

BIULETYN INFORMACYJNY

OŚRODKA BADAWCZO-ROZWOJOWEGO

PRZEMYSŁU PŁYT DREWNOPOCHODNYCH

w Czarnej Wodzie

1-2/2022



Biuletyn Informacyjny

*Ośrodka Badawczo-Rozwojowego
Przemysłu Płyt Drewnopochodnych sp. z o. o.
w Czarnej Wodzie*

**1 - 2
2022**

Biuletyn Informacyjny Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Przemysłu Płyt Drewnopochodnych w Czarnej Wodzie jest czasopismem wydawanym w cyklu półrocznym. Zamieszczane są w nim opracowania dotyczące istotnych dla przemysłu płyt drewnopochodnych zagadnień z praktycznego i naukowego punktu widzenia. Wszystkie publikowane artykuły naukowe są recenzowane. Archiwalne numery czasopisma są dostępne w bibliotece OB-RPPD Sp. z o. o. w Czarnej Wodzie lub na stronie internetowej <http://biuletyn.online>.

Obszary badawcze czasopisma: drzewnictwo, tworzywa drewnopochodne, tworzywa kompozytowe WPC, budownictwo z drewna, materiały drewnopochodne dla meblarstwa, obróbka materiałów drewnianych

© Copyright by OB-RPPD w Czarnej Wodzie, Czarna Woda 2022

Utwór w całości, ani we fragmentach nie może być powielany, ani rozpowszechniany za pomocą urządzeń elektronicznych, mechanicznych, kopiujących, nagrywających i innych, bez pisemnej zgody posiadacza praw autorskich.

All rights reserved. No part of this journal may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any storage retrieval system, without permission from the Publisher.

Rada Naukowa / Scientific Board:

- prof. Pavlo Bekhta, Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine
- prof. Vlado Goglia, University of Zagreb, Zagreb, Croatia
- dr hab. inż. Grzegorz Kowaluk, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa, Polska
- prof. Ján Sedliačik, Technical University in Zvolen, Zvolen, Slovakia
- dr. hab. Zbigniew Werner, prof. NCBJ, Narodowe Centrum Badań Jądrowych Świerk, Otwock, Polska
- dr inż. Jacek Wilkowski, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa, Polska
- dr hab. inż. Piotr Borysiuk, prof. SGGW, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Warszawa, Polska
- dr hab. inż. Piotr Boruszewski, prof. SGGW, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Warszawa, Polska
- dr inż. Marek Barlak, Narodowe Centrum Badań Jądrowych Świerk w Otwocku, Otwock, Polska
- dr hab. Tomasz Rogoziński, prof. UPP, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Poznań, Polska
- dr hab. Maciej Sydor, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Poznań, Polska
- dr inż. Radosław Auriga, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Warszawa, Polska

Zespół Redakcyjny / Editorial Group:

- prof. dr hab. Mariusz Mamiński - Redaktor Naczelny

Wersja drukowana: ISSN 0209-2190

- Leszek Danecki
- Maria Ostrowska
- Marek Jekielek

Wersja online: ISSN 2657-8484

- Jacek Wilkowski
- Marek Barlak
- Radosław Auriga

Wydawca / Publisher:

OB-RPPD w Czarnej Wodzie
ul. A. Mickiewicza 10a, 83-262 Czarna Woda, Polska
www.obrppd.com.pl, obrppd@obrppd.com.pl

Nakład: 60 egzemplarzy

SPIS TREŚCI

I. Artykuły naukowe.....	5
Celuloza bakteryjna - zastosowanie	5
Celuloza bakteryjna - czynniki warunkujące wydajność syntezy	19
Nieskończona trwałość narzędzi skrawających - teoretyczne rozważania w kontekście tribologii relatywistycznej	43
Zwiększenie możliwości technicznych implantatora jonów w procesach obróbki narzędzi	59
II. Statystyka	83
III. Konferencje, zebrania, wydarzenia.....	97
IV. Z przemysłu płyt drewnopochodnych	104
Nowe inwestycje.....	104
Nowości technologiczne.....	116
V. Różne wiadomości z branży drzewnej	130
Szczyt klimatyczny COP26	130
Doniesienia rynkowe	143



