jednak korzyści wynikające z zastosowania tego systemu są na tyle duże i wszechstronne, iż powinien on na trwałe wejść do praktyki rolniczej gospodarstw zajmujących się chowem i hodowlą zwierząt.

5.3.1. Wybrane przykłady systemów leśno-pastwiskowych

System leśno-pastwiskowy jest to system użytkowania pastwisk, w którym na gruncie oprócz roślinności pastwiskowej znajdują się także drzewa i/lub krzewy. O ile w systemie tym cel pastwiskowy jest jasny i wyraźny, o tyle cel wprowadzania drzew może być różny. Stąd też, w zależności od przeznaczenia możemy wyróżnić szereg modeli sylwopastoralnego zagospodarowania pastwiska, tj.:

- **plantacyjna uprawa drzew szybko rosnących w rozluźnionej więźbie;**
- **uprawa cennych gatunków drzew z przeznaczeniem na drewno tartaczne, okleinowe i łuszczarskie;**
- **wypas w sadach tradycyjnych (dodatkowa produkcja owoców konsumpcyjnych i do przerobu);**
- **uprawa szybko rosnących gatunków drzew i krzewów z przeznaczeniem na biomasę;**

- uprawa gatunków drzew i/lub krzewów z przeznaczeniem na paszę;
- uprawa gatunków drzew i/lub krzewów w celu poprawy dobrostanu zwierząt czy stworzenia infrastruktury pastwiskowej (np. żywe słupki ogrodzeniowe).

5.3.2. Specyfika systemu leśno-pastwiskowego (sylwopastoralnego)

W systemach sylwopastoralnych możemy utrzymywać praktycznie **wszystkie gatunki zwierząt**. Najczęściej systemy te **wykluczają przemysłowy chów zwierząt**, nie dotyczą jednak wyłącznie gospodarstw ekologicznych. Do systemów leśno-pastwiskowych **zaliczamy wypas bydła, owiec, kóz, koni i trzody chlewniej na zadrzewionych pastwiskach**. Zaliczamy tu także **utrzymanie drobiu w zadrzewieniach i sadach**. Cele jakie chcemy osiągnąć może być różne, determinują one dobór gatunków i więźbę sadzenia.

O ile obecność drzew na pastwisku, niezależnie na który z wyżej wymienionych modeli się zdecydujemy, może wpływać na zwierzęta wyłącznie pozytywnie (ograniczenie stresu cieplnego, osłona przed wiatrem, dodatkowe źródło paszy czy suplementacji diety), o tyle w drugą stronę relacja ta nie jest tak jednoznaczna. **Zwierzęta oddziałują na drzewa poprzez:**

- **pysk** – zgryzanie liści, młodych pędów i kory (w szczególności konie i kozy) (fot. 29);
- **racice** – wydeptywanie i odsłanianie korzeni, tratowanie siewek i młodych sadzonek;
- **ciało** – w trakcie czochrania się, niszczenie kory, wyłamywanie dolnych gałęzi a nawet wyłamywanie całych drzewek,



Fot. 29.

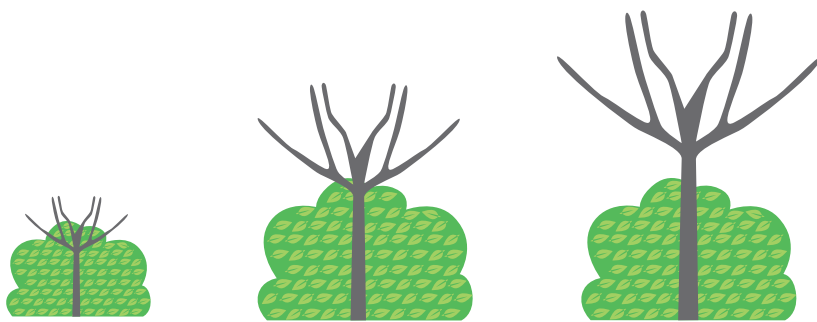
Konie (podobnie jak kozy), w szczególności w okresie wiosennym, mogą powodować znaczne szkody nawet w starszych nasadzeniach. Problem ten dotyczy wszystkich gatunków, a nie tylko tych z miękką, dobrze łupliwą korą. Na zdjęciu wierzba krucha (*Salix fragilis* L.). (Fot. M. Wójcik)

Fakt ten powoduje **konieczność ochrony młodych nasadzeń przed zniszczeniami**, podobnie jak ma to miejsce w przypadku ochrony **przed zwierzętami dzikimi**. Pewną trudność może stanowić fakt potrzeby zastosowania solidniejszych zabezpieczeń w przypadku wypasu bydła i kóz. **Oprócz stosowania różnego rodzaju ogrodzeń** zabezpieczających drzewa jednostkowo lub grupowo możemy przedsięwziąć takie kroki, jak:

- **skrócenie czasu, przez jaki zwierzęta wywierają wpływ na drzewa** – zastosowanie częstej rotacji pomiędzy kwaterami;
- **rozproszenie presji wywieranej przez zwierzęta na drzewa i krzewy** – wprowadzenie większej ilości roślinności drzewiastej spowoduje zwiększenie ilości cienia, w którym zwierzęta się chowają w upały oraz ograniczenie zjawiska niszczenia kory w wyniku czochrania się oraz wydeptywania korzeni;
- **wprowadzanie drzew w luźnym zwarciu równomiernie rozmieszczonych na całej powierzchni;**
- **wprowadzanie pod pojedynczymi drzewami osłon, stref buforowych, w postaci ciernistych krzewów lub wprost sadzenie drzew w osłonie krzewów (rys. 9 i 10).**

Liczba drzew zazwyczaj waha się w przedziale od 60 (80) do 250 szt./ha. Może ona być okresowo wyższa – w szczególności w początkowej fazie, gdy mamy do czynienia z niewielkimi sadzonkami. W później-

szym okresie, zalecana obsada drzew zależy od dostępności światła dla roślinności zielnej, **nadmierne zacienienie powoduje konieczność wycięcia części drzew**. Ilość minimalną drzew możemy określić na taką, która wpłynie korzystnie na mikroklimat pastwiska oraz jego skład gatunkowy (zwykle ok. 60 szt./ha).



Rys. 9.
Schemat wzrostu drzew w osłonie z krzewów w kolejnych latach.
Źródło: opracowanie własne)



Rys. 10.
Schemat sadzenia drzew na pastwisku w krzewach osłonowych.
(Źródło: opracowanie własne)

Układ drzew zdeterminowany jest głównie celem, dla którego wprowadzamy drzewa w przestrzeń pastwiska. Może przyjmować formę regularną (często liniową) lub spontaniczną. Układ regularny pozwala na łatwiejsze wykonanie maszynami zabiegów na pastwiskach (włókowanie, wykaszanie niedojadów i in.), w systemie nieregularnym (spontanicznym) działania te są bardziej pracochłonne.

Szczególnie narażone na **wydeptywanie korzeni** są drzewa w sąsiedztwie wąskich ścieżek przepędowych. Stąd też powinniśmy w takich miejscach **dodatkowo stosować osłonę z krzewów, która umożliwi odsunięcie ścieżek od głównych nasadzeń produkcyjnych**. Zjawisko „wąskich gardeł” przepędowych powinno być uwzględnione i w miarę możliwości wyeliminowane w procesie planowania kwater pastwiskowych. Miejsca takie powstają często przy wodopojach. Wydeptywanie gleby często następuje także przy rowach i ciekach wodnych, powodując dodatkowo obsuwanie się skarp. Możemy się przed tym zabezpieczyć poprzez **sadzenie żywoplotów wzdłuż** takich linii, stosując np. żywoploty głogowe.

5.3.3. Specyfika prowadzenia i pielęgnacji systemu sylwopastoralnego

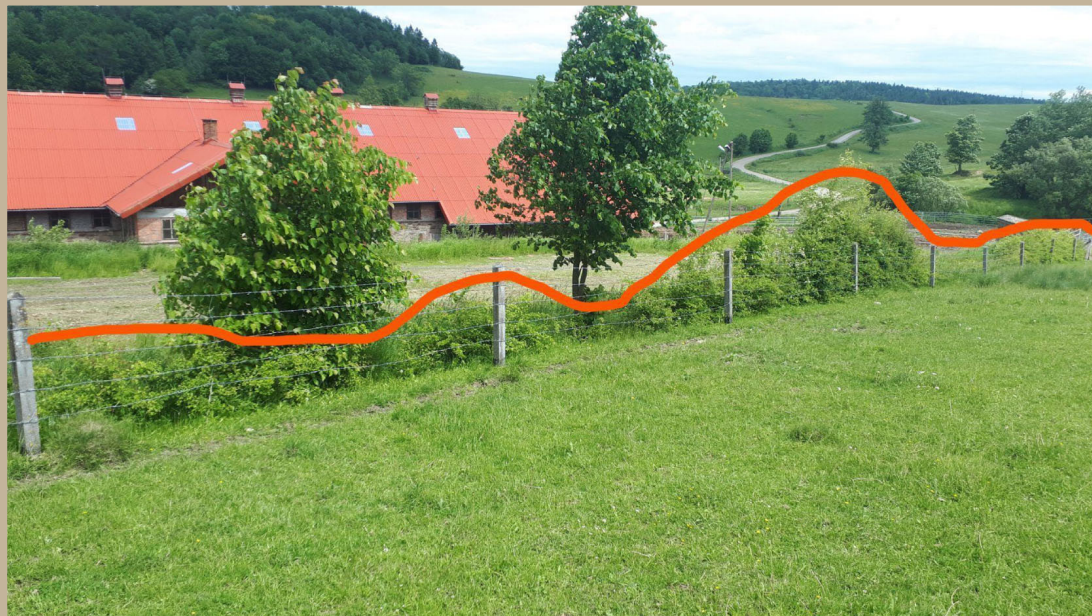
Przy prowadzeniu zadrzewień w leśno-pastwiskowym systemie, w początkowym okresie wzrostu trzeba koniecznie zwrócić uwagę na zabezpieczenie sadzonek przed zniszczeniem przez zwierzęta (fot. 30). **W przypadku gatunków drzewiastych, im szybciej wyprowadzimy pędy główne spoza zasięgu pyska, tym krócej będziemy ponosili nakłady na zabezpieczanie nasadzeń**. Skrócenie tego czasu ma szczególnie duże znaczenie w przypadku, w którym w początkowym okresie decydujemy się na wyłączenie danej powierzchni z użytkowania pastwiskowego, w celu uniknięcia szkód od zwierząt.

Zabieg podkrzesywania prowadzimy, aby uniknąć uszkodzeń gałęzi w dolnych częściach pnia, zwiększyć ilość światła w strefie runi oraz poprawić jakość później pozyskiwanego drewna. Gałęzie podkrzesujemy stopniowo,

zazwyczaj na wysokości 4–6 (rzadziej 8–10) metrów. Zabieg ten spełnia dodatkowo jeszcze jedną ważną funkcję – **ogranicza liczbę szkód powodowanych przez wydeptywanie korzeni drzew przez zwierzęta**. Dzieje się to za sprawą „odsunięcia” od szyi korzeniowej cienia rzucanego przez koronę drzewa, a wraz z nim zwierząt chroniących się przed słońcem w dni upalne. Dodatkowo przemieszczający się cień słońca zmusza zwierzęta do częstszego zmieniania miejsca swojego pobytu, a tym samym do bardziej równomiernego rozmieszczenia odchodów w strefie odpoczynku (fot. 31).



W przypadku nasadzeń zlokalizowanych wzdłuż ogrodzeń pastwisk, **należy zachować odpowiednią odległość drzew od ogrodzenia zabezpieczającą przed zgryzieniem sadzonek przez zwierzęta** (fot. 32). Dotyczy to obszaru zarówno pod ogrodzeniem, jak i nad ogrodzeniem.



Fot. 32.

Nierównomierny wzrost żywopłotu głogowego zasadzonego zbyt blisko ogrodzenia z drutu kolczastego. Wyraźnie wyższe rozmiary sadzonek w miejscach niedostępnych dla zwierząt (przy słupkach gdzie drut jest lepiej umocowany). (Fot. M. Wójcik)

5.3.4. Plantacyjna uprawa drzew szybko rosnących w rozluźnionej więźbie

W praktyce w **sylwopastoralnym układzie** możemy mówić o wykorzystaniu plantacji w średnim (15–20 lat) i pełnym (25–60 lat) cyklu produkcyjnym. Istotnym **elementem odróżniającym tę praktykę** od tradycyjnej uprawy plantacyjnej drzew szybko rosnących **jest rozluźniona więźba**. Gatunkami szczególnie predysponowanymi do takiej produkcji są: **topole, wierzby (biała i krucha), modrzew europejski, olcha czarna, sosna pospolita, brzoza brodawkowata, świerk pospolity, czereśnia ptasia i robinia akacjowa**.

Drzewa wprowadzane na terenach rolniczych charakteryzują się zazwyczaj większymi przyrostami niż ma to miejsce na terenach leśnych. Związane jest to z wyższą żyznością gleb (nawożenie) oraz ze zwiększonym dostępem światła. Stąd też surowiec pozyskany z takich obszarów będzie się charakteryzował drewnem szerokostoiowym. W drewnie iglastym w takich warunkach zostaje obniżona jego wartość techniczna, co może przyczynić się do ograniczenia możliwości jego zastosowań. Szerokostoiowe drewno pierścieniowe z drzew liściastych wykazuje wyższą twardość i pod względem technologicznym wykazuje lepsze właściwości. W uprawie plantacyjnej nastawiamy się głównie na pozyskanie drewna dla przemysłu papierniczego i płytowego w cyklu średnim. W pełnym cyklu możemy spodziewać się pozyskania drewna także dla przemysłu tartaczno-meblarskiego.

