

Piotr Borysiuk, Paweł Kozakiewicz

## ZIELONA GOSPODARKA A ZAPOTRZEBOWANIE NA DREWNO

(JEŚLI NIE DREWNO TO CO?)

### WSTĘP

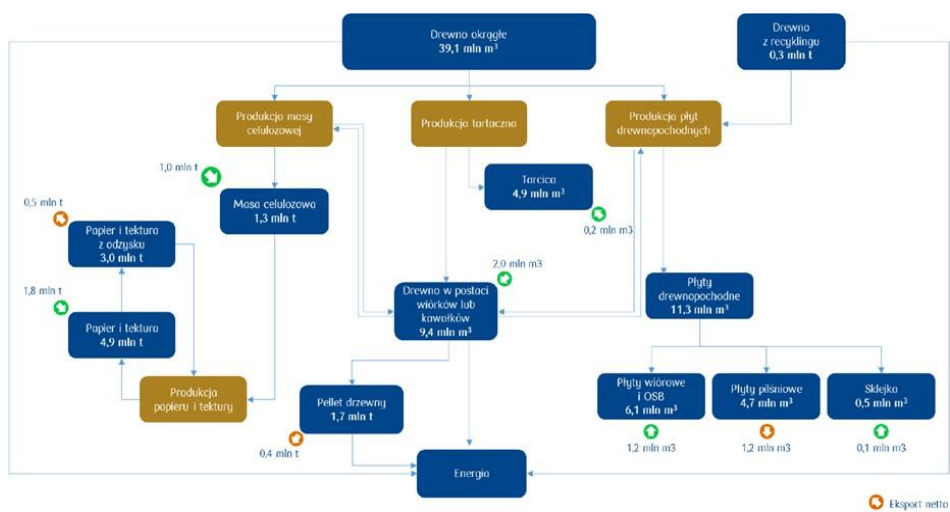
W przestrzeni medialnej i prawnej coraz częściej goszczą takie określenia jak zielona gospodarka, bioekologia, biogospodarka, inżynieria ekologiczna, które należy postrzegać jako kierunek działalności gospodarczej skoncentrowanej na zrównoważonym wykorzystywaniu zasobów naturalnych (biosurowców), celem wytworzenia bioproduktów, w technologiach przyjaznych dla środowiska. Kluczowa jest tu odnawialność, czyli zdolność do zaspokajania bieżących potrzeb społeczeństwa bez zubażania zasobów, tak aby mogły one służyć kolejnym pokoleniom. Pojęcie zrównoważonego rozwoju jako pierwsze pojawiło się w leśnictwie, oznaczając sposób gospodarowania lasem polegający na tym, że wycina się tylko tyle drzew, ile może w to miejsce urosnąć, tak by las trwał nieprzerwanie, by mógł się zawsze odbudować. Idea równoważonego rozwoju obecnie rozszerzyła się na funkcjonowanie całej planety. Zrównoważony rozwój Ziemi to rozwój, który zaspokaja podstawowe potrzeby wszystkich ludzi oraz zachowuje, chroni i przywraca zdrowie oraz integralność ekosystemu Ziemi, bez zagrożenia możliwości zaspokojenia potrzeb przyszłych pokoleń i bez przekraczania długookresowych granic pojemności ekosystemu naszej planety. Szczególną rolę w tym dążeniu ma zielona gospodarka oraz wspomniany sektor leśno-drzewny i szeroko rozumiany przemysł drzewny, tym bardziej, że wiele sektorów gospodarki związanych jest z wykorzystaniem tego naturalnego i zarazem cennego surowca.

Obecnie, opisane wyżej idee i dążenia stały się częścią składową Europejskiego Zielonego Ładu, pakietu inicjatyw politycznych, którego celem jest skierowanie Unii Europejskiej na drogę transformacji ekologicznej, a ostatecznie osiągnięcie przez nią neutralności klimatycznej do 2050 roku.

## PRZEMYSŁ DRZEWNY I SEKTORY GOSPODARKI ZWIĄZANE Z DRZEWNICTWEM

Przemysł drzewny w naszym kraju stanowi jedną z istotniejszych gałęzi gospodarki. Wytwarza ona niemal 2,5% PKB, czyli blisko 30 miliardów złotych rocznie. Drewno i wyroby z drewna stanowią ponad 9% wartości polskiego eksportu. Branża drzewna w Polsce obejmuje ponad 77 tys. przedsiębiorstw bezpośrednio i pośrednio związanych z przerobem drewna, w których zatrudnienie znajduje blisko 350 tys. pracowników. Stanowi to ok. 2 proc. zatrudnienia w całej gospodarce. Należy zaznaczyć, że 95% firm działających w tej branży to średnie i małe przedsiębiorstwa zatrudniające po kilka – kilkanaście osób. Większość z nich zlokalizowana jest na terenach mało zurbanizowanych i wiejskich.

Rozpatrując krajowy przemysł drzewny należy podkreślić, że nie jest to wytwórca tylko jednego produktu. Branża drzewna ma swoje przełożenie na każdą dziedzinę życia i funkcjonowania człowieka. Przy czym należy podkreślić, że wraz z rozwojem zielonej gospodarki udział drewna w różnej postaci w życiu człowieka ma tendencję wzrostową. Warto pamiętać, że surowiec drzewny jest przerabiany wielotorowo (Ryc. 1), przy czym pozostałości poprodukcyjne w jednym procesie stanowią surowiec do dalszego przerobu w innym. Zapewnia to możliwość wykorzystanie surowca drzewnego w prawie 100%. Dodatkowo umożliwia również odzyskiwanie z rynku i przerób drewna z recyklingu.