Taka metoda produkcji powoduje pewne komplikacje wiążące się ze słabszym oczyszczaniem się pni drzew z gałęzi bocznych. Związane jest to z większą dostępnością światła. Stąd też, w celu uzyskania cenniejszych sortymentów niezbędne jest wykonywanie podkrzesywania drzew.

5.3.5. Uprawa cennych gatunków drzew z przeznaczeniem na drewno tartaczne, okleinowe i tuszczarskie

W praktyce najczęściej możemy się spotkać z **uprawą czereśni ptasiej (trześni) (*Prunus avium* L.)**. Trześnia charakteryzuje się intensywnym wzrostem w ciągu pierwszych 40 lat. Po 60 roku życia wzrost niemal ustaje

i w praktyce plantacyjnej nie stosuje się dłuższego okresu jej użytkowania. W warunkach pełnego nasłonecznienia wytwarza koronę stosunkowo szeroką.

Plantacje złożone z trześni są popularne we Włoszech, z przeznaczeniem na produkcję drewna dla przemysłu meblarskiego. Badania nad doborem odpowiedniego klonu prowadzone są tam już od roku 1985. Duże znaczenie przywiązywane jest do tempa i równomierności przyrostów, kąta wyrastania gałęzi oraz ich liczby w okółku. Na potrzeby agroleśnictwa w warunkach polskich większe znaczenie wydaje się mieć dobrej jakości lokalny materiał sadzeniowy pochodzący ze szkółek leśnych.

W warunkach sylwopastoralnego sposobu użytkowania odległość sadzonek w rzędach nie powinna być mniejsza niż 6 m. Rozstaw rzędów dopasowujemy do posiadanych maszyn i założeń projektowych, jednak nie gęściej niż co 12–14 m. Często stosowaną praktyką jest **wprowadzanie gatunków pielęgnujących, takich jak olsza czarna, leszczyna czy bez czarny**. Mają one głównie za zadanie kształtowanie właściwego pokroju drzew. Trześnie wymagają podkrzesywania, jeżeli mamy na celu uzyskanie dobrej jakości materiału tartacznego. Na plantacjach gospodarczych zabieg ten przeprowadzany jest zazwyczaj w dwóch nawrotach. Oprócz powyższych, gatunek ma duże znaczenie biocenotyczne. Dotyczy to zarówno dostarczania pożytku owadom miododajnym, jak i ptakom.

5.3.6. Wypas w sadach tradycyjnych

Temat sadów został szeroko poruszony w poprzednim rozdziale. W kontekście sylwopastoralizmu należy zwrócić uwagę, że powinno się stosować odmiany wysokopienne, z koroną zawieszoną wysoko, poza zasięgiem pysków zwierząt (2–2,5 m). Najczęściej są to stare odmiany jabłoni i gruszy rozmieszczone w więźbie 10x10 do 12x12 m (fot. 33). Należy pamiętać, aby nie wypasać bydła w okresie dojrzewania owoców, gdyż mogą one doprowadzić do śmierci zwierząt przez zadławienie. W początkowym okresie w ochronie nasadzeń dobrze sprawdzają się ogrodzenia typu „pastuch elektryczny”.

5.3.7. Uprawa szybko rosnących gatunków drzew i krzewów z przeznaczeniem na biomasę

Od typowej uprawy na biomasę uprawa szybko rosnących gatunków drzew i krzewów różni się znacznym rozluźnieniem rzędów. Uprawy takie **można połączyć z uprawą krzewów z przeznaczeniem na paszę**, w szczególności wierzb energetycznych, jednak należy się liczyć ze spadkiem ilości pozyskanej biomasy.

Dodatkowym utrudnieniem jest **konieczność ochrony odrostów powstających po zabiegu pozyskania biomasy w przypadku ścinania ich przy ziemi**. Najczęściej wiąże się to z koniecznością stosowania ogrodzeń elektrycznych lub ze zmianą formy użytkowania danej kwatery z pastwiskowej na kośną, na okres 2–3 lat.

Pewnym rozwiązaniem jest pozyskiwanie biomasy w procesie ogławiania drzew na wysokości około 2 m i wykorzystania do produkcji odrostów powstających na tej wysokości (fot. 34). Praktyka ta utrudnia możliwość zmechanizowania pozyskania plonu biomasy. Jednakże w przypadku wypasu kóz może stanowić cenne źródło dodatkowej paszy – biomasę ściętą pozostawiamy zwierzętom do ogryzienia z liści i kory przed uprzątnięciem.



Fot. 33.

Wypas bydła w sadzie tradycyjnym z drzewami o koronach wysoko zawieszonych.
(Fot. A. Majerski)



Fot. 34.

Wierzba biała jako element wygradzenia pastwiska z przeznaczeniem na biomasę z równoczesną możliwością wzbogacenia bazy paszowej dla zwierząt poprzez systematyczne pozyskiwanie i pozostawianie ściętej biomasy do dyspozycji zwierząt. (Fot. M. Wójcik)

5.3.8. Uprawa gatunków drzew i/lub krzewów z przeznaczeniem na paszę

Najczęściej, myśląc o paszy z drzew – liściarce, mamy na myśli kozy. Nie jest jednak prawdą, że w hodowli owiec, czy bydła pasza z drzew nie ma znaczenia. Liściarka w dawce żywieniowej dla kóz może stanowić nawet do 60%, u owiec do 40% zaś dla bydła 10–20%. Kwestia obecności liściarki w jadłospisie zwierząt ma duże znaczenie w kontekście suplementacji diety zarówno w mikro-, jak i makroskładników (tab. 8 i 9). Niejednokrotnie pasza ta wykazuje także właściwości lecznicze. Przykładowo liściarka wierzbowa jest bogata w salicylany, które stanowią naturalny środek przeciwpasożytniczy. Warty podkreślenia jest fakt, iż zwierzęta mające dostęp do paszy z drzew i krzewów chętnie z niej korzystają.

Tabela 8. Zawartość substancji pokarmowych w liściarce może przekraczać ich ilość w żywicy trwałej czy w lucernie, przy równie wysokiej lub nawet wyższej ilości przyswajalnej suchej masy (Emile i in. 2016²).

Gatunek	Sucha masa (g/kg)	Popiół (g/kg SM)	Białko surowe (g/kg SM)	Błonnik (g/kg SM)	Przyswajalna sucha masa (% SM)	Przyswajalny azot (%)
Olsza czarna	373	56	197	296	51	31
Olsza sercowata	369	59	170	358	52	32
Jesion wyniosły	376	85	145	279	64	50
Wiąz pospolity	421	144	145	414	48	27
Leszczyna pospolita	420	60	144	324	44	10
Lipa szerokolistna	365	103	211	292	50	37
Robinia akacyjowa	398	64	204	278	38	18
Klon polny	515	68	134	286	47	30
Morwa biała	369	119	240	174	70	62
Życica trwała	368	94	161	475	57	60
Lucerna	284	93	159	465	58	68

Źródło: opracowanie własne

Tabela 9. Zawartość wapnia i potasu w liściach drzew (Luske i in. 2016³).

Gatunek	Ca (g/kg)	K (g/kg)
Olsza czarna	373	56
Leszczyna pospolita	369	59
Buk zwyczajny	376	85
Jesion wyniosły	421	144
Wierzba spp.	420	60
Lipa szerokolistna	365	103
Kostrzewa łąkowa	398	64

Źródło: opracowanie własne

²Emile J.C., Delagarde R., Barre P., Novak S. 2016. *Nutritive value and degradability of leaves from temperate woody resources for feeding ruminants in summer. 3rd European Agroforestry Conference. INRA, Montpellier, 23–25 Mai 2016, France, pp. 409–412*

³Luske B., van Eekeren N., 2016. *Potential of fodder trees in high-output dairy systems. Grassland Science in Europe, Vol. 20*

Drzewa w kontekście dobrostanu zwierząt należy rozpatrywać dość szeroko, jednak najistotniejszy ich wpływ można zaobserwować w **procesie ograniczania stresu cieplnego**. W dni upalne **zwierzęta znajdują w cieniu drzew chłodniejsze**, chętnie odwiedzane miejsca odpoczynku. W dni chłodne nasadzenia ograniczają prędkość wiatru, co przyczynia się do podniesienia temperatury odczuwalnej. Stres cieplny jest szkodliwy dla zwierząt i w sytuacjach skrajnych może doprowadzić do śmierci zwierzęcia. Dodatkowo przyczynia się do ograniczania produktywności, czy też podniesienia kosztów produkcji (zwiększone zapotrzebowanie na paszę w trakcie dni chłodnych). Drzewa na pastwiskach spełniają także **funkcję czochradła**, niemniej jednak zjawisko to może negatywnie wpływać na żywotność drzew.

Żywe słupki ogrodzeniowe najczęściej wyprowadza się z żywokotów wierzbowych (wierzba biała, krucha i ich mieszańce – także z wierzbą iwą) (**fot. 35**). W przypadku, w którym słupki stanowią osnowę dla ogrodzenia elektrycznego, w szczególności w początkowym okresie należy usuwać dolne odrosty korzeniowe oraz z pnia. Przy usuwaniu odrostów korzeniowych w pierwszym roku po posadzeniu należy zachować szczególną uwagę. Warto rozważyć możliwość pozostawienia najładniejszych z nich na wypadek obumarcia pnia głównego. W przypadku, w którym izolatory wkręcane są bezpośrednio w pnie, należy pamiętać, aby rokrocznie po sezonie wykryć je o szerokość przyrostu, tak aby nie zarastały.

5.3.9. Uprawa gatunków drzew i/lub krzewów w celu poprawy dobrostanu zwierząt czy stworzenia infrastruktury pastwiskowej

Oprócz liściarki paszę dla zwierząt mogą stanowić **owoce oraz nasiona drzew i krzewów**. W tym przypadku pojawia się pewna sezonowość. Niemniej jednak produkty które można uzyskać przy takim żywieniu znajdują uznanie na całym świecie. Wystarczy wspomnieć jamón ibérico – szynkę iberyjską pochodzącą od specjalnej rasy świń żywiących się w końcowym okresie opasu żołądziami. **W przypadku żywienia przeżuwaczy i świń** możemy także wykorzystać **drzewa owocowe, takie jak dzika jabłoń (płonka) i dzika grusza (ulegałka)**. Ze względu na niewielkie rozmiary owoców nie ma zagrożenia zadławieniem. Zwierzęta przeżuwające powinny stopniowo przyzwyczajać się do nowej paszy, jednak w przypadku, w którym przebywają one na pastwisku z drzewami owocowymi w początkowej fazie dojrzewania, gdzie spada stosunkowo niewielka liczba owoców, proces ten zachodzi w sposób płynny samoczynnie.



Fot. 35.
Z lewej – żywokot wierzby kruchej na wiosnę po posadzeniu, z przeznaczeniem na słupek ogrodzenia elektrycznego. Z prawej – siatka leśna zainstalowana na słupkach z wierzby kruchej.
(Fot. M. Wójcik)

Zadrzewienia w gospodarstwie rolnym

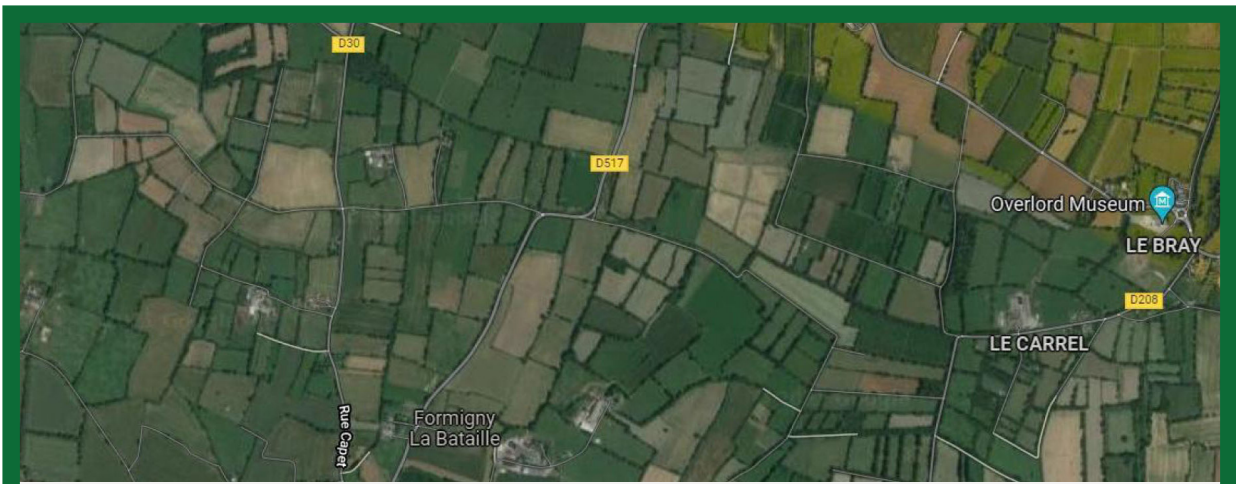
Usuwanie zadrzewień i inne działania wpływające na uproszczenie krajobrazu rolniczego doprowadziły do spadku odporności ekosystemów rolniczych na zagrożenia. Niekorzystne przemiany pogłębiają się w warunkach postępującej zmiany klimatu i stopnia wykorzystania zasobów naturalnych, a w efekcie obniżają wartość produkcyjną gruntów rolnych.

Systemy rolno-leśne nie mogą w pełni realizować swoich funkcji, jeśli nie są włączone w sieć tzw. zielonej infrastruktury. Zielona infrastruktura to zaplanowana sieć obszarów naturalnych i półnaturalnych, zagospodarowanych w taki sposób, aby chronić zasoby przyrodnicze i funkcje ekosystemów, jednocześnie zapewniając społeczeństwu związane z nimi korzyści. Do elementów zielonej infrastruktury na obszarach wiejskich należą zadrzewienia śródpolne, obiekty małej retencji, miedze czy pasy z roślinnością zielną. Utrzymanie właściwego stanu istniejących zadrzewień oraz wprowadzanie nowych w gospodarstwie rolnym powinno być komplementarne do analiz potrzeb zadrzewieniowych wykonywanych na poziomie gminy. Rada gminy ma obowiązek dbania o zadrzewienia, nałożony przez *ustawę o ochronie przyrody i ustawę o samorządzie gminnym*, co powinno wyrażać się w głównej mierze w zapisach studium uwarunkowań i zagospodarowania przestrzennego oraz miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. Wymaga to ścisłej współpracy między samorządem i rolnikami, realizującymi instrumenty Wspólnej Polityki Rolnej. Taka konieczność zachodzi chociażby w przypadku wdrażania polityki racjonalnego gospodarowania zasobami wodnymi. **Ochrona przed suszą** (w praktyce przed wyparowaniem wody) **wymaga zastosowania kompleksowego zestawu działań, począwszy od przerwania podsiąku kapilarnego (np. poprzez uprawę bezorkową), przez praktyki oddziałujące na bilans wodny w skali pola (utrzymywanie trwałej okrywy glebowej ze zdrową roślinnością), jak i w skali zlewni rolniczej (wprowadzanie zadrzewień śródpolnych).** Jedynie wtedy jest ona skuteczna. Przykładem dobrej praktyki realizującej wiele wspólnych celów użytkowników obszarów wiejskich jest model współpracy francuskich rolników, doradców, konsumentów i lokalnych decydentów na rzecz promocji praktyk agroekologicznych, w tym agroleśnictwa. Taka forma współpracy jest realizowana w ramach różnych inicjatyw. Jedną z nich jest sieć *Agre'au*, koordynowana przez Francuskie Stowarzyszenie Agroleśnictwa. Sieć *Agre'au* pomaga rozwijać w gospodarstwach rolnych spójne wdrażanie praktyk, takich jak: alejowe systemy rolno-leśne, żywopłoty, uprawa konserwująca, techniki mikroretencyjne czy przeciwozyjne.

W niniejszym poradniku omawiamy również zasady wprowadzania i utrzymywania żywopłotów, pasów przeciwwietrznych i przeciwozyjnych oraz pasów przywodnych jako form uzupełniających środowiskowe funkcje systemów rolno-leśnych w skali krajobrazu rolniczego.

6.1. Żywopłoty

Żywopłoty to liniowe zgrupowania krzewów w niewielkich odległościach od siebie, charakteryzujące się określonymi walorami estetycznymi i produkcyjnymi lub oddziaływaniami biocenotycznymi. Ze względu na wyjątkowo urozmaicone cechy ozdobne różnych gatunków krzewów żywopłoty od dawna były cennym składnikiem parków i ogrodów. W krajobrazach rolniczych najwcześniej, już w wiekach średnich, żywopłoty powstawały spontanicznie na obrzeżach niewielkich wówczas pól, porastając nagromadzone tam usypiska kamieni usuwanych podczas zabiegów uprawowych. Tworzyły się w ten sposób zwarte, trudne do przebycia, kilkumetrowej wysokości pasy zieleni rozgraniczające własność, które do dzisiaj kształtują krajobrazy otwarte wielu miejsc w Europie, np. w północnej Francji, południowej Anglii czy Walii (fot. 36).



Fot. 36.

Widziany z góry krajobraz francuskiej Normandii z tradycyjnymi żywopłotami „bocages”; stały się one ważnym elementem obrony niemieckiej podczas inwazji Aliantów na kontynent w 1944 roku.
(Źródło: google.maps)

W ostatnich dziesięcioleciach rozwoju intensywnego rolnictwa, którego wymogi prowadziły do zwiększania jednostkowej powierzchni pól oraz eliminacji nieużytków i innych aktywnych biologicznie elementów krajobrazu, zróżnicowane gatunkowo naturalne i sztuczne żywopłoty okazały się ważnymi ośrodkami naturalnego oporu środowiska przeciw szkodnikom zagrażającym uprawom rolnym oraz kluczowym składnikiem korytarzy ekologicznych ułatwiających przetrwanie i rozprzestrzenianie się wielu gatunków dzikich roślin i zwierząt.



Rys. 11., Fot. 37.

W strukturze typowego żywopłotu można wyróżnić kilka części składowych, które mają znaczenie dla zachowania różnych grup organizmów; nad krzewami mogą pojedynczo występować drzewa, pod nimi – zacienione i zaciszne wnętrza z warstwą ściółki, obok na nieuprawianych obrzeżach – ciepłe murawy, a czasami także rów ciągnący się wzdłuż żywopłotu.
(Źródło rys. Hedgeline.org; fot. J. Zajączkowski)

Wnętrze kolczastych koron krzewów to bezpieczna przestrzeń do gniazdowania dla drobnych ptaków śpiewających (np. dzierzba gąsiorek, sikora bogatka, potrzos, ortolan), które zwykle żywią się nasionami chwastów i dzikimi owocami, ale w okresach masowych pojawów gąsienic i innych szkodników owadzych szybko przestawiają się na pokarm zwierzęcy (rys. 11, fot. 37). Ciepłe, częściowo osłonięte przed wiatrem, nie użytkowane rolniczo obrzeża żywopłotu to preferowane miejsca gniazdowania dzikich owadów pszczołowych (np. trzmiele i osy, ale także kilkaset innych gatunków), od których zależy zapylanie i plon wielu roślin uprawnych, jak np. rzepak, słonecznik, len, gryka, bobowate czy drzewa i krzewy owocodajne. Te same biotopy są poszukiwane przez drapieżne pajęczaki, kontrolujące m.in. populacje szkodliwych mszyc. Zaciszne wnętrza szerszych żywopłotów i pasowych zadrzewień są wykorzystywane przez większe zwierzęta do migracji i odpoczynku (jeże, zwierzyna płowa, dziki), a nawet walk godowych (sarny, zające). Pojedyncze drzewa są wykorzystywane jako czatownie dla ptaków drapieżnych, które mogą zwalczać masowe pojawy szkodliwych gryzoni. Bardzo istotna przyrodniczo jest też obecność starych drzew martwych, często spotykanych na przykład przy brzegach wód i w zaniedbanych parkach podworskich, ponieważ są one poszukiwanym miejscem rozrodu i żerowania dla wielu rzadkich gatunków owadów i ptaków (np. pachnicy, kozioroga, gągoła czy dudka) (fot. 38).



W pewnych sytuacjach żywopłoty mogą ułatwiać rozwój chorób grzybowych roślin uprawnych, np. różnych odmian rdzy, mączniaka, czerni czy zarazy ogniowej roślin sadowniczych, powodowanej przez dzikie gatunki krzewów z rodziny różowatych. Mogą też ułatwiać zimowanie albo rozród niektórych owadów szkodliwych (np. stonki, chrabąszcza majowego lub mszyc), jednak w warunkach wysokiej liczebności pasożytów i drapieżców związanych z krzewami, szkodniki te nie mają szans na intensywny rozwój, a ich udział w ogólnej biomase zwierzęcej jest dużo mniejszy niż na dużych polach, pozbawionych żywopłotów i innych zadrzewień. W przypadku mszyc większe szkody są związane z wilgotnym latem oraz występowaniem określonych żywicielskich gatunków krzewów, które w takich przypadkach powinny być eliminowane z żywopłotów w bezpośrednim sąsiedztwie wrażliwych upraw. Niepożądane kombinacje gatunków roślin są wskazane przez same nazwy gatunkowe mszyc: trzmielinowo-burakowa (szkodnik buraków i wyki, żeruje też na trzmielinie, kalinie, szakłaku, jaśminowcu i czeremsze), czeremchowo-zbożowa, szakłakowo-ziemniaczana, głogowo-marchwiana, czy śliwowo-chmielowa.

Żywopłoty w Polsce zachowały się, chociaż nielicznie, na granicach gruntów różnej własności, na pastwiskach, wzdłuż tarasowanych zboczy, przy rowach melioracyjnych i obrzeżach innych nieużytków (fot. 39). Na zagospodarowanych pastwiskach **żywopłoty mogą służyć do rozdzielania kwater, osłony zwierząt przed zimnymi wiatrami** (fot. 40), **zabezpieczenia podejść do wodopojów** (fot. 41) oraz **dostarczania dodatkowych produktów**, takich jak pożytki pszczele, owoce na przetwory, surowce zielarskie i liściarka – uzupełniająca pasza dla zwierząt w okresie zimowym.



Fot. 39.

Często spotykane na obrzeżach lokalnych dróg, pozornie zaniedbane żywopłoty zbudowane z przerywanych ciągów dzikich krzewów, pojedynczych drzew i gruntów porośniętych tylko bylinami, to bardzo cenne przyrodniczo ciągi komunikacyjne i refugia wielu gatunków zwierząt i roślin. (Fot. J. Zajączkowski)

Przy odcinkach dróg narażonych za tworzenie się zasp można, zamiast czasowych płotków przeciwnieźnych, **zastosować stałe żywopłoty o tej samej wiodącej funkcji** (fot. 42). Użycie zieleni do typowych celów technicznych (np. **zamiast wspomnianych wyżej stałych ogrodzeń, do hamowania rozprzestrzeniania się hałasu, odoru czy spalin, do umacniania skarp czy rekultywacji**) w wielu przypadkach **ogranicza koszty inwestycji i przynosi dodatkowe korzyści estetyczne i środowiskowe** (fot. 43). Warto jednak pamiętać, że w przypadku konieczności zatrzymywania śniegu celowe jest używanie przede wszystkim **wysokich, śródpolnych pasów wiatrochronnych**, a przy samych chronionych



Fot. 40.

Oślonięte przed wiatrem kwatery pastwisk pozwalają na dłuższy i wydajniejszy wypas zwierząt, a drzewa zastosowane jako uzupełnienie gęstych pasów krzewów mogą dostarczyć dużej ilości drewna opałowego. (Fot. J. Zajączkowski)

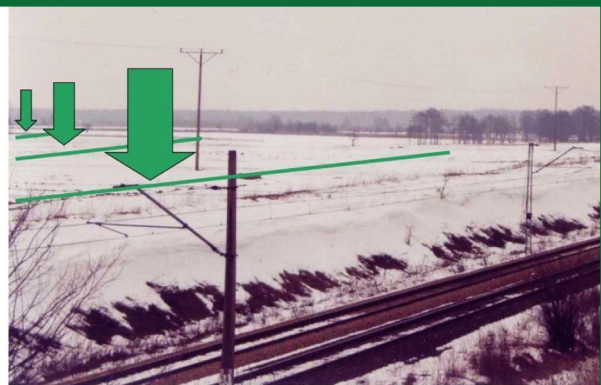
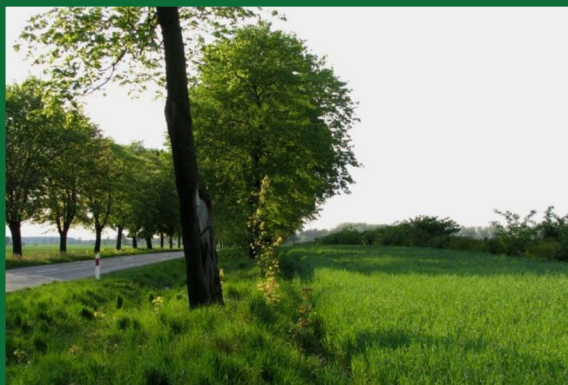
objektach między żywopłotem i krawędzią drogi należy przewidzieć miejsce na osypanie się śniegu, o szerokości zależnej od wysokości i gęstości żywopłotu (co najmniej 10-krotność wysokości, czyli powyżej 10 m).

Aby żywopłot był jak najbardziej przydatny do pełnienia licznych funkcji środowiskowych i użytkowych, przy jego tworzeniu i utrzymywaniu należy przestrzegać kilku ważnych zasad. **Przy żywopłocie należy pozostawiać – najlepiej od strony południowej lub południowo-zachodniej, chociaż nie tylko – kilkumetrowej szerokości pasy nieuprawianej ziemi, porośniętej dzikimi roślinami.** Poszczególne **żywopłoty powinny być połączone ze sobą lub z innymi aktywnymi biologicznie elementami krajobrazu, takimi jak zarośla, rzędowe zadrzewienia, nieużytki erozyjne, lasy, miedze i parki podworskie.** W żywopłotach powinno znaleźć się **jak najwięcej różnych gatunków krzewów i drzew;** chociaż jest to technicznie trudne w pojedynczym nasadzeniu, to warto zmieniać skład gatunkowy w kolejno zakładanych odcinkach i oczywiście promować domieszki pojawiające się samosiewnie. Krzewy powinny mieć przestrzeń do kwitnienia i obradzania, dlatego stosowane odstępy powinny być duże (od 1 do nawet 3 m), chyba że żywopłot ma pełnić przede wszystkim rolę przeciwnieźną lub obronną. Należy



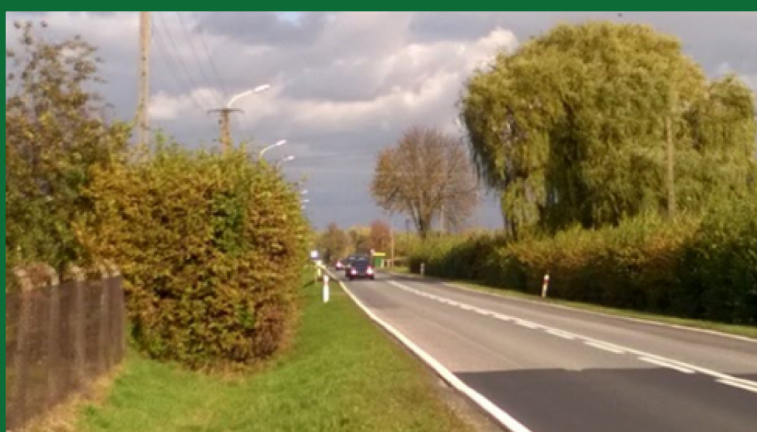
Fot. 41.