Rycina 1. Uproszczony schemat przepływu surowca drzewnego w Polsce (Balkiewicz-Żerek 2021)

Do najważniejszych sektorów gospodarki związanych bezpośrednio z przerobem surowca drzewnego w różnej postaci można zaliczyć:

- ◆ *przemysł tartaczny* – wytwórca materiałów tartych z drewna litego (desek, belek, bali, listew, łat, krawędziaków itd.) oraz wytwarzanych na ich bazie elementów klejonych wykorzystywanych w pozostałych gałęziach przemysłu drzewnego. W przemyśle tartacznym działa ok. 9,3 tys. podmiotów, tj. ok. 14% firm całego sektora drzewnego (stan na koniec 2019 r.). Prawie 92% firm tartacznych zatrudnia mniej niż 10 osób, 115 firm (1%) – 50 i więcej osób, a tylko 14 firm (0,2%) to przedsiębiorstwa duże, zatrudniające ponad 249 pracowników. 10 największych przedsiębiorstw tartacznych w Polsce przeciera łącznie ponad 3,5 mln m<sup>3</sup> drewna okrągłego. W 2020 r. (wg. Polskiej Izby Gospodarczej Przemysłu Drzewnego) w Polsce wyprodukowano łącznie 8900 tys. m<sup>3</sup> tarcicy z czego 7660 tys. m<sup>3</sup> stanowiła tarcica iglasta (Wnorowska 2020, 2021, 2022, 2023, Borysiuk i in. 2023)
- ◆ *przemysł płyt drewnopochodnych* – wytwórca m. in.: płyt pilśniowych produkowanych metodą suchą (LDF, MDF, HDF) i mokrą (porowate i twarde), płyt wiórowych i OSB, sklejek i płyt stolarskich. W 2022 r. na 46 liniach technologicznych wyprodukowano w Polsce łącznie 11,9 mln. m<sup>3</sup> tworzyw drzewnych. W tym czasie nasz kraj plasował się na 1 miejscu w Europie w produkcji płyt porowatych i na 2 miejscu w produkcji płyt wiórowych i płyt MDF/HDF. Warto podkreślić, że udział produktów ubocznych produkcji tartacznej w całkowitym zapotrzebowaniu producentów płyt na surowiec drzewny sięga 50%, co w połączeniu z drewnem z recyklingu daje łącznie ok. 5 mln m<sup>3</sup> surowca. Należy przy tym podkreślić, że udziału surowca wtórnego w produkcji (drewna z recyklingu) systematycznie wzrasta i w niektórych zakładach sięga on nawet 25% (Drzymała 2022, Borysiuk i in. 2023).
- ◆ *sektor meblarski* – wytwórca m. in.: mebli kuchennych, biurowych i sklepowych, mebli tapicerowanych do spania i siedzenia, materacy. W 2019 r. Polska była 2 największym na świecie eksporterem mebli i 1 na rynku europejskim. W 2020 r. w naszym kraju wyprodukowano m. in. 16,6 mln sztuk mebli do siedzenia o konstrukcji głównie drewnianej oraz 41,8 mln sztuk pozostałych mebli drewnianych. W 2021 r. przychody krajowych producentów ze sprzedaży mebli wyniosły ok. 60 mld zł, zaś polskie meble trafiły do 170 krajów. Największym europejskim odbiorcą mebli są Niemcy, zaś pozaeuropejskim Stany Zjednoczone (Balkiewicz-Żerek 2021).
- ◆ *sektor budowlany* – współczesne budynki drewniane charakteryzują się niskim śladem węglowym i dobrymi właściwościami izolacyjnymi-

mi, realizując tym samym założenia unijnych polityk klimatycznych. Nowoczesne drzewne materiały konstrukcyjne znajdują zastosowanie nie tylko w budownictwie jednorodzinym, lecz także w wielokondygnacyjnych budynkach użyteczności publicznej. W Polsce budynki o konstrukcji drewnianej stanowią nadal niewielki wycinek budownictwa mieszkaniowego. Szacuje się, że liczba budynków drewnianych stawianych w naszym kraju może wynosić ok. 5 tys. rocznie. Jednocześnie Polska jest trzecim w UE eksporterem prefabrykowanych domów z drewna. Wartość eksportu w 2021 r. osiągnęła 115,1 mln EUR. Największymi odbiorcami prefabrykowanych domów z drewna z Polski są Niemcy, Wielka Brytania i Norwegia (Wnorowska 2022, Wnorowska i Biernacki 2023, Modzelewska 2024).

- ◆ *sektor stolarki otworowej* – wytwórca m. in.: okien i drzwi drewnianych. Polska jest największym producentem okien i drzwi w UE, wartość eksportu tych wyrobów w 2020 r. wyniosła 2,38 mld euro, z czego blisko połowa przypadała na wyroby wytworzone na bazie drewna. Według danych GUS w 2022 r. wytworzono w naszym kraju w grupie „okna i drzwi, ościeżnice i progi z drewna” 17 983 474 m<sup>2</sup> wyrobów co przełożyło się na 12 518 245 sztuk wyrobów.
- ◆ *sektor materiałów podłogowych* – wytwórca m. in.: desek warstwowych, parkietu, mozaiki, paneli podłogowych. W 2021 r. Polska była na 1 miejscu w UE pod względem produkcji materiałów podłogowych z ponad 16% udziałem wśród krajów FEP (European Federation of the Parquet Industry). Według danych FEP w tym czasie w naszym kraju wyprodukowano ponad 13,2 mln m<sup>2</sup> materiałów podłogowych z drewna litego (bez paneli podłogowych laminowanych).
- ◆ *sektor opakowań drewnianych* – wytwórca m. in.: palet, opakowań tekturowych, skrzyń czy skrzyniopalet. W 2022 r. Polska została największym producentem palet EPAL 1200 × 800 mm w Europie. Rok wcześniej (w 2021 r.) 10-ciu największych producentów w naszym kraju wytworzyło 33,8 mln palet, co stanowiło ok. 1/3 produkcji palet EPAL na świecie. Warto przy tym zaznaczyć, że w 2021 r. o 7,6% wzrosła ilość palet naprawianych (Bez autora 2022).
- ◆ *sektor materiałów opałowych* – wytwórca m. in.: pelletu, brykietów, kawałkowego drewna opałowego wykorzystywanego w kotłach na paliwo stałe, jak również w kominkach. Warto podkreślić, że pellet czy brykiet wytwarzany jest w dużej części z pozostałości poprodukcyjnych (np. trocin itp.), co pozwala w efekcie wykorzystać 100% surowca. W 2021 r. w Polsce wyprodukowała 1450 mln ton pelletu, co uplasowało nasz kraj na 6 miejscu w Europie. Połowa z tej produkcji trafiła na eksport (Modzelewska 2022).