Zamiast drutu w celu ograniczenia rozdeptywania przez bydło brzegów przy wodopojach można użyć gęstych i kolczastych żywopłotów, podobnie zresztą jak do innych funkcji rozgraniczających; dobrze nadają się do tego m.in. głogi i śliwa ałycza. (Fot. J. Zajączkowski)



Fot. 42.

Żywopłoty o funkcji przeciwśnieżnej powinny być niskie i jak najgęstsze, odsunięte od krawędzi drogi o co najmniej 10 m, a ponadto wspomagane przez odpowiednio rozmieszczone i zbudowane śródpolne pasy drzew. (Fot. J. Zajączkowski)



Fot. 43.

Żywopłoty chroniące sady przed skażeniami komunikacyjnymi są przydatne przy większym natężeniu ruchu; powinny być gęste, szerokie i wysokie na 3–4 metry. (Fot. J. Zajączkowski)

chronić przed zarastaniem występujące przy żywoplotcie rowy i ciek, co w praktyce oznacza wykaszanie ich brzegów, a co kilka lat również pogłębianie i obcinanie nisko zachodzących gałęzi. **Należy też, na ile to możliwe, unikać podawania nawozów i środków ochrony roślin w bezpośrednim sąsiedztwie żywoplotu.**



Fot. 44.

Siatka otrzymana z rokrocznie zaplatanego głógu jednoszyjkowego. Żywoplot w 5 roku po posadzeniu. Pomimo wąskiej formy prowadzenia chętnie zasiedlany przez ptaki i obficie kwitnący (od 7 roku). (Fot. M. Wójcik)

Żywoploty sadzone na pastwiskach **mające pełnić funkcję ogrodzenia powinny być sadzone gęsto**. W przypadku nasadzeń wąskich, jednorzędowych więźba nie powinna przekraczać 20–25 cm. Gatunkiem, który doskonale sprawdza się w tej roli jest **głóg jednoszyjkowy** (fot. 44). Aby poprawić szczelność takiego ogrodzenia, można **zapłatać pędy główne w formę siatki** lub też **w początkowym okresie prowadzić cięcia mające na celu wytworzenie większej liczby gałęzi**. Zaplatanie gałęzi rokrocznie jest niesamowicie pracochłonne, stąd też nadaje się jedynie do krótkich odcinków oraz żywoplotów przydomowych. Zabieg ten należy prowadzić do ok. 5 roku od posadzenia. Nakłady pracy można znacznie ograniczyć, jeżeli w miejsce rokrocznie wykonywanego zabiegu przeprowadzi się go jednokrotnie po osiągnięciu wysokości pędów głównych około 1,5 m. W celu zaplecenia tak wysokiego żywoplotu należy usunąć boczne gałęzie pędów głównych i szkielet planowanego ogrodzenia oprócz o siatkę powstałą z ich zaplecenia. Żywoplot prowadzony w ten sposób w wieku 7–10 lat stanowi skuteczną barierę nawet dla dorosłych buhajów.

Tradycyjne żywoploty angielskie, tzw. **żywoploty kładzione** najczęściej sadzone są w dwóch rzędach, z odległością między sadzonkami 40–50 cm (fot. 45). Zabieg kładzenia wykonywany jest około 7–10 roku, poprzez zastosowanie skośnego cięcia na głębokość od $\frac{2}{3}$ do $\frac{3}{4}$ średnicy pnia u jego nasady, a następnie „położeniu” krzewu lub drzewa w stronę nieprzeciętej części pnia. Działaniu temu towarzyszy podkrzesywanie ułatwiające wykonanie zabiegu. Położony żywoplot stabilizowany jest wbijanymi do ziemi palikami leszczynowymi. Technika kładzenia żywoplotów różni się w poszczególnych częściach Anglii. Metoda ta jest bardzo pracochłonna.

Pastwiskowe żywoploty krzewiaste, dla poprawienia ich właściwości wiatrochronnych oraz biocenotycznych, **warto uzupełniać drzewami**. Drzewa sadzimy nie gęściej niż co 5–6 m. Dobrze sprawdzają się tutaj **dzikie grusze i jabłonie**, których owoce stanowią w okresie jesiennym uzupełnienie bazy paszowej.

Przydatność różnych gatunków krzewów do stosowania w żywoplotach zależy od tego, czy oprócz opisanych wyżej typowych oddziaływań biocenotycznych żywoplot ma pełnić określone funkcje użytkowe. **Przy tworzeniu biotopów ptasich należy preferować gatunki kolczaste i jednocześnie owocodajne**. Przydatne mogą być wtedy **głogi jedno- i dwuszyjkowy, rokitnik zwyczajny, róża dzika i rdzawa, bez czarny, śliwa wiśniowa i wiśnia wonna**. Te same gatunki są zalecane do wprowadzania na pastwiska. **Żywoploty przeciwnieźne mogą być budowane z głogów**, ale tak

że m.in. ze **śnieguliczki białojagodowej**, **karagany syberyjskiej** lub **świerka pospolitego**. Gatunki szczególnie przydatne na terenie erodowane przez wiatr lub do przywodnych stref buforowych są wymienione w osobnych rozdziałach opisujących takie obiekty. Obecność niskich drzew i krzewów o dość grubych pędach (np. głogu czy śliwy antypki) okazuje się wartościowa w przypadkach odmładzania lub przebudowy starych żywopłotów – ze względu na możliwość przerobienia drewna na zrebki opałowe lub drewno kominkowe (fot. 46).

Pełne listy i opisy przydatności różnych gatunków drzew i krzewów do określonych warunków siedliskowych i zastosowań można znaleźć w opracowaniu „**Dobór drzew i krzewów do zadrzewień na obszarach wiejskich**” (Zajączkowski 2001) oraz **w serwisie internetowym Ekspert** – dobór gatunków do zadrzewień (Zajączkowski 2011).



Fot. 45.
Tradycyjny angielski żywopłot kładziony z wyraźnymi pionowo wbitymi kołkami leszczynowymi i wzmocnieniem w formie „warkocza” u góry.
(Fot. Hedgerows Ireland)

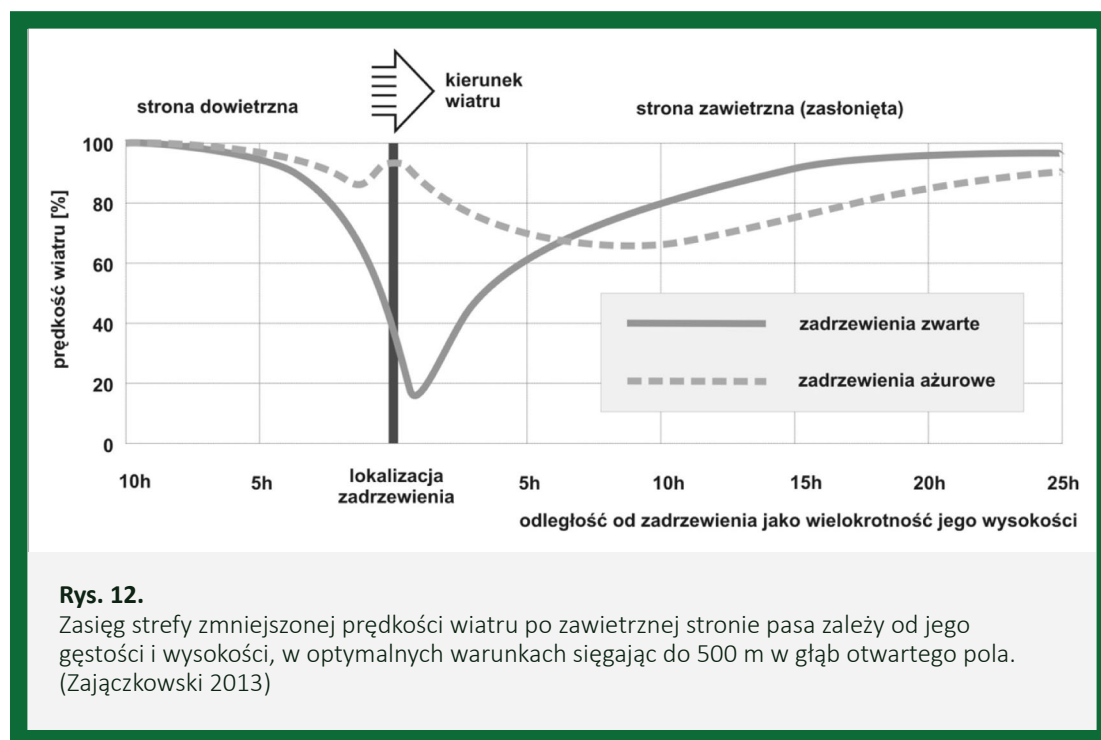


Fot. 46.
Mechanicznie prowadzone przycinanie żywopłotu w Wielkiej Brytanii. (Fot. razorbackuk.com)

6.2. Pasy przeciwwietrzne i przeciwozyjne

Otwarte przestrzenie upraw rolniczych są szczególnie narażone na negatywne zjawiska związane z długotrwałym działaniem wiatru. Są to przede wszystkim straty wody powodowane przez zwiększone parowanie z powierzchni roślin, gleby i otwartego lustra wody w sezonie wegetacyjnym oraz przez wywiewanie śniegu w zimie, a także degradacja gleby spowodowana przez erozję jej wierzchniej, wywiewanej warstwy.

Wielowiekowe już doświadczenia różnych krajów europejskich (np. Danii), a także obserwacje prowadzone w Polsce powojennej wskazują, że **odpowiednio zlokalizowane i zbudowane pasy drzew i krzewów** sadzonych na polach **hamują ruch powietrza w jego przygruntowej warstwie**, a tym samym **ograniczają straty wody oraz żyznych cząstek glebowych** (rys. 12). Warto podkreślić, że szerokość strefy istotnego (o co najmniej 10%) zmniejszenia prędkości wiatru jest wielokrotnie, nawet kilkadziesiąt razy większa niż szerokość samej strefy koron i wprost proporcjonalna do wysokości tej strefy, co pozwala na ochronę rozległych obszarów pól za pomocą stosunkowo wąskich, chociaż jednocześnie wysokich pasów wiatrochronnych.



Poziomy zasięg oddziaływania pasa wiatrochronnego zależy od cech jego budowy wewnętrznej – i to w sposób, który odbiega od niektórych obiegowych opinii. **Gęste przeszkody odbijają kompresujące się powietrze**, które w efekcie przepływa górą i już na krótkim dystansie odzyskuje swoją pierwotną prędkość (rys. 12 i 13). Z punktu widzenia gospodarki rolnej **bardziej korzystne są przeszkody mniej zwarte**. Charakteryzują się one niską gęstością koron drzew – taką, że pas widziany z boku ujawnia około 30–40% prześwitów na wysokości gałęzi, ale jednocześnie jest bardziej zwarty w strefie przygruntowej pod koronami (fot. 47). Dzięki takiej budowie pasa, strugi powietrza mogą wnikać do wnętrza koron i wytracać tam znaczną część swojej energii – najbardziej skutecznie dzięki powstającym turbulencjom, ale także poprzez poruszanie liści i gałęzi. Przesłonięcie strefy przygruntowej, realizowane na przykład przez wprowadzony dodatkowo żywopłot podokapowy, zapobiega tworzeniu się dysz podkoronowych, w których powietrze mogłoby jeszcze przyspieszać i dodatkowo wzmacniać ewapotranspirację. Obniżenie prędkości wiatru za pasem o niskim zwarcie jest wprawdzie słabsze niż w bardziej zwartych zadrzewieniach, ale za to bardziej wyrównane w przestrzeni i sięgające dużo dalej – nawet do 500 metrów od dojrzałych, wysokich zadrzewień.

W celu zahamowania wiatru **na obszarach pól o większej szerokości, potrzebne jest tworzenie całych systemów zadrzewień przeciwwietrznych, zbudowanych z wielu ułożonych równolegle pasów** (fot. 48). Ich zalecana odległość zależy od pojemności wodnej gleb i obserwowanego deficytu wody w sezonie wegetacyjnym i wynosi od 12 do 18 wielokrotności docelowej wysokości takiego zadrzewienia, czyli w praktyce od 250 metrów na terenach o lekkich glebach i niskich opadach, do ponad 400 metrów w korzystniejszych warunkach środowiska.

Nasilenie i kierunek wiatrów w Polsce są zróżnicowane regionalnie i sezonowo, ale na nizinach najczęściej wieją one z kierunków zachodnich. Dlatego **na Niżu Polskim podstawowy kierunek przebiegu pasów wiatrochronnych powinien być zbliżony do osi północ-południe**, co jest najbardziej korzystne ze wszystkich innych kierunków, ponieważ minimalizuje negatywny wpływ ocienienia na plonowanie roślin uprawnych, obserwowany w bezpośrednim



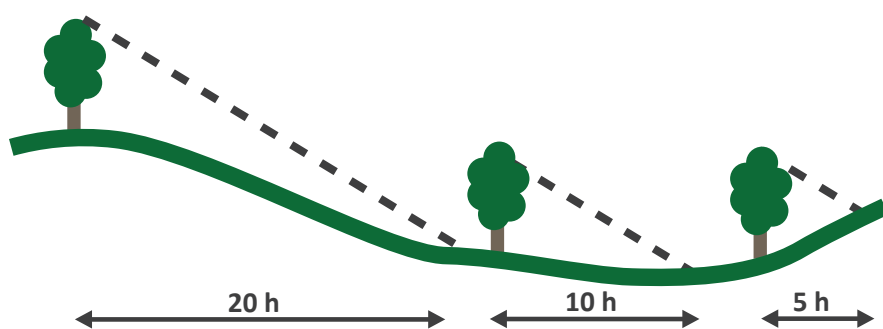
Fot. 47.