- ♦ *sektor drewnianej architektury ogrodowej* – wytwórca m. in.: mebli, altan i infrastruktury ogrodowej. W 2022 r. w Polsce 5 największych firm wyprodukowało łącznie ponad 630 tys. m<sup>3</sup> wyrobów z programu ogrodowego. Należy przy tym dodać, że co najmniej 75% wyrobów drewnianej architektury ogrodowej oferowanych w europejskich sieciach „dom i ogród” pochodzi z naszego kraju ((Bez autora 2021).
- ♦ *przemysł papierniczy* – z drewna pozyskiwana jest zarówno masa celulozowa jak i ścier drzewny. Z surowców tych produkowane są różne rodzaje papieru.

Warto podkreślić, że z branżą drzewną w ten czy inny sposób powiązanych jest wiele innych sektorów gospodarki, w tym szeroko rozumiany przemysł chemiczny dostarczający preparaty chemiczne (kleje, impregnaty, bejce, lakiery itp.). Drewno wykorzystywane jest również do produkcji niektórych sprzętów elektronicznych, instrumentów muzycznych, sprzętu sportowego oraz galanterii (akcesoriów, ozdób, przedmiotów codziennego użytku i zabawek).

Powyższe zestawienie, a także rynkowe dane statystyczne wyraźnie wskazują, że zapotrzebowanie na drewno w XXI wieku, mimo dynamicznego rozwoju nauki i technologii oraz pojawienia całej gamy nowych materiałów konstrukcyjnych i użytkowych, wcale nie maleje, a wręcz przeciwnie systematycznie rośnie. Jeśli uwzględnimy aspekty ekologiczne i środowiskowe oraz zrównoważonego rozwoju związane z wdrażaniem zielonej gospodarki to drewno wydaje się być materiałem trudnym do zastąpienia, a wielu wyrobach wręcz niezastępowalnym.

#### CECHY DREWNA JAKO MATERIAŁU UŻYTKOWEGO

Drewno jest tworzone siłami natury i jest naturalnym magazynem CO<sub>2</sub> wychwyconym z atmosfery. Przy wykorzystaniu paliw kopalnych jest masowo wydobywany, dawniej zdeponowany pod powierzchnią ziemi, węgiel (ropa naftowa, gaz ziemny, węgiel kamienny i węgiel brunatny) i powtórnie emitowany do atmosfery, tym samym zwiększając stężenie dwutlenku węgla i efekt cieplarniany. Podobny efekt daje masowe wykorzystywanie produktów na bazie paliw kopalnych.

Drewno ma niezaprzeczalny atut w stosunku do materiałów ropopochodnych a także innych materiałów np.: betonu, stali, szkła oraz tworzyw sztucznych. Jego powstanie jest wynikiem procesów fotosyntezy w żyjących roślinach drzewiastych, najbardziej wydajnych pochłaniaczy dwutlenku węgla z atmosfery. Ponadto procesy przetwarzania drewna

w stosunku do innych materiałów są mało energochłonne, więc pozostawiają niski ślad węglowy (niska emisja CO<sub>2</sub> do atmosfery).

Cechy i właściwości drewna są odzwierciedleniem funkcji, jakie pełniło w żywym organizmie roślinnym. Drewno to materiał, który wykazuje (w zależności od rodzaju) ogromną zmienność swoich właściwości. Jest materiałem anizotropowym, tzn. że ma różne właściwości w różnych kierunkach i niejednorodnym, czyli lokalnie zmienia swoje właściwości np. w obrębie sęków. Jednocześnie drewno wykazuje niezwykle korzystną charakterystykę właściwości wytrzymałościowych w odniesieniu do swojej niewielkiej gęstości i pod tym względem przewyższa inne materiały konstrukcyjne. Drewno wyborowej jakości (przy tej samej gęstości) dorównuje wytrzymałością metalom, a znacznie przewyższa pod tym względem tworzywa sztuczne, np. używane w produkcji stolarki budowlanej i mebli. Ponadto drewno wykazuje dobrą dźwiękochłonność, dzięki czemu stosując je stosunkowo łatwo spełnić współczesne wymagania dotyczące izolacyjności przegród. Drewno jest dobrym izolatorem, jego przewodność cieplna jest korzystnie, kilkakrotnie niższa od przewodności cieplnej metali, szkła i betonu. Drewno jest też ciepłe w dotyku, co ma kluczowe znaczenie w meblach służących do siedzenia i odpoczynku (elementów meblowych mających kontakt z ciałem użytkowników).

Drewno jest materiałem palnym ale trudno zapalnym. Pomimo palności, elementy drewniane zachowują w ogniu swą wytrzymałość dłużej niż na przykład elementy metalowe. Elementy metalowe – na skutek wysokiej przewodności cieplnej – szybko rozgrzewają się i znacznie rozszerzają i uplastyczniają, tracąc w związku z tym swą wytrzymałość i sztywność. Pod wpływem działania ognia drewno stosunkowo powolnie i stopniowo zwęglą się pokrywając się izolacyjną warstwą węgla drzewnego, który jest złym przewodnikiem ciepła i opóźnia jego przenikanie w głąb materiału, chroniąc w ten sposób jego partie wewnętrzne i utrudniając przepalenie. W ogniu konstrukcje drewniane załamują się stopniowo i powoli, co stwarza dogodne warunki ratownicze. Surowe, niezabezpieczone antypirynami drewno ma według klasyfikacji ogniowej (PN-EN 13501-1:2008 A1:2010), klasę palności D, emisji dymu s2 (niska toksyczność) oraz nie tworzy płonących kropeł w odróżnieniu od większości tworzyw sztucznych.

Drewno to również materiał higroskopijny mający zdolność do wymiany wilgoci z otaczającym powietrzem, co poprawia mikroklimat pomieszczeń ale drugiej strony stanowi istotne wyzwanie.

Woda, a ściślej para wodna, wnikając do ścian komórkowych drewna suchego rozsuwa krystalicy celulozy, na skutek czego maleją między ni-

mi siły wzajemnego przyciągania, umożliwiając im powrót do swego pierwotnego, naturalnego położenia, jakie miały w żywym drzewie. Przy odprowadzaniu wody z przestrzeni międzycząsteczkowych w ścianach komórkowych następuje proces odwrotny. A zatem w miarę zmian wilgotności higroskopijnej następują zmiany objętości i wymiarów liniowych oraz kształtu drewna, niepożądane np. w różnego rodzaju połączeniach konstrukcyjnych. Zjawisko osłabienia – pod wpływem wody – sił spójności międzycząsteczkowej w celulozie, przy zmieniającej się równocześnie konsystencji towarzyszących substancji bezpostaciowych, powoduje obniżenie wytrzymałości drewna. Tę niekorzystną cechę drewna, wynikającą z jego powinowactwa do wody, można ograniczać przez zablokowanie dostępu wilgoci do tego materiału. Jest to możliwe na przykład przez utworzenie na jego powierzchni powłok ochronnych lub przez wypełnienie substancjami hydrofobowymi wolnych przestrzeni znajdujących się w tkance drzewnej, co utrudni w nich ruch wody. W celu hydrofobizacji drewno można również poddać modyfikacji termicznej.

Trwałość wyrobów drewnianych jest w dużej mierze determinowana warunkami ich użytkowania. Najtrudniejsze jest użytkowanie przy narażeniu na czasowe nawilżanie w kontakcie z gruntem. Wówczas powstają dogodne warunki do rozwoju grzybów, rozkładających ten materiał. Wówczas niezbędne okazuje się zabezpieczenie drewna. Do impregnacji stosuje się roztwory soli mineralnych, związki oleiste oraz preparaty grzybobójcze. Nasycanie drewna przeprowadza się przez zanurzenie, powlekanie, smarowanie lub spryskiwanie roztworami odpowiednich, firmowych preparatów. Dane na temat naturalnej trwałości drewna zawarte są w normie PN-EN 350:2016-10, a klasyfikacja warunków użytkowania w normie PN-EN 335:2013-07, natomiast wskazania dotyczące konieczności impregnacji w normie PN-EN 460:1997.

Drewno dzięki swoim właściwościom, dostępności oraz łatwości obróbki ma tysiące bardzo różnorodnych zastosowań od specjalistycznych jak części maszyn i instrumentów muzycznych oraz sprzętu sportowego poprzez powszechne takie jak konstrukcje budowlane, podłogi, stolarka otworowa i meble aż po wysublimowane formy artystyczne w postaci rzeźb i ozdób biżuteryjnych. Należy przy tym zaznaczyć, że nie jest to jeden materiał, ale cała paleta materiałów, różnorodnych drewnien (około 80-u tysięcy gatunków) od ekstremalnie lekkiej balsy o gęstości  $50 \text{ kg/m}^3$  po zwarte, wręcz żelazne drewno gwajaku o gęstości  $1200 \text{ kg/m}^3$ . Współczesna nauka pozwala na wytwarzanie różnorodnych materiałów, które mogą być substytutami drewna niemal we wszystkich wyrobach, ale uwzględniając aspekty ekonomiczne i pozostawiany ślad węglowy to w wielu przypadkach przestaje być to łatwe i opłacalne.

## PRZEPISY EUROPEJSKIE A KWESTIA DREWNA

Nie będzie przesadą stwierdzenie, że sektor budowlany jest „kołem zamachowym” gospodarki. Użycie drewna w budownictwie (elementy konstrukcyjne, więźby dachowe, elewacje, stolarka otworowa, podłogi) a także wyposażenie wnętrz w postaci mebli stanowią główny obszar wykorzystania wartościowego drewna.

W Komunikacie Komisji Europejskiej „Fala renowacji na potrzeby Europy – ekologizacja budynków, tworzenie miejsc pracy, poprawa jakości życia” odnajdujemy ogólną informację iż zasoby budowlane w Europie mają zarówno wyjątkowy, jak i niejednorodny charakter, stanowiąc odzwierciedlenie różnorodności kulturowej i historii naszego kontynentu. Przed 2001 r. zbudowano ponad 220 mln modułów budynków, co stanowi 85% zasobów budowlanych Unii Europejskiej. 85–95% istniejących obecnie budynków będzie nadal stać w 2050 roku, ale wymagają one remontów.

Jednocześnie w dokumencie tym jest wyraźne wskazanie, że efektywność energetyczna jest istotnym kierunkiem działań, a sektor budowlany jest jednym z obszarów, w których należy zwiększyć wysiłki aby osiągnąć cel redukcji emisji gazów cieplarnianych o 55%, UE musi ograniczyć do 2030 r. emisje gazów cieplarnianych z budynków o 60%, ich zużycie energii końcowej o 14%, a zużycie energii na ogrzewanie i chłodzenie o 18%. Dlatego też UE powinna pilnie skupić się na tym, jak sprawić, by nasze budynki stały się bardziej energooszczędne, mniej emisyjne w całym cyklu życia i bardziej zrównoważone. Cel to renowacja 35 mln modułów budynków do 2030 roku.

Stosowanie zasad obiegu zamkniętego w przypadku renowacji budynków zmniejszy emisje gazów cieplarnianych związane z materiałami wykorzystywanymi w budynkach i tu zdecydowanie preferowane jest drewno. Chodzi tu również o graniczenie emisji dwutlenku węgla w całym cyklu życia budynków, w tym poprzez wykorzystanie bioproduktów takich jak drewno. Działania te wpisują się w cel osiągnięcia neutralności klimatycznej.

Jednocześnie wiadomym jest, że poprzez wzrost powierzchni leśnych zwiększa się wielkość pochłaniania dwutlenku węgla, który po naturalnym przetworzeniu w organizmach drzew jest deponowany w drewnie (między innymi w postaci holocelulozy i ligniny). To legło u podstaw pomysłu, że ograniczenie wycinki lasów przyczyni się do zapewnienia bezpieczeństwa klimatycznego a przy okazji wpłynie pozytywnie na bioróżnorodność. Wydaje się, że nazbyt radykalna zmiana w tym zakresie



może przynieść efekt wręcz odwrotny. W lasach europejskich od dziesięcioleci prowadzona jest zrównoważona gospodarka, a statystyki pokazują, że powierzchnia tych lasów systematycznie rosła przy dotychczasowych zasadach pozyskania.