Pas wiatrochronny z dębem i robinią w dawnym majątku Chłapowskich w Turwi; takie pasy o dość niskim zwarciu koron lepiej od zwartych sprzyjają utracie energii wiatru i równomiernie obniżają jego prędkość na dużych obszarach pól. (Fot. J. Zajączkowski)



Fot. 48.

Aby skutecznie hamować wiatr na większych obszarach, należy tworzyć rozległe systemy z wielu odpowiednio rozmieszczonych pasów drzew i krzewów. (Fot. J. Zajączkowski)



Rys. 13.

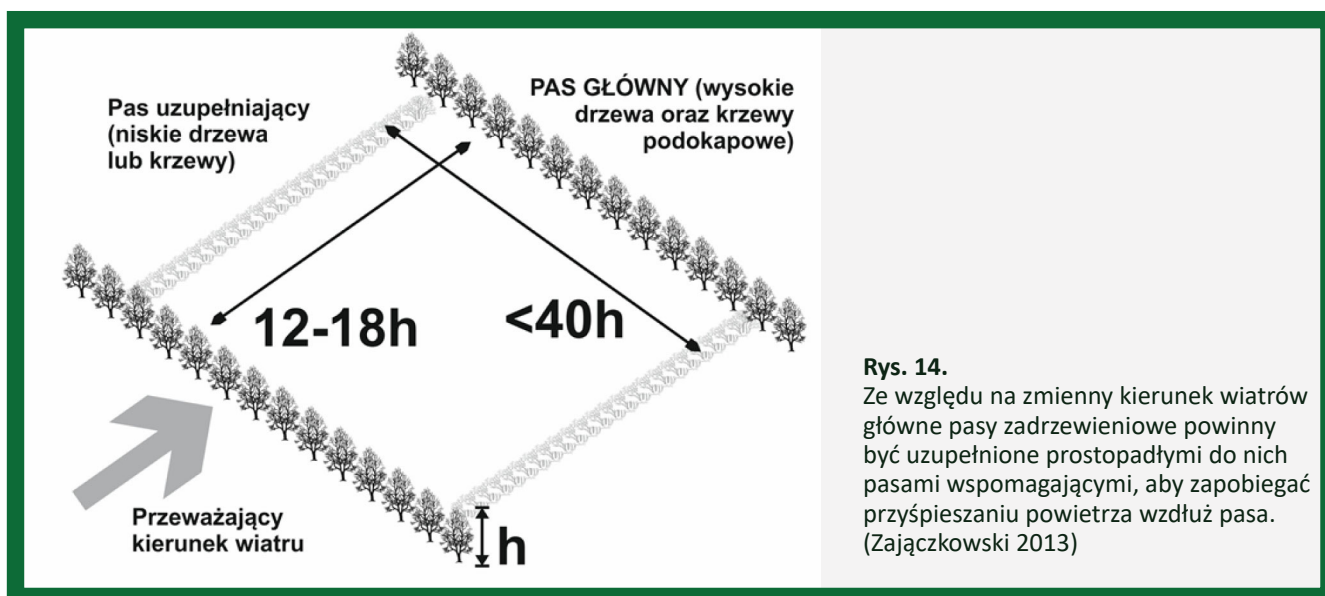
W terenach pagórkowatych zasięg ochronnego działania pasa wiatrochronnego zależy od położenia; najbardziej efektywne są prostopadłe do dominującego kierunku wiatru pasy zlokalizowane na grzbietach i przy szczytach wzniesień. (Zajączkowski 2013)

sąsiedztwie niektórych wysokich zadrzewień. W terenach o urozmaiconej rzeźbie zasięg oddziaływań wiatrochronnych będzie też zależał od położenia pasa (rys. 13). **Najbardziej efektywne są pasy na grzbietach wzniesień, a najmniej te znajdujące się w osłoniętych obniżeniach.** W rolniczych krajobrazach podgórskich sytuacja się zmienia, ponieważ kierunek wiatru może dostosowywać się do przebiegu głębszych dolin.

Zmniejszanie prędkości wiatru przez pasy drzew na polach przekłada się na większą efektywność obiegu wody w ekosystemie rolniczym. Same drzewa transpirują więcej wody, niż zajmujące taką samą powierzchnię uprawy, co wynika z ogólnie większej powierzchni czynnej ich koron, sięgania koron w wyższe warstwy powietrza o większej

energii, a także z penetrowania przez korzenie głębszych poziomów gleby, często aż do poziomu wód gruntowych. Jednocześnie jednak drzewa, ograniczając ruch powietrza na polu, osłabiają transpirację roślin i gleby, a także zwiększają wilgotność powietrza nad polem, co sprzyja tworzeniu się ośrodków kondensacji i występowaniu opadów, a także znacząco zmniejsza pionowy ruch wody w profilu glebowym, przez co parująca woda w znacznie mniejszym stopniu pochodzi z wód gruntowych. Ogólna **oszczędność wody na zadrzewionych polach** sięga rocznie od około 50 mm (ok. 15% opadu w sezonie wegetacyjnym) przy uprawach tradycyjnych do nawet 200 mm na polach sztucznie nawadnianych.

Kierunki wiatru na niżu bywają zmienne. Gdy wiatr uderza w pas drzew pod kątem mniejszym niż 50 stopni, obserwuje się jego ześlizgiwanie się wzdłuż pasa i towarzyszące temu niepożądane przyśpieszenie. Z tego powodu **główne pasy wiatrochronne powinny być wspomagane przez poprzeczne do nich pasy uzupełniające, niższe i rzadziej rozmieszczone** (rys. 14). Pasy takie prawie zawsze będą miały również dużą rolę biocenotyczną, ponieważ tworzą strukturę sieci, **ułatwiająca migracje różnych gatunków**, a ponadto mogą mieć niskie zwarcie i zmienną wysokość, co ułatwia stosowanie w nich wielogatunkowych żywoptotów (fot. 49).



W Polsce wiatr wykazuje największą prędkość i energię w okresie zimowym. Kiedy pola zostaną zimą pokryte śniegiem, co staje się coraz bardziej nieregularne w toku zachodzących obecnie zmian klimatu, silne wiatry mogą powodować jego zwiewanie do lokalnych obniżek, skąd zgromadzona w śniegu woda będzie w większości tracona dla ekosystemu podczas wiosennych roztopów. Nieprzykryta śniegiem gleba jest bardziej wrażliwa na przemarzanie, co sprzyja utracie jej spoistości i nasila erozję wietrzną, a także osłabia uprawy ozime, jeżeli zostały na nią wprowadzone jesienią. Dlatego **hamowanie wiatrów zimowych może przyczynić się do wzrostu plonów** na przyległych polach (fot. 50).

Podatność gleb na erozję wietrzną zależy od ich ziarnistości i spoistości oraz od ukształtowania terenu. Najbardziej narażone na erozję wietrzną są piaski luźne i pylaste, mursze, a także lessy i inne utwory pyłowe, zwłaszcza jeśli zostaną przemrożone lub przesuszone (fot. 51). Oprócz okresu zimowego, do erozji wietrznej dochodzi często wiosną po obeschnięciu gleb (około początku maja), a także latem przy obróbce gleby po zebraniu plonów. Erozja wietrzna nasila się na zboczach wzniesień wystawionych na wiatr, który w takich warunkach może wzmacniać swoją prędkość o kilkadziesiąt procent. Wiatr przenosi cząstki zalegające na powierzchni gleby, a więc także próchnicę i granulki nawozów. Ubytki próchnicy wpływają dalej na duże zmniejszenie zdolności gleby do zatrzymywania wody opadowej. Przy szacowaniu nasilenia erozji, a więc ilości przenieszonego przez wiatr materiału, najłatwiej jest ocenić tempo osadzania się wywianego substratu, które na terenach lessowych może rocznie przekraczać 4 kg na metr kwadratowy.

Drzewa w stanie bezlistnym hamują wiatr, ale około dwukrotnie mniej efektywnie niż latem. Z tego powodu **pasy przeciwwietrzne na terenach, gdzie ważne jest zatrzymanie śniegu na polach lub ograniczenie erozji wietrznej gleb, powinny być szersze (dwu- lub trzyrzędowe), ewentualnie zawierać w swoim składzie rząd świerka** – gatunku zimozielonego o długiej koronie i wysokiej odporności na niskie temperatury (o ile klimat i siedlisko nie są dla niego zbyt suche). Oprócz drzew, przenoszony nisko przy gruncie śnieg będzie zatrzymywany również przez wolno stojące żywopłoty, a ponadto wszelkie inne formy wieloletnich roślin w krajobrazie, jak na przykład sady, plantacje krzewów owocowych i nieużytki porośnięte wyższymi bylinami (np. nawłocią czy wrotyczem) (fot. 52).

Do stosowania w pasach przeciwwietrznych **najlepiej nadają się gatunki o dużych docelowych rozmiarach, mocnym systemie korzeniowym i obfitym ulistnieniu**. Ważnym **pomocniczym efektem ich stosowania** powinna być **produkcja drewna**, ponieważ drzewa na polach często rosną w optymalnych dla nich warunkach, w pełnym oświetleniu, z dodatkowym nawożeniem i dostępem do wody w rowach czy gruncie. W takich sytuacjach rozmiar i tempo produkcji drewna przez pojedyncze osobniki wielokrotnie przekracza wartości spotykane w lasach gospodarczych. W praktyce **do pasów przeciwwietrznych dobrze nadają się rodzime gatunki lip, klonów i dębów, olsza czarna**, a pomocniczo **także świerk**. **Krzewy stosowane w takich pasach** muszą dobrze znosić wzrost pod okapem drzew, a ponadto nie wykazywać większej zdolności do tworzenia odrośli korzeniowych, które mogłyby zachwaszczać przyległe pola. **Najlepiej nadają się tu na przykład dereń jadalny, leszczyna i śliwa wiśniowa**, ale także **głogi, śnieguliczka, wierzby i tawuły**.



Fot. 50.

Dzięki pasom wiatrochronnym w zimie więcej śniegu może pozostać na polach, przez co poprawia się wiosenne zaopatrzenie gleb w wodę, słabnie przemarzanie gleb i upraw ozimych, a także ogranicza się wietrzna erozja gleby. (Fot. J. Zajączkowski)



Fot. 51.

Cząstki gleby wywiane z pola w ciągu kilku godzin po ustaniu niewielkiego opadu śniegu na zmrożoną glebę; erozja wietrzna nasila się zimą i powoduje duże straty najżyźniejszych cząstek glebowych; najbardziej narażone na nią są gleby pylaste i mursze. (Fot. J. Zajączkowski)



Fot. 52.

Śnieg jest przenoszony tylko w przygruntowej warstwie powietrza, dlatego dobrze zatrzymują go wszelkie niskie przeszkody zwiększające tzw. szorstkość terenu, w tym również plantacje krzewów i sady oraz byliny porastające ugory i nieużytki. (Fot. J. Zajązkowski)

Rolę wiatrochronną dobrze spełniają też specjalnie dobrane odmiany uprawne topól (fot. 53), charakteryzujące się wyjątkowo dużą wysokością docelową (do 20 m) i bardzo krótkim okresem dorastania do niej (ok. 20 lat), niską inwazyjnością, a także – w odróżnieniu od rodzimych gatunków topól – regularnym pokrojem pnia, bardzo dużą ilością produkowanego drewna, większym zasięgiem siedliskowym oraz wysoką odpornością na krajowe warunki klimatyczne, choroby grzybowe i szkodniki owadzie. Zalecenia odnośnie doboru odmian, produkcji sadzonek i uprawy topól, sprawdzone przez Instytut Badawczy Leśnictwa w toku kilkudziesięciu lat badań i obserwacji w warunkach Polski, można znaleźć w podręcznikach „Plantacje drzew szybkorosnących” i „Zadrzewienia” K. i J. Zajązkowskich (2013). Do najlepszych i najbardziej wszechstronnych w zastosowaniu odmian należą m. in. męskie kultywary o na-



Fot. 53.

W warunkach polskich tylko topole mogą na otwartej przestrzeni wyraźnie przekraczać wysokość 20 m i to w wyjątkowo krótkim czasie – ok. 20 lat. Odmiany uprawne topól są zalecane do tworzenia tymczasowych lub bardziej oddalonych pasów wiatrochronnych i szybkiej produkcji drewna. (Fot. L. Bolibok)

zwach handlowych „Hybrida 275” i „Androscoggin”, możliwe do uzyskania na przykład w specjalistycznej szkółce w Nadleśnictwie Brzeg. Ze względu na swoje unikalne cechy przyrostowe, **topole są szczególnie odpowiednie jako tymczasowe bariery w miejscach o nasileniu negatywnych skutków suszy czy erozji i jednoczesnym braku istniejących pasów z gatunków rodzimych**. Mogą być też niezastąpione w sytuacji, gdy brak jest praktycznej możliwości odpowiedniego dogęszczenia projektowanej sieci pasów wiatrochronnych – większa wysokość docelowa topól zapewnia skuteczne funkcjonowanie systemu o większych odstępach (nawet 500 m) między poszczególnymi barierami. Należy jednak wziąć pod uwagę, że **rozległe, płytkie i szybko regenerujące po przycięciu pługiemy systemy korzeniowe topól mocno konkurują z przyległymi uprawami**. Z tego powodu **lepiej jest stosować je na trwałych użytkach zielonych** (tylko kultywary wytwarzające kwiaty męskie, niewytwarzające unikanego przez bydło puchu nasiennego, fot. 54), a **przy gruntach ornym – tylko w sytuacjach, gdy możliwe jest odizolowanie sadzonych drzew od pól za pomocą rowu, drogi albo pojedynczego rzędu założonego w tym samym czasie żywopłotu z gatunków niewykazujących zdolności odroślowych (np. dereń jadalny, karagana, śnieguliczka, bez koralowy, porzeczka alpejska)**.