Drewno jest swoistym magazynem węgla nie tylko w pniach żyjących drzew, a przede wszystkim po jego pozyskaniu (wywiezieniu z lasu), a następnie przetworzeniu i użytkowaniu w postaci różnorodnych produktów, których czas życia może być wydatnie wydłużony w ramach umiejętnego recyklingu. Jeśli to samo drewno pozostanie w lesie to dość szybko wróci do atmosfery rozłożone przez organizmy grzybowe („zamrożenie”, magazynowanie CO<sub>2</sub> będzie mniej efektywne, zdecydowanie krótsze).

#### **BIOMATERIAŁY – PRZYKŁADOWE ZAMIENNIKI DLA DREWNA**

Potencjalną możliwością zastąpienia surowca drzewnego pozyskiwanego z lasów są rośliny jednoroczne czy też drewno pochodzące z upraw (plantacje i sady). W świecie znanych jest ponad 250 000 gatunków roślin wyższych (w tym jednorocznych i bylin), ale tylko około 500 gatunków spośród nich może być użytych do produkcji tworzyw drzewnych i mas celulozowo – papierniczych. O przydatności danych gatunków roślin decyduje ich charakterystyka morfologiczna, właściwości fizyczne, skład chemiczny, a także dostępność. W praktyce, do realizacji wyżej wymienionych celów, wykorzystuje się zaledwie kilka gatunków. Przetwarza się łodygi roślin (np. słoma zbożowa, trzcina, bawełna, kenaf, trawy) lub tylko ich części łykowe (np. len, konopie, juta), liście (np. sizal) bądź owoce (np. orzech kokosowy).

Światowa ilość biomasy pochodzącej z roślin jednorocznych i trawiających, postrzegana jako uboczne produkty działalności rolniczej i przetwórstwa rolno – spożywczego, szacowana jest prawie na 1,3 mld Mg/rok. W samych Chinach rocznie niewykorzystanych pozostaje około 700 mln Mg pozostałości rolniczych. Z kolei w UE roczna produkcja słomy zbóż wynosi około 140 mln Mg, z czego tylko 2% do 3% jest wykorzystywane przemysłowo. W Polsce najpowszechniej uprawia się pszenicę i żyto. Słoma ogólnie pozyskana z tych zbóż to około 19 mln Mg rocznie. Biorąc pod uwagę, iż rolnictwo wykorzystuje ją w 70%, wynika, że pozostałe 30%, może stać się alternatywną bazą surowcową dla przemysłu płytowego bądź też papierniczego. Wykorzystanie takich potencjałów może nie tylko zaspokoić popyt na surowce lignocelulozowe do produkcji płyt, ale również zmniejszyć obciążenia dla środowiska na-

turalnego wynikające z tradycyjnej formy utylizacji (spalanie, pozostawianie do zgnicia na polu). Spostrzeżenia te potwierdza szereg realizowanych na świecie badań w tym zakresie. Możliwości zastosowania w przemyśle płyt drewnopochodnych znalazły między innymi takie pozostałości przemysłu rolniczego jak (Kozakiewicz i Nicewicz 2003, Müller i in. 2012): wspomniana już słoma zbóż, łodygi bawełny, konopi i juty, słoma rzepakowa, łodygi miskanta olbrzymiego i lnu, odpady z liści herbaty, gałęzie kiwi, gałęzie palmy daktylowej, łodygi i rdzeń kenafu, łuski ryżu, cząstki kawy, łupiny orzechów, łupiny migdałów, łupiny duriana i orzecha kokosowego, łodygi słonecznika, bagassa, elementy kolb i łodyg kukurydzy, liście ananasa, łodygi pomidora, łodygi bakłażana, łodygi winorośli, łodygi z wiesiołka. Wszystkie te pozostałości przemysłu rolniczego mogą stanowić pełny substytut surowca drzewnego lub być wykorzystane jak uzupełnienie dotychczasowej bazy surowcowej. Z kolei włókna szałiu, juty, konopi, lnu czy kenafu mogą być również wykorzystane jako napełniacze kompozytów WPC (Wood – Plastic Composites).

Należy w tym miejscu zaznaczyć, że obecnie w Polsce działa zaledwie jedna firma branży płytowej – VestaEco COMPOSITES Sp. z o.o. (<https://www.vestaeco.pl>), która wykorzystuje pozostałości przemysłu rolniczego w postaci słomy zbóż do produkcji płyt lignocelulozowych dedykowanych do zastosowań głównie w budownictwie. Posiada ona w swojej ofercie m. in. 8 wariantów płyt zróżnicowanych pod względem gęstości i stopnia rozdrobnienia surowca. Płyty te (Ryc. 2), zależnie od gęstości, mogą być wykorzystywane zarówno w budownictwie jak i w meblarstwie. Fornirowane płyty firmy VestaEco posiada w swojej ofercie firma Zadrozni sp. z o.o. (<https://zadrozni.pl/>) Brak jest jednak dostępnych informacji na temat faktycznego wykorzystania tych płyt przez firmy produkujące meble.



Rycina 2. Płyta VestaEco LIGHT MDF  
(<https://www.vestaeco.pl>)

Pozostałe krajowe podmioty (w tym z branży papierniczej), póki co nie zajmuje się wykorzystaniem roślin jednorocznych. Powody takiej sytuacji to m.in.:

- ♦ trudności w pozyskaniu dostatecznej ilości tego typu biomasy, z powodu rozdrobnienia gospodarstw rolnych;
- ♦ często możliwość zbioru surowca jedynie raz w roku, co wiąże się z koniecznością magazynowania go przez cały rok;
- ♦ nieekonomiczny transport w porównaniu z drewnem; ponieważ jest to materiał o stosunkowo niskim ciężarze objętościowym należy go belować;
- ♦ w przypadku przemysłu płytowego konieczność łączenia cząstek żywicami izocyjanianowymi, które są znacznie droższe od powszechnie stosowanych żywic aminowych.