Fot. 54.

Puch nasienny topoli przeszkadza bydłu w pobieraniu pokarmu, dlatego na pastwiskach nie należy stosować żeńskich odmian uprawnych. Przy stosowaniu rozmnażanych wegetatywnie odmian uprawnych nie jest to problemem ze względu na dwupienność topól, czyli występowanie na danym osobniku kwiatów tylko jednej płci. (Fot. J. Zajączkowski)

Zbocza wzniesień są narażone nie tylko na erozję wietrzną, ale także na erozję wodną powodowaną przez grawitacyjny spływ wody deszczowej, a w mniejszym stopniu także przez energię spadających kropeł (fot. 55). Erozja wodna prowadzi także do negatywnych skutków gospodarczych, ponieważ spływająca woda nie zasila roślin, zamula je, zabiera nasiona i nawozy oraz zmywa najbardziej urodzajną, wierzchnią warstwę profilu gleby. W Polsce przeciętne roczne ubytki substratu glebowego wynoszą ok. 3 kg na metr kwadratowy, ale przy nasilonej erozji mogą być wielokrotnie większe (w górach do 300 kg). Powodowane przez erozję obniżenia rzędnych terenu wydają się niewielkie (do 5 mm rocznie), ale prowadzą do ciągłego wyorywania martwicy, a w dłuższej perspektywie mogą istotnie zmieniać ukształtowanie terenu. Końcowym etapem nasilonych zjawisk erozyjnych może być powstanie nieużytków, w tym głębokich wąwozów, które nadają się tylko do rekultywacji leśnej.



Fot. 55.

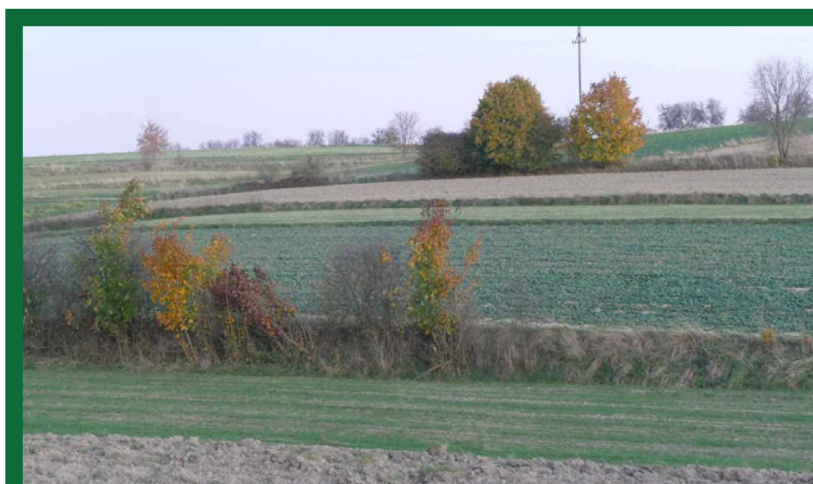
Erozja wodna powoduje zmywanie urodzajnej warstwy gleby; uszkodzenia mogą występować w formie liniowych wyżłobień, z czasem rozszerzając się na większe powierzchnie. (Fot. J. Zajączkowski)

Nasilenie erozji wodnej zależy od nachylenia zbocza, cech samej gleby i stanu pokrywy roślinnej. Na glebach mało spoistych (np. pylastych) zachodzi ona już przy nachyleniu 6%, a na bardziej zwięzłych (np. glinach) – dopiero od 10%. Dość skutecznie **przed erozją wodną zabezpiecza rozwinięta warstwa darni, która powoduje wsiąkanie wody i praktycznie hamuje spływ powierzchniowy**. Przy większych nachyleniach (powyżej 15%) sama darń może nie okazać się w pełni skuteczna, ponieważ zwiększa się ryzyko jej zsuwania się po zboczu w efekcie wielokrotnego zamrażania i rozmarzania w okresie zimowym (tzw. soliflukcji). Dlatego przy tworzeniu pasów zieleni hamujących erozję wodną **zaleca się wprowadzanie krzewów, zwłaszcza gatunków o świetlistych koronach i dobrze korzeniących się**. Jeżeli pas nie jest zlokalizowany w bezpośrednim sąsiedztwie gruntu ornego, wskazane jest zastosowanie w nim również gatunków wytwarzających obfite odrośla korzeniowe i odkłady. **Warstwa krzewów może być ewentualnie uzupełniona przez niskie drzewa**, na przykład, gdy celowe jest przechwytywanie spływających z pól wód wgłębnych, zwykle zanieczyszczonych nawozami i środkami ochrony roślin, albo dodatkowe wzbogacenie

biocenotycznego oddziaływania zadrzewienia. **Darń wymaga dobrego oświetlenia**, dlatego wprowadzając krzewy i drzewa na tereny erodowane, należy unikać silniejszego ocienienia podłoża. Odstępy sadzonek muszą być znaczne, a same gatunki dobrane tak, aby miały luźne i niezbyt wzniesione korony.

Wybór zestawu gatunków do konkretnego zadrzewienia przeciwoerozyjnego musi uwzględniać zróżnicowane warunki oświetlenia i wilgotności. Na **górne partie zboczy**, stosunkowo suche i dobrze oświetlone, **nadaje się brzoza brodawkowata, jarzębina, dąb bezszypułkowy i klon jawor**, a w najtrudniejszych warunkach rozpadających się urwisk także **wiśnia karłowata, głóg dwuszyjkowy** i gatunki w innych okolicznościach inwazyjne – **kolcowój i robinia akacjowa**. Na **niższe, zacienione zbocza wąwozów** można stosować zwłaszcza **dąb szypułkowy, jesion wyniosły, brzozę omszoną, lipę drobnolistną, wierzbę iwę, wiąz szypułkowy, leszczynę pospolitą i bez koralowy, a także wysoko produkcyjne odmiany topól**.

Pasy zakładane **na glebach rolniczych o dużej podatności na erozję wodną powinny być lokalizowane wzdłuż warstw** (każdy pas na mniej więcej tej samej wysokości), **przede wszystkim w podszczytowej części zbocza**, gdzie rozpoczynają się zjawiska erozyjne. Gdy skłon zbocza jest długi, to kolejne pasy należy zakładać coraz niżej, w odstępach nie rzadszych niż 150 m. Pasy powinny mieć co najmniej kilka metrów szerokości, z metrowymi pasami nieuprawianej darni na obydwu brzegach. **Na podatnych na erozję, ale bardzo żyznych glebach lessowych** wygospodarowanie miejsc na nieuprawiane pasy jest kłopotliwe. Można wtedy dowiązać je do istniejących miedz i krawędzi tarasów, a dobór gatunków ograniczyć do niskich krzewów (fot. 56). Nadają się tu najbardziej **głóg dwuszyjkowy, leszczyna, róża dzika i rdzawa oraz śliwa wiśniowa**. Z drzew można ewentualnie wprowadzić **modrzew i klon tatarski**.



Fot. 56.

Niskie i luźne pasy przeciwoerozyjne, wytworzone spontanicznie na miedzach i wyższych tarasach ciągnących się w poprzek spadku zboczy. (Fot. J. Zajączkowski)

6.3. Zadrzewione pasy przywodne

Uprawa rolnicza prowadzona w bezpośrednim sąsiedztwie cieków i zbiorników stwarza potencjalne niebezpieczeństwo przenikania do wód powierzchniowych stosowanych na polach nawozów i środków ochrony roślin. Zmierzone doświadczalnie dawki zanieczyszczeń mineralnych przenikających do wód powierzchniowych mogą przekraczać 3 gramy na litr roztworu, co powoduje eutrofizację i jest toksyczne dla wielu drobnych organizmów wodnych. Zanieczyszczona chemicznie woda może spływać zarówno po powierzchni gruntu, jak i przenikać do opadającego pod stokiem lustra wody gruntowej. Stwierdzono, że występujące wzdłuż brzegów pasy dzięki roślinności pozwalają na przechwycenie znacznej części zanieczyszczeń, głównie dzięki rozwiniętej darni, która hamuje praktycznie całkowicie spływ powierzchniowy z przylegających gruntów ornych, ale także dzięki korzeniom drzew i niezaburzonym orką warstwom ściółki i próchnicy w glebie pod zadrzewieniami. Szerokość zadarnionej strefy wyłączonej z produkcji powinna wynosić co najmniej 2 metry, ale w przypadku gruntów ornych warto ją rozszerzyć nawet do 10 metrów. Osiągany w takich warunkach poziom redukcji stężenia zanieczyszczeń w przesiąkającej dalej wodzie wynosi średnio ponad 60%, a w przypadku odpowiedzialnych za eutrofizację azotanów – nawet ponad 95%.



Fot. 57.

Do skutecznego przechwycenia spływających z pól zanieczyszczeń potrzeba łącznego stosowania szerokich pasów darni oraz rzędów drzew. (Fot. J. Zajączkowski)



Fot. 58.

Wierzba dobrze nadaje się do umacniania brzegów i przechwytywania wgłębnych zanieczyszczeń wody w strefach buforowych, a przy okazji może dostarczać dużej ilości drewna opałowego – na przykład na zrębki. (Fot. J. Zajączkowski)



Obecność drzew i krzewów przy brzegach wód uzupełnia działanie darni, ponieważ nienaruszona struktura gleby pod zadrzewieniami hamuje przesiąkanie wody, same drzewa i krzewy sięgają korzeniami głębiej niż rośliny uprawne, a ich duże i wyniesione wysoko korony sprzyjają intensywniejszej transpiracji (parowaniu) wody, która przechodząc przez tkanki roślinne, zasila je w pochodzące z nawozów składniki odżywcze (fot. 57). Dodatkowo, drzewa na pasach przybrzeżnych ograniczają erozję brzegową oraz ewentualne rozdeptywanie brzegów przez zwierzęta na przyległych pastwiskach. Składniki pobrane przez drzewa z czasem wracają do obiegu z rozkładającymi się liśćmi i obumierającym drewnem, ale proces ich przenikania do wód jest rozłożony w czasie i zachodzi głównie poza sezonem wegetacyjnym, w okresie spoczynku większości dzikich organizmów.

Miejsca sąsiadujące z wodą zapewniają drzewom najlepsze warunki wzrostu, więc mogą być wykorzystywane do intensywnej produkcji drewna. Warto rozważyć wtedy **stosowanie szybko rosnących odmian topól i wierzb**, zwłaszcza na terenach o niskiej atrakcyjności turystycznej, na przykład wśród pastwisk (fot. 58). Jeżeli brzeg wody jest oddzielony od przyległych pól specjalnym wałem ziemnym – co ma miejsce na przykład przy różnej szerokości kanałach, stawach czy niektórych fragmentach rzek, to jego konstrukcja z założenia ma uniemożliwić przenikanie wody w jakimkolwiek kierunku, więc pozostawianie dodatkowych stref buforowych poza wałem nie jest potrzebne. Korzenie drzew po obumarciu powodowałyby osłabienie struktury wału, nie należy więc sadić drzew na samym wale, a jedynie w bezpośrednim sąsiedztwie jego zewnętrznych krawędzi (fot. 59).

Fot. 59.

Obwałowanie brzegu kanału lub stawu skutecznie zabezpiecza przed przenikaniem zanieczyszczeń z przyległych pól. Strefa w sąsiedztwie płynącej wody to dobre miejsce do intensywnej produkcji drewna wielkometryowego, np. topolowego. (Fot. L. Bolibok)

Drzewa rosnące przy brzegach nie powinny silnie zacieniać lustra wody. Obecność mozaiki płatów lustra wody o różnym stopniu nagrzania przez słońce sprzyja mieszaniu się wody i jej lepszemu natlenieniu, a także bardziej różnicuje warunki życia drobnych bezkręgowców żyjących przy powierzchni wody, jak np. nartników, ważek czy pływaka żółto-brzeżka. Z tego powodu **zaleca się, aby co najmniej 30% powierzchni wody było odsłonięte (fot. 60).** Jest to bezproblemowe na większych zbiornikach wodnych, ale przy małych oczkach i wąskich ciekach może wymagać rozluźnienia lub okresowego przerwania odstępów przybrzeżnych drzew.

Porastające brzegi cieków pasy darni i ziołorośli nie powinny być pozostawione w stanie dzikim, ponieważ zarastając roślinnością drzewiastą, mogłyby utrudniać przepływ wody. Wykaszanie skarp można przeprowadzić raz do roku, najlepiej w okresie jesienno-zimowym, a pozyskaną roślinność należy usunąć ze strefy brzegowej. Można wskazać obiekty, których ochrona przed zanieczyszczeniem powinna być rozważana w pierwszej kolejności. Należą do nich strefy źródliskowe małych cieków, zwykle w pobliżu różnej wielkości mokradeł, których zanieczyszczenie jest szczególnie groźne dla żyjących tam licznych grup organizmów. Są to także obszary zasilania wód podziemnych (głębinowych), rozpoznane i wskazane na przykład na mapach hydrologicznych dostępnych w Geoportalu (fot. 61).



Ekonomiczne aspekty systemu rolno-leśnego

Systemy rolno-leśne umożliwiają **coroczne osiągnięcie dochodów z produkcji rolnej w międzyrzędziach oraz jednoczesną długoterminową akumulację kapitału w postaci drewna**. Jednak wpływ drzew na poziom plonowania upraw nie jest jednokierunkowy. Konkurencja o światło i wodę może obniżać plonowanie uprawy podstawowej, dlatego bardzo ważne jest właściwe zaplanowanie systemu rolno-leśnego, by potencjalna „strata” nie przeważała całościowych korzyści. Korzyści te to przede wszystkim: ograniczenie parowania, ograniczenie stresu suszy, obniżenie stresów termicznych upraw i zwierząt przebywających w pobliżu drzew oraz poprawa struktury i zasobności gleby. Przykładowo, systemy alejowe, złożone z pasów robinii akacjowej w Niemczech wschodnich ograniczyły prędkość wiatru o 50% w odległości 12 metrów od drzew, co niewątpliwie ogranicza stres suszy (Bohm i in. 2014⁴).

Należy podkreślić, że negatywne oddziaływania na uprawę podstawową mogą narastać wraz rozwojem drzew. Jednak w przypadkach, gdzie nadmiar wody jest czynnikiem limitującym wzrost roślin, systemy agro-leśne mogą przyczynić się nawet do wzrostu plonowania upraw rolniczych. Na ekonomiczne korzyści z produkcji rolnej w istotny sposób **będą wpływać wybór gatunku drzew oraz plan układu i obsada nasadzeń. Dla upraw zbóż i roślin oleistych rekomenduje się obsadę 50–100 drzew w ich dojrzałej fazie jako najbardziej opłacalną pod względem konkurencyjności z roślinami uprawnymi**. Ocenia się, że pozostawienie do 50 drzew na hektarze nie będzie mieć negatywnego wpływu na rośliny, pod warunkiem, że drzewa są pielęgnowane we właściwy sposób w pierwszych 10 latach po założeniu plantacji. Dodatkowym kosztem w uprawach rolno-leśnych jest utrzymanie drzew przez kilka dekad, obejmujące między innymi: uzupełnienia drzewostanu, ewentualne nawadnianie, ochronę drzew, podkrzesywanie.

7.1. Efektywność wykorzystania gruntu

Systemy rolno-leśne to **systemy polikulturowe (na tej samej powierzchni uprawia się dwa lub więcej różnych gatunków roślin)**. W aspekcie ekonomicznym bardzo często porównuje się je z systemami monokulturowymi, stosując wskaźnik wykorzystania (ekwiwalentu) gruntu (ang. *Land Equivalent Ratio LER*). Stosunek ten opisuje względną powierzchnię gruntu, która jest wymagana do czystej uprawy gatunków roślin w celu uzyskania takiego samego plonu biomasy jak w uprawie wielo-uprawowej lub w systemie rolno-leśnym. Wskaźnik LER porównuje więc łączną wielkość produkcji biomasy uzyskiwanej z gruntów uprawianych w polikulturze i biomasy z gruntów uprawianych w monokulturze:

WSKAŹNIK WYKORZYSTANIA GRUNTU (LER)

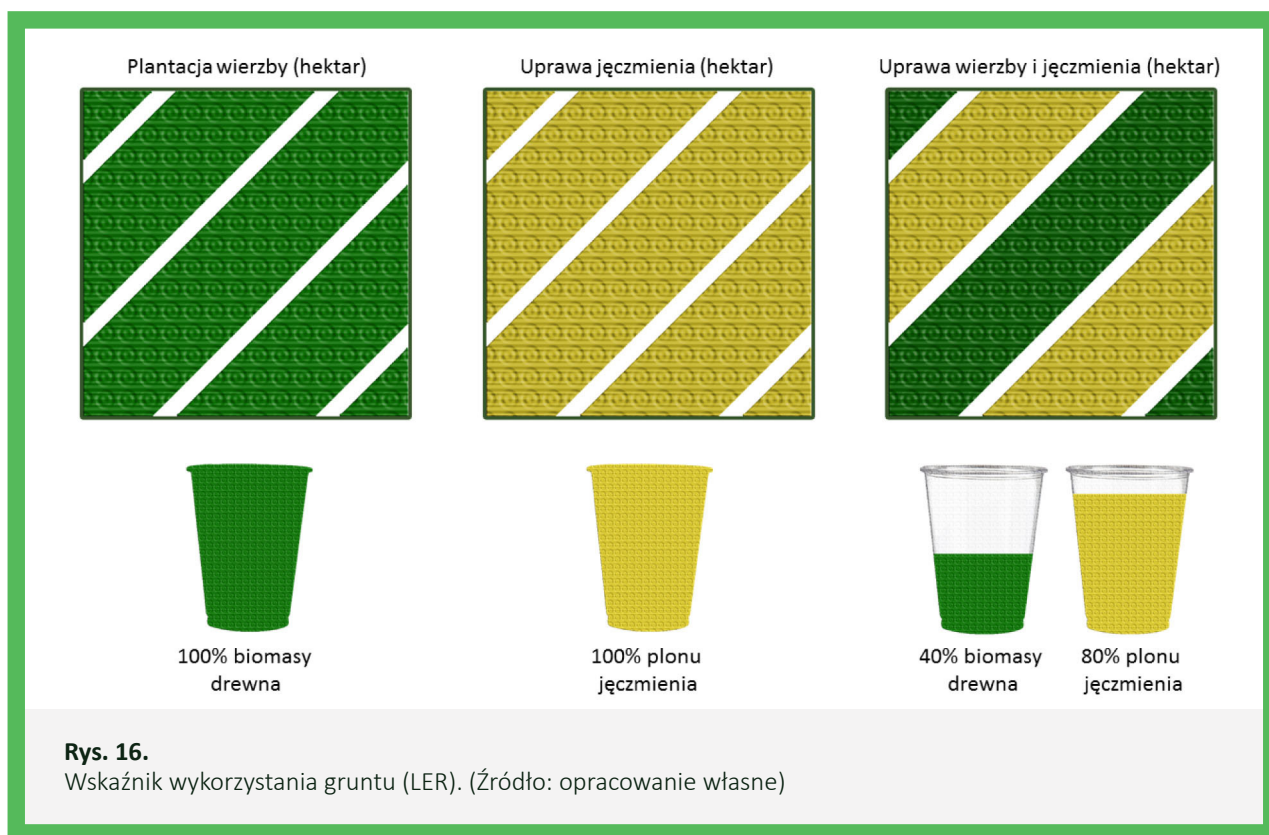
$$LER = (Biomasa\ drzewna\ SRL \div Biomasa\ drzewna\ M) + (Plon\ rośliny\ uprawnej\ SRL \div Plon\ rośliny\ uprawnej\ M)$$

gdzie: **SRL** – uprawa w systemie rolno-leśnym, **M** – uprawa w monokulturze.

Jeśli LER wynosi mniej niż 1, to oznacza, że czysta uprawa monokulturowa wykazuje wyższą produktywność niż system rolno-leśny. Wartość LER większa niż 1 oznacza, że uprawa rolno-leśna jest bardziej wydajna.

⁴Bohm, C., Kanzler, M., & Freese, D., 2014. *Wind speed reductions as influenced by woody hedgerows grown for biomass in short rotation alley cropping systems in Germany*. *Agroforestry Systems*, 88: 579–591.

Założmy, że wielkość biomasy drewna wierzby uzyskana w uprawie plantacyjnej wynosi 100%. Wielkość plonu z uprawy monokulturowej jęczmienia wynosi również 100%. W alejowym systemie rolno-leśnym możemy natomiast pozyskać 80% plonu ziarna jęczmienia oraz 40% produkcji drewna z wierzby w porównaniu z uprawami jednogatunkowymi, co sumarycznie daje nam 120% (rys. 16). W takim układzie wskaźnik wykorzystania gruntu wynosi 1,2.



Podobnie ma się sytuacja w przypadku sylwopastoralnego systemu zagospodarowania. Na przykład w pastwiskowych sadach tradycyjnych możemy z 1 hektara sadu w dobrym roku uzyskać nawet 40 ton jabłek, których wartość w systemie rolnictwa ekologicznego znacznie przekracza dochody, jakie moglibyśmy uzyskać z 1 hektara pastwiska. W ten sposób zwiększamy efektywność wykorzystania gruntu rolnego.

We współrzędnej uprawie topoli w krótkiej rotacji oraz pszenicy i jęczmienia w Brandenburgii uzyskano wskaźnik LER w zakresie 1,1–1,6 (Seserman i in. 2019⁵). W Wielkiej Brytanii rolno-leśna uprawa wierzby energetycznej i pszenicy dała wynik LER równy 1,4⁶. Wskaźniki w zakresie 1,0–1,4 zostały wyliczone dla upraw drzewno-ornych z dębem, sosną, wiśnią, orzechem lub topolą dla Hiszpanii, Francji i Holandii (Graves i in. 2007⁷).

Korzyści ekonomiczne z agroleśnictwa w perspektywie średnio-i długookresowej pojawiają się w postaci dochodu ze sprzedaży drzewa lub zrębek. Przy szacowaniu takiego dochodu należy uwzględnić koszty inwestycji i pielęgnacji drzew oraz strat plonów. Decyzja o zbiorze powinna zapaść w warunkach utrzymującej się dobrej koniunktury rynkowej na drewno.

⁵Seserman D. M., Freese D., Swieter A., Langhof M., Veste M. 2019. *Trade-off between energy wood and grain production in temperate alley-cropping systems: an empirical and simulation-based derivation of land equivalent ratio*. *Agriculture*, 9(7): 147.

⁶www.organicresearchcentre.com/wp-content/uploads/2020/09/WAF_FINAL_LOWESTres_spreads.pdf

⁷Graves A.R., Burgess P.J., Palma J.H.N., Herzog F., Moreno G., Bertomeu M., Dupraz C., Liagre F., Keesman K., van der Werf W. Koeffeman de Nooy A., van den Briel J.P. 2007. *Development and application of bio-economic modelling to compare silvoarable, arable and forestry systems in three European countries*. *Ecological Engineering*, 29: 434-449.

Znacznie trudniej jest wycenić korzyści środowiskowe z agroleśnictwa. Obecnie **nie uwzględnia się tzw. kosztów środowiskowych** produkcji rolnej, takich jak: **skutki dla zmiany klimatu, zanieczyszczenia wód i powietrza. Systemy rolno-leśne pomagają obniżyć te koszty poprzez bardziej racjonalne i wydajne gospodarowanie gruntami. Przyczyniają się także do większej akumulacji węgla w środowisku, głównie w biomase drzewnej, pozwalają ograniczyć nakłady oraz straty środków produkcji.** Podobnie jak obszary leśne uznawane są za obszary akumulacji węgla, tak za takie obszary powinny zostać uznane również powierzchnie systemów rolno-leśnych. Może to dać możliwość uzyskania dodatkowych dochodów w gospodarstwach rolnych poprzez uczestnictwo w tak zwanym handlu emisjami. Systemy takie funkcjonują już w USA, Australii, Nowej Zelandii oraz w niektórych krajach zachodniej części Europy. Rynek ten dynamicznie się rozwija, o czym może świadczyć cena kredytów węglowych, która w roku 2021 wzrosła z poziomu ok. 30 EUR/tonę do ponad 80 EUR/tonę. Systemy rolno-leśne posiadają jeden z najwyższych wskaźników sekwestracji węgla spośród praktyk rolnych, tak więc agroleśnictwo doskonale wpisuje się w model UE rolnictwa węglowego.

7.2. Produkty gospodarstw rolno-leśnych

W perspektywie czasu, wydaje się być właściwe wykorzystanie faktu pochodzenia produktów z gospodarstw rolno-leśnych w marketingu. Niewykluczone, że będą próby wprowadzenia „Systemu Jakości Agroleśnictwo” obok już istniejących, takich jak np. **System Rolnictwa Ekologicznego**. Rozwój rolnictwa węglowego oraz wzrost świadomości konsumentów w kontekście śladu węglowego żywności już w chwili obecnej wytworzył niszowy rynek zbytu produktów o zbilansowanym śladzie węglowym.

W ostatnim czasie mamy do czynienia ze znacznym wzrostem ceny drewna zarówno opałowego, jak i tartaczego. W roku 2021 średnia cena surowca drzewnego w Lasach Państwowych podawana przez GUS po raz pierwszy w historii przewyższyła poziom 200 zł/m³, osiągając cenę 212,26 zł/m³. Pewnym problemem przy sprzedaży drewna tartaczego oraz drewna dla przemysłu papierniczego i płyt wiórowych są niewielkie ilości produkcyjne, jakimi dysponują rolnicy. Problem niewielkich partii produkcyjnych nie występuje przy sprzedaży drewna opałowego, tzw. kominkowego. Drewno takie zazwyczaj znajduje zbyt w najbliższym sąsiedztwie gospodarstw rolnych.

Drewno z przeznaczeniem na biomasę (zrębki) dla energetyki stanowi odrębne zagadnienie. Ze względu na dużą kubaturę kluczowa jest tutaj odległość miejsca produkcji oraz stopień zmechanizowania procesu pozyskania biomasy. Pewną alternatywą możliwości zbytu dla producentów zrębek stanowią firmy ogrodnicze oraz powoli rozwijające się gospodarstwa permakulturowe, gdzie materiał ten chętnie wykorzystywany jest do ściółkowania gleby.

Ciekawym rozwiązaniem, które daje agroleśnictwo jest produkcja artykułów niszowych. Produkty takie ze względu na swoją wyjątkowość zazwyczaj osiągają wysokie ceny. Wiąże się to jednak z koniecznością trafienia w niszę lub posiadaniem dużych umiejętności marketingowych. Do takich typów produkcji możemy zaliczyć produkcję ziół (np. miodunka plamista), grzybów (w tym bocznika i shitake), owoców czy róż z przeznaczeniem na pozyskanie płatków.