W USA firma Fibonaccii LLC znana też jako HempWood Company (Murray, Kentucky) posiada w swojej ofercie wyroby prasowane z łądy konopi (Ryc. 3, 4) w postaci płyt, belek oraz materiałów podłogowych (<https://hempwood.com/>). Wyroby z konopi wytwarzane są w oparciu o kleje na bazie soi i dedykowane są do zastosowań wewnętrznych w tym na elementy mebli (np. blaty robocze). Materiały produkowane przez HempWood Company charakteryzują się gęstością na poziomie  $960 \text{ kg/m}^3$  i twardością o ok. 20% wyższą niż drewno dębu białego amerykańskiego (twardość Janki ok. 9800N). Zgodnie z deklaracją producenta materiały mogą być obrabiane (cięcie, struganie, frezowanie, toczenie, wiercenie itp.) i łączone podobnie jak drewno lite.



Rycina 3. Materiał prasowany z łądy konopi oferowany przez HempWood Company (<https://hempwood.com/>)



Rycina 4. Blat stołu wykonany z drewna konopnego (Halik 2023)

Podobną technologię produkcji tzw. „drewna konopnego” w Polsce rozwija firma The Thru Green z Turcji. Firma wskazuje, że kompozyty na bazie łądyg konopi włóknistej, z powodzeniem mogą być wykorzystane w meblarstwie i budownictwie (Dobroszek 2022, Duszczyk 2024). W oparciu o wytworzone w skali półtechnicznej „drewno konopne” wspólnie z Husarska Design Studio firma The Thru Green stworzyła przykładową kolekcję mebli prezentowaną m. in. na Milano Design Week 2024.

Przykładem innego materiału bazującego na roślinach jednorocznych jest Resysta, oferowana przez firmę Resysta International GmbH (<https://www.resysta.com/>). Materiał ten nawiązuje swoim wyglądem i sposobem wytwarzania do kompozytów WPC. W skład materiału Resysta wchodzi ok. 60% łuski ryżowej, ok. 22% soli kamiennej i ok. 18% oleju mineralnego. Zgodnie z deklaracją producenta wyroby wykonane z tego materiału są odporne między innymi na warunki atmosferyczne, wodę i promieniowanie UV. Materiał Resysta jest dostępny w szerokiej gamie kolorów i może być wykorzystany zarówno w aplikacjach zewnętrznych jak i wewnętrznych, w tym jako materiał do wytwarzania elementów mebli.



Rycina 5. Przykładowe wyroby wytłaczane z materiału Resysta

(<https://www.resysta.com/>)

W Polsce zbliżony materiał o nazwie CROSWOOD na bazie łuski ryżowej oferuje firma CROSWOOD Sp. z o.o. (<https://www.croswood.pl/>). Produkty CROSWOOD, w odniesieniu do materiału Resysta charakteryzują się zmodyfikowanym składem chemicznym i są barwione w masie. Główną zaletą takiego rozwiązania jest to, że w razie uszkodzenia produktu, zachowuje on cały czas jednolite wybarwienie.

Obecnie prowadzone są również badania w zakresie wykorzystania, głównie w przemyśle płytowym, surowca pozyskiwanego z drzew czy krzewów pochodzących z sadów i plantacji. Analizowano m. in. przydatność pędów maliny właściwej (Kowaluk i Wronka 2019), aronii czarnej (Wronka i Kowaluk 2020), czy też gałęzi pochodzących z cięć pielęgnacyjnych drzew jabłoni, śliw czy wiśni. Wskazano, że co roku na plantacjach krzewów owocowych powstaje ok. 305 400–610 800 ton biomasy, zaś w sadach i na plantacjach drzewek owocowych powstaje 446 000–1 561 000 ton biomasy (Borysiuk i in. 2023). Niestety, podobnie jak i w przypadku roślin jednorocznych, dosyć istotnym ograniczeniem w wykorzystaniu tego surowca jest jego mała dostępność i rozproszenie w skali kraju.

W dotychczas publikowanych pracach, badaniom poddano również pochodzące z upraw plantacyjnych szybko rosnące odmiany drzew, takie jak topola „Hybrida 275” i modrzew europejski (Boruszewski i in. 2016, Boruszewski i in. 2021). Wskazano, że właściwości biomasy pozyskanej z przedstawionych szybko rosnących drzew (pochodzących z upraw plantacyjnych), pozwalają uznać je za potencjalnie atrakcyjne w przemyśle materiałów drewnopochodnych oraz przy produkcji papieru. Z kolei przykładem wykorzystania wierzby krzewiastej jest materiał Salixduo (Ryc. 6) opracowany przez zespół badawczy pod kierownictwem profesor Bogusławy Waliszewskiej z Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu we współpracy z Ośrodkiem Badawczo-Rozwojowym Przemysłu Płyt Drewnopochodnych w Czarnej Wodzie, w ramach projektu "Innowacyjny produkt z wierzb krzewiastych dla przemysłu drzewnego". Materiał wytwarzany może być z jedno- dwu- i trzyletnich pędów, przy czym w zależności od potrzeb jego gęstość może wynosić 660 kg/m<sup>3</sup> lub 880 kg/m<sup>3</sup>.



Rycina 6. Salixduo – innowacyjny produkt z wierzby krzewiastej (<https://businessinsider.com.pl>)

W ostatnich latach na plantacjach drzew szybko rosnących w Europie, w tym w Polsce, coraz częściej pojawiają się także drzewa z rodzaju *Paulownia*, przy czym w obrocie handlowym dostępne są jej liczne hybrydy, które mają być odporne na lokalne warunki. W naszym kraju najpowszechniej spotyka się odmianę „Oxytree” jak również dostępne są odmiany „Cotevisa 2” i „Shan Thong” (Lisowski 2019, <https://www.ekologia.pl>). W 2022 r. obszar obsadzony tymi sadzonkami w Polsce wynosił łącznie ok. 140 ha. Gęstość drewna paulowni przy wilgotności 12% wynosi średnio  $300 \text{ kg/m}^3$ , przy czym niezależnie od stosunkowo niskiej wartości gęstości drewno paulowni odznacza się korzystnymi parametrami wytrzymałościowymi (wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien ok. 24,7 MPa, wytrzymałość na zginanie statyczne ok. 38,6 MPa, moduł sprężystości przy zginaniu statycznym ok. 5153 MPa). Według danych literaturowych właściwości paulowni można poprawić w procesie prasowania wysokociśnieniowego (od 20 do 100 MPa) (Grześkiewicz i in. 2020). Prowadzone badania wskazują również na możliwość wykorzystania tego surowca (nawet 3. letnie drzewa) do wytwarzania płyt wiórowych, które przy gęstości ok.  $650 \text{ kg/m}^3$  spełniają wymagania stawiane płytom meblowym. Rozpatrując możliwość wykorzystania drewna paulowni w Polsce należy jednak zwrócić uwagę na pewne ograniczenia w rozwoju plantacji jakie wynikają z wymagań, które należy spełnić podczas wzrostu drzew. Między innymi chodzi o zapotrzebowanie na wodę, które dla plantacji wynosi ok. 800 mm (suma rocznych opadów). Suma przeciętnych rocznych opadów w Polsce wynosi średnio ok. 600 mm co oznacza, że chcąc uzyskać odpowiednie plony, plantacje paulowni muszą być dodatkowo nawadniane.

Uprawa plantacyjna stanowi alternatywę dla pozyskiwania drewna z lasów gospodarczych, ale ze względu na szczególne wymagania szybko rosnących drzew może być wprowadzona tylko w ograniczonym zakresie.

#### PODSUMOWANIE

Współczesne wyzwania związane z utrzymaniem stabilności klimatycznej naszej planety każą zrewidować dotychczasowe spojrzenie na gospodarkę opartą na surowcach kopalnych i ich pochodnych (tworzywach sztucznych). Nadszedł czas na powrót do biomateriałów, wśród których szczególne miejsce zajmuje drewno. Ideą współczesnej gospodarki jest zrównoważony rozwój i zapewnienie odnawialności zasobów, z których korzystamy w co wpisują się założenia zielonej gospodarki.

Światowe zapotrzebowanie na drewno w XXI wieku systematycznie rośnie, co wynika z demografii, a także z dążenia do odejścia od produktów ropopochodnych oraz produktów energochłonnych pozostawiających przy ich wytwarzaniu duży ślad węglowy. Inżynieria materiałów drzewnych nadal się rozwija i w tym zakresie należy spodziewać kolejnych, innowacyjnych produktów o sterowanych właściwościach dobieranych pod kątem wymagań związanych z ich użytkowaniem.

Na drodze tej pozytywnej przemiany paradoksalnie mogą stać przepisy europejskie, które tę przemianę miały wspierać. Z jednej strony Unia Europejska preferuje drewno do wielorakiego użycia jako materiału odnawialnego o niskim (wręcz ujemnym śladzie węglowym), predystynowanym między innymi do renowacji budynków, a jednocześnie stawia bardzo szerokie i wyraźne granice w jego pozyskaniu, tym samym znacząco wręcz krytycznie ograniczając jego dostępność.

Współczesna nauka pozwala na wytwarzanie różnorodnych materiałów, które mogą być substytutami drewna niemal we wszystkich wyrobach i zastosowaniu. Jeśli jednak uwzględnimy aspekty ekonomiczne oraz szerzej ekologiczność procesów technologicznych i możliwość łatwego recyklingu oraz powstający ślad węglowy w kontekście stabilności klimatycznej, to zamiana ta staje się trudna do realizacji. W tym kontekście racjonalne wydaje się tylko użycie innych biomateriałów pochodzenia roślinnego.

#### LITERATURA (BIBLIOGRAFIA)

- Balkiewicz-Żerek A., 2021: Strategia Leśna UE 2030 a przetwórstwo drewna w Polsce. Monitoring branżowy, Analizy Sektorowe.  
[https://www.pkobp.pl/media\\_files/d5265cb4-af19-4f3d-a4d8-19bbe8fe8797.pdf](https://www.pkobp.pl/media_files/d5265cb4-af19-4f3d-a4d8-19bbe8fe8797.pdf)  
(dostęp 04.06.2024)
- Bez autora, 2021: Europa grodzi się polskimi płotami. *Przemysł Drzewny* 03, 32–35
- Bez autora, 2022: Dziesięciu największych producentów wytwarza 33,8 mln palet. *Przemysł Drzewny* 02, 30–31
- Boruszewski P., Kurowska A. Jankowska A. 2016: Influence of poplar "hybrid 275" fibres addition on mat pressing in MDF technology. *Proceedings of the XXIII TECNICELPA – International Forest, Pulp and Paper Conference*, 12–14 October 2016 – Tomar, Portugal
- Boruszewski P., Laskowska A., Jankowska A., Klisz M., Mionskowski M. 2021: Potential Areas in Poland for Forestry Plantation. *Forests* 12, 1360
- Borysiuk P., Auriga R., Adamik Ł., 2023: Alternatywne surowce lignocelulozowe do produkcji płyt wiórowych. VI Międzynarodowa Konferencja "Modyfikacja i Obróbka Kompozytów Drzewnych" 06-08.09.2023 r. Kiryk. Zakopanego (referat)
- Borysiuk P., Kozakiewicz P., Krzosek S., 2023: Drzewne materiały konstrukcyjne. *Wyd. II poprawione i uzupełnione*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, ISBN 978-83-8237-156-7 (wersja papierowa) ISBN 978-83-8237-156-4 (wersja elektroniczna)