Produkcja owoców konsumpcyjnych i do przerobu w systemach rolno-leśnych może być opłacalna w szczególności w momencie połączenia jej z systemem jakości rolnictwa ekologicznego. Rozproszenie produkcji, oraz mniejsze partie produkcyjne mogą stanowić problem na rynku żywności konwencjonalnej. Dodatkowym atutem możliwym do wykorzystania w systemach rolno-leśnych jest fakt, iż doskonale nadają się one do uprawy wysokopiennych drzew starych odmian, których owoce znajdują duże uznanie wśród konsumentów.

Na koniec warto wspomnieć o korzyściach społecznych agroleśnictwa. Drzewa, które obecnie oglądamy i użytkujemy niejednokrotnie były sadzone przez naszych ojców i dziadków. Zastanówmy się – co pozostawimy przyszłym pokoleniom?

LITERATURA POMOCNICZA W JĘZYKU POLSKIM

- Budzyński O., 1993. Zakładanie zadrzewień. Poradnik zadrzewieniowca województwa toruńskiego. Wydział Ochrony Środowiska Urzędu Wojewódzkiego w Toruniu, ss. 140.
- Karg J., 2013. Zadrzewienia śródpolne, strefy buforowe i miedze. Biblioteczka Krajowego Programu Rolnośrodowiskowego. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa, ss. 28.
- Kujawa A., Kujawa K., Zajączkowski J., Borek R., Tyszko-Chmielowiec P., Chmielowiec-Tyszko D., Józefczuk J., Krukowska-Szopa I., Śliwa P., Witkoś-Gnach K., 2018. Zadrzewienia na obszarach wiejskich – dobre praktyki i rekomendacje. Fundacja Ekorozwoju, Wrocław.
- <http://drzewa.org.pl/publikacja/1655-2/>
- Mika A., 2020. Cięcie drzew i krzewów owocowych. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, ss. 224.
- Muras P., Frazik-Abramczyk M., 2002. Żywopłoty. Praktyczny przewodnik zakładania i pielęgnacji. Wyd. Plantpress Sp. z o.o. Kraków, ss. 112.
- Norma branżowa, 1977. Materiał sadzeniowy. Sadzonki drzew i krzewów do upraw leśnych, plantacji i zadrzewień. Wyd. Normalizacyjne, Warszawa, ss. 95.
- OSA (Ogólnopolskie Stowarzyszenie Agroleśnictwa). Serwis internetowy. <https://www.agrolesnictwo.pl>
- Seneta W., 1975. Żywopłoty. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, ss. 216.
- Zajączkowski J., 2011. Ekspert – dobór gatunków do zadrzewień. Serwis internetowy <http://zadrzewienia.wl.sggw.pl>
- Zajączkowski J., Zajączkowski K., 2013. Hodowla lasu. Zadrzewienia. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, ss. 179.
- Zajączkowski K., 1999. Produkcja materiału sadzeniowego do zadrzewień. W: Sobczak R. (red.), Szkółkarstwo leśne, ozdobne i zadrzewieniowe. Wyd. Świat, Warszawa, ss. 187–211.
- Zajączkowski K., Tałałaj Z., Węgorzek T., Zajączkowska B., 2001: Dobór drzew i krzewów do zadrzewień terenów wiejskich. Wyd. Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa, ss. 78.
- Zajączkowski K., 2013. Hodowla lasu. Plantacje drzew szybko rosnących, Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, ss. 184.
- Związek Szkółkarzy Polskich. Serwis internetowy <https://zszp.pl>

OBCOJĘZYCZNA LITERATURA POMOCNICZA

- AFAC – Agroforesteries (Association Française Arbres Haies Champrêtres). Serwis internetowy francuskiej federacji zrzeszającej organizacje, promujące drzewa i żywopłoty.
<https://afac-agroforesteries.fr>
- Guide de préconisations de gestion durable des haies (Przewodnik po rekomendacjach zrównoważonej pielęgnacji żywopłotów). 2018.
<https://afac-agroforesteries.fr/wp-content/uploads/2020/04/Guide-de-préconisation-de-gestion-durable-des-haies-light.pdf>
- Référentiel national sur la typologie des haies modalités pour une gestion durable (Krajowe repozytorium w zakresie zrównoważonej pielęgnacji żywopłotów) 2019.
https://afac-agroforesteries.fr/wp-content/uploads/2020/04/référentiel-national-typologie-de-haies-Afac-Agroforesteries__light.pdf
- AFAF (Association Française d'Agroforesterie). Serwis internetowy Francuskiego Stowarzyszenia Agroleśnictwa.
<https://www.agroforesterie.fr>
<https://www.agroforesterie.fr/agroforesterie-documentation.php>
- AFTA (Association for Temperate Agroforestry). Serwis internetowy amerykańskiego stowarzyszenia promującego agroleśnictwo.
<https://www.aftaweb.org>
- Agroforestry Research Trust. Serwis internetowy brytyjskiej organizacji pozarządowej.
<https://www.agroforestry.co.uk>
- Arbre et Paysage 32. Serwis internetowy francuskiego stowarzyszenia, działającego na rzecz edukacji w zakresie drzew, wiejskich żywopłotów i agroleśnictwa.
<https://ap32.fr>
<https://ap32.fr/livrets/#AFarmagnac>
- Bender B., Chalmin A., Reeg T., Konold W., Mastel K., Spiecker H., 2009. Moderne Agroforstsysteme mit Werthölzern.
<https://www.agroforst.uni-freiburg.de/download/agroforstsysteme.pdf>
- Center for Agroforestry. University of Missouri. 2018. Training manual for applied agroforestry practices.
<https://centerforagroforestry.org/landowners/resources/training-manual-for-applied-agroforestry-practices>

- Chambre d'agriculture d'Ille-et-Vilaine. 2015. Produire du bois d'oeuvre dans le bocage. Poradnik dotyczący racjonalnego użytkowania żywopłotów z przeznaczeniem na tarcicę.
https://chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/002_inst-site-chambres/pages/recherche_innov/Agroforesterie_produire_bois_bocage.pdf
- C.D.A.F. (Centre de Developpement AgroForestier de Chimay). 2013. L'agroforesterie en Wallonie Etat des lieux et perspectives de bonnes pratiques (Agroleśnictwo w Walonii. Stan wiedzy i perspektywy dobrych praktyk). pp. 44.
https://transgal.projet-agroforesterie.net/pdf/Agroforesterie_en_Wallonie.pdf
- ČSAL (Česky Spolek pro Aroleśnictví). Serwis internetowy Czeskiego Stowarzyszenia Agroleśnictwa.
<http://agrolesnictvi.cz>
- DeFAF (Deutschen Fachverbandes für Agroforstwirtschaft). Serwis internetowy Niemieckiego Stowarzyszenia Agroleśnictwa. <https://agroforst-info.de>
- Deutscher Fachverband für Agroforstwirtschaft (DeFAF) e.V. 2021. Agroforstwirtschaft. Die Kunst, Bäume und Landwirtschaft zu verbinden.
https://agroforst-info.de/wp-content/uploads/2020/12/2020_DeFAF_Broschüre_final_Web.pdf
- Depalo L., Burgio G., Von Fragstein P., Kristensen H., Bavec M., Robačar M., Canali S., 2017. Impact of living mulch on arthropod fauna: Analysis of pest and beneficial dynamics on organic cauliflower (Brassica oleracea L. var. botrytis) in different European scenarios. Renewable Agriculture and Food Systems, 32(3): 240–247.
- EURAF (EUropean AgroForestry Association). Serwis internetowy Europejskiej Federacji Agroleśnictwa.
<http://www.europeanagroforestry.eu>
- Farm Woodland Forum. Serwis internetowy brytyjskiego forum współpracy w zakresie uprawy i wykorzystania drzew w gospodarstwach rolnych.
<https://www.agroforestry.ac.uk>
- Hedge Laying Association of Ireland. Strona internetowa Stowarzyszenia Kładzenia Żywopłotów Irlandii z linkami do tematycznych materiałów.
<https://hedgelaying.ie/index.php/category/resources>
- Hedgelink. Serwis internetowy brytyjskiej sieci współpracy na rzecz wprowadzania i utrzymywania żywopłotów.
<https://hedgelink.org.uk>
- Jankovič J., Pástor M., 2021. Agroleśnicka systémy a potenciál ich využívanja na Slovensku. Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen.
https://web.nlcsk.org/wp-content/uploads/2021/12/1_SLOV-LES_web.pdf
- Jäger M., 2017. Agroforstsysteme – Hochstamm-, Wildobstund Laubbäume mit Kulturpflanzen kombinieren. AGRIDEA, Szwajcaria (materiał do pobrania ze strony).
<https://agridea.abacuscity.ch/de/A~3048/0~0~Shop/Agroforstsysteme>
- La route de l'agroforesterie. Sieć współpracy rolników i ekspertów w zakresie systemów rolno-leśnych na obszarze Walonii i Flandrii (Belgia) oraz północnej Francji. Opis 18 gospodarstw (j. francuski).
https://rmt-agroforesteries.fr/wp-content/uploads/documents/fiches_fermes_fr_definitives_bonne_reso.pdf

- Lojka B. i in., 2020. Zavádění agrolesnických systémů na zemědělské půdě. Czeski Uniwersytet Rolniczy w Pradze. http://agrolesnictvi.cz/wp-content/uploads/2020/12/Certifikovaná-metodika_web.pdf
- Malézieux E., Crozat Y., Dupraz C., Laurans M., Makowski D., Ozier-Lafontaine H., Valantin-Morison M., 2009. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29 (2009): 43–62.
- Martinik i in. 2020. Když se řekne agrolesnictví, Didaktická pomůcka – stručně a přehledně o agrolesnictví. Uniwersytet Mendla w Brnie, pp. 66. http://agrolesnictvi.cz/wp-content/uploads/2021/01/agrolesnictvi-02_AK_FINAL_web.pdf
- Mia M.J., Furmanczyk E.M., Golian J., Kwiatkowska J., Malusà E. & Neri D. 2021. Living mulch with selected herbs for soil management in organic apple orchard. *Horticulturae* 2021, 7, 59
- Morhart C., Sheppard J., Douglas G.C., Lunny R., Spiecker H., Nahm M. 2015. Wertholz-Produktion in Agroforst-Systemen – Ein Leitfaden für die Praxis. <https://www.iww.uni-freiburg.de/leitfaden-wertholzproduktion-in-afs.pdf>
- Neri D., Polverigiani S., Zucchini M., Giorgi V., Marchionni F., Mia M.J. 2021. Strawberry living mulch in an organic vineyard. *Agronomy*, 11: 1643.
- Polverigiani S., Franzina M., Salvetti M., Folini L., Ferrante P., Scortichini M., Neri D., 2016. The effect of growth substrate on apple plant status and on the occurrence of blister bark symptoms. *Scientia Horticulturae*, 198: 233–241.
- Prom'Haies en Nouvelle-Aquitane. Strona internetowa regionalnego stowarzyszenia z Francji, promującego żywofloty i zadrzewienia. https://www.promhaies.net/infos/ressources_tous/agroforesterie-intraparcellaire,2619
- Raskin B., Osborne S. (red.), 2019. The agroforestry handbook. Agroforestry for the UK. Soil Association, Wielka Brytania. <https://www.soilassociation.org/media/19141/the-agroforestry-handbook.pdf>
- Savanna Institute. Serwis organizacji pozarządowej promującej agroleśnictwo w Stanach Zjednoczonych. <https://www.savannainstitute.org>
- Schulz V., Sharaf H., Weisenburger S., Morhart C., Konold W., Stolzenburg K., Spiecker H., Nahm M., 2020. Agroforst-Systeme zur Wertholzerzeugung Tipps für die Anlage und Bewirtschaftung von Agroforst-Systemen, sowie Betrachtung ökologischer, ökonomischer, landschaftsgestalterischer und rechtlicher Aspekte. https://agroforst-info.de/wp-content/uploads/2020/10/Agroforst-Systeme_Leitfaden.pdf
- National Agroforestry Center, USDA. Serwis internetowy narodowego centrum agroleśnictwa w Stanach Zjednoczonych, należącego do federalnego departamentu rolnictwa. <https://www.fs.usda.gov/nac>
- National Hedgelaying Society. Strona internetowa Narodowego Stowarzyszenia Kładzenia Żywopłotów (Wielka Brytania). <https://www.hedgelaying.org.uk/pg/info/styles.aspx>

- Warlop F., Corroyer N., Denis A., Conseil M., Fourrié L., Duha G., Buchmann C., Lafon A., Servan G., 2017. Associer légumes et arbres fruitiers en agroforesterie: Principes, éléments techniques et points de vigilance pour concevoir et conduire sa parcelle. pp. 40. Broszura projektu SMART, dotycząca współrzędnej uprawy drzew owocowych i warzyw.
https://www.grab.fr/wp-content/uploads/2017/09/guide_verger-maraicher_smart_GRAB_web-1.pdf
- Wezel A., Casagrande M., Celette F., Vian J.F., Ferrer A., Peigné J., 2014. Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(1): 1–20.
- World Agroforestry (ICRAF). Serwis internetowy Międzynarodowego Centrum ds. Badań Rolno-leśnych (ICRAF).
<https://www.worldagroforestry.org>
<https://www.agforward.eu>
<https://agroforestry.net.eu/afinet/?lang=pl>
<https://www.agroforestrysystems.eu/en/education-system>

ISBN 978-83-7562-386-4

Publikacja elektroniczna



**MINISTERSTWO
ROLNICTWA
I ROZWOJU WSI**