- Borysiuk P., Kozakiewicz P., 2024: Biogospodarka leśno – drzewna powiatu starachowickiego. Rozdział w Wdrażanie biogospodarki obiegu zamkniętego na poziomie lokalnym – Implementing the Circular Bioeconomy at the Local Level (Raport Bio-GoLocal), Wydanie I, Wydawcy: Fundacja Edukacji i Dialogu Społecznego „Pro Civis” i Ressurs & Miljø AS, Kielce.
- Dobroszek K., 2022: Drewno konopne to przyszłość budownictwa? The True Green chce ograniczyć degradację środowiska. My Company Polska.  
<https://mycompanypolska.pl/artykul/drewno-konopne-to-przyszlosc-budownictwa-the-true-green-chce-ograniczyc-degradacje-srodowiska/9331> (dostęp 04.06.2024).
- Drzymała K., 2022: Polska zużywa więcej płyt wiórowych niż Rosja czy Niemcy. Przemysł Drzewny 01, 30–33.
- Duszczyk M., 2024: Meble z konopi. Polacy stworzyli alternatywę dla wycinki drzew.  
<https://cyfrowa.rp.pl/biznes-ludzie-startupy/art40268421-meble-z-konopi-polacy-stworzyli-alternatywe-dla-wycinki-drzew> (dostęp 04.06.2024).
- Grzeškiewicz M., Zawadzki J., Drożdżek M., Kozakiewicz P., Laskowska A., Radomski A., Gawron J., Bytner O., 2020: Sposób modyfikacji drewna. Wynalazek, Chroniony, Numer zgłoszenia (w pierwszym kraju zgłoszenia powyżej): 432836, Numer patentu/prawa: 242309, Data zgłoszenia (w pierwszym kraju zgłoszenia powyżej): 04-02-2020, Data udzielenia prawa: 04-10-2022.
- Halik D., 2023: Drewno przyszłości rośnie w Polsce? <https://exumag.com/styl-zycia/zielona-inicjatywa/the-true-green-drewno-przyszlosci-rosnie-w-polsce> (dostęp 04.06.2024).
- <https://businessinsider.com.pl/technologie/nowe-technologie/oryginalnosc-innowacyjnosc-i-ekologia-salixduo-nowym-materialem-w-przemysle-drzewnym/591bk8c> (dostęp 05.06.2024)
- <https://hempwood.com/> (dostęp 04.06.2024)
- <https://www.croswood.pl/> (dostęp 04.06.2024)
- <https://www.ekologia.pl/srodowisko/oxytree-w-polsce-wlasciwosci-i-opinie-co-to-jest-oxytree/> (dostęp 05.06.2024)
- <https://www.resysta.com/en/> (dostęp 04.06.2024)
- <https://www.vestaeco.pl/index.html> (dostęp 04.06.2024)
- <https://zadrozni.pl/> (dostęp 04.06.2024)
- Komunikat Komisji Europejskiej z 14.10.2020 „Fala renowacji na potrzeby Europy – ekologizacja budynków, tworzenie miejsc pracy, poprawa jakości życia”.
- Kowaluk, G., Wronka, A., 2019. Influence of density on selected properties of furniture particleboards made of raspberry *Rubus idaeus* L. lignocellulosic particles. *Forestry and Wood Technology* 105, 62–70.
- Kozakiewicz P., Nicewicz D. 2003: Surowce włókniste i sposoby ich rozdrabniania. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Lisowski J., 2019: Oxytree – gigant w procesie fotosyntezy. <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/oxytree-smog-drzewa-WSA-Lomza-7614.html> (dostęp 05.06.2024).
- Modzelewska S., 2022: Poszybują ceny i może zabraknąć pelletu. *Przemysł Drzewny Research & Development* 02, 38–44.
- Modzelewska S., Prefabrykacja budynków drewnianych w Polsce. Jak zmienił się rynek? *Przemysł Drzewny Research & Development* 01, 50–57.
- Müller Ch., Schwarz U., Thole V., (2012) Zur Nutzung von Agrar-Reststoffen in der Holzwerkstoffindustrie. *Eur. J. Wood Prod.* 70: 587–594.  
<https://doi.org/10.1007/s00107-011-0589-0>.



- PN-EN 335:2013-07 Trwałość drewna i materiałów drewnopochodnych. Klasy użytkowania: definicje, zastosowanie do drewna litego i materiałów drewnopochodnych w zakresie trwałości drewna stosowanego w klasach zagrożenia.
- PN-EN 350:2016-10 Trwałość drewna i materiałów drewnopochodnych. Badanie i klasyfikacja trwałości drewna i materiałów drewnopochodnych wobec czynników biotycznych.
- PN-EN 460:1997 Trwałość drewna i materiałów drewnopochodnych – Naturalna trwałość drewna litego – Wytyczne dotyczące wymagań
- PN-EN 13501-1:2008 A1:2010 Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków. Część 1: Klasyfikacja na podstawie wyników badań reakcji na ogień.
- Wnorowska M., 2020: Polskie tartaki odrobiły lekcję z lockdownu. Przemysł Drzewny Research & Development 04, 22–31.
- Wnorowska M., 2021: Największe polskie tartaki koncentrują produkcję. Przemysł Drzewny Research & Development 04, 28–36.
- Wnorowska M., 2022: Drewno konstrukcyjne klejone. Przemysł Drzewny Research & Development 03, 18-23.
- Wnorowska M., 2022: Szykuje się mocne tąpnięcie w Polskim tartacznictwie. Przemysł Drzewny Research & Development 04, 31–41.
- Wnorowska M., 2023: TOP25 największych przedsiębiorstw tartacznych. Przemysł Drzewny Research & Development 04, 21–32.
- Wnorowska M., Biernacki K., 2023: Duże domy i klienci instytucjonalni. Przemysł Drzewny Research & Development 01, 18–26.
- Wronka, A., Kowaluk, G., 2020. Selected physical and mechanical properties of particleboards produced from lignocellulosic particles of black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott). *Forestry and Wood Technology* 112,60–70.

Dr hab. Piotr Borysiuk, prof. SGGW <sup>1</sup>

Dr hab. Paweł Kozakiewicz, prof. SGGW <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Wydział Technologii Drewna

piotr\_borysiuk@sggw.edu.pl

<sup>2</sup> Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Instytut Nauk Drzewnych i Meblarstwa

pawel\_kozakiewicz@sggw.edu.pl

*Referat z sesji naukowej nt.: "Aktualne dylematy rozwojowe polskiego leśnictwa" z okazji 123 Zjazdu Delegatów Polskiego Towarzystwa Leśnego w Nałęczowie, 04-07.09.2024 r.*