Celuloza bakteryjna - zastosowanie

Bacterial cellulose - applications

Dominika Bednarczyk^a, ORCID: 0000-0003-0533-8118

Izabela Betlej^b, ORCID: 0000-0001-6867-0383

Piotr Boruszewski^{b,*}, ORCID: 0000-0002-6500-0680

^aSzkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Technologii Drzewna, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, Polska

^b Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Nauk Drzewnych i Meblarstwa, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, Polska

*Osoba do korespondencji: piotr_boruszewski@sggw.edu.pl

Streszczenie

W pracy przedstawiono możliwości zastosowania celulozy bakteryjnej w licznych dziedzinach przemysłu. Dane literaturowe wskazują na bardzo dobre parametry wytrzymałości mechanicznej i fizycznej biopolimeru bakteryjnego, takie jak wysoka wytrzymałość na rozciąganie, elastyczność, chłonność oraz znacznie wyższy stopień polimeryzacji i krystaliczności w porównaniu do celulozy pochodzenia roślinnego. Dokonana kwerenda potwierdza, że celuloza bakteryjna jako polimer pozbawiony ligniny i hemiceluloz może być w zdecydowanie łatwiejszy sposób przetwarzana i wykorzystywana do różnych celów aplikacyjnych w różnych branżach i sektorach gospodarki, od medycyny po przemysł papierniczy czy elektroniczny.

Abstract

The paper presents the possibilities of using bacterial cellulose in numerous branches of industry. Literature data indicate very good mechanical and physical strength parameters of the bacterial biopolymer, such as high tensile strength, flexibility, absorbency, and a much higher degree of polymerization and crystallinity compared to plant-derived cellulose. The conducted query confirms that bacterial cellulose, as a polymer devoid of lignin and hemicelluloses, can be much easier processed and used for various applications in various industries and sectors of the economy, from medicine to the paper and electronic industry.

Słowa kluczowe: celuloza bakteryjna, zastosowanie, aplikacyjność, przemysł, gospodarka

Keywords: bacterial cellulose, application, applicability, industry, economy

Wprowadzenie

Możliwości technologicznego wykorzystania celulozy są ogromne, jednakże pozyskanie czystej celulozy, czyli oddzielenie jej od składników inkrustujących wymaga obróbki chemicznej, która może powodować trwałe zmiany w strukturze, wpływające na jej właściwości fizyczne i mechaniczne. Interesująca zatem wydaje się możliwość wykorzystania celulozy pochodzenia bakteryjnego (BC), która chemicznie jest takim samym polimerem co celuloza roślinna, jednak w przeciwieństwie do niej pozbawiona innych polimerów i inaczej usieciowana. Wyjątkowe właściwości mechaniczne i fizykochemiczne celulozy bakteryjnej oraz możliwość tworzenia kompozytów z szeroką gamą innych materiałów sprawiają, że wykazuje ona szerokie spektrum zastosowań w różnych obszarach. Do tej pory najwięcej badań poświęcono możliwościom wykorzystania celulozy bakteryjnej w medycynie, inżynierii tkankowej, przemyśle spożywczym i papierniczym. Biofilm celulozowy zaczyna jednak zyskiwać na znaczeniu także w przemyśle elektronicznym, tekstylnym, w produkcji opakowań, czy w ochronie środowiska w przetwarzaniu odpadów przemysłowych (Chawla i in. 2009; Huang i in. 2013; Antolak i Kręgiel 2015; Gallegos i in. 2016; Kołaczkowska i in. 2019; Skočaj 2019).

Wyjątkowe cechy i właściwości celulozy bakteryjnej sprawiają, że jest ona potencjalnie obiecującym biomateriałem w kontekście zastosowań w różnych dziedzinach życia oraz gałęziach gospodarki. Bardzo duże znaczenie w docelowym zastosowaniu biopolimeru tego typu ma sposób prowadzenia jego hodowli. Celuloza wytwarzana w warunkach dynamicznych ma postać sferycznych kul, charakteryzuje się znacznie większą powierzchnią, porowatością i hydrofilowością w stosunku do celulozy syntetyzowanej w warunkach statycznych, która wytwarzana jest w formie płata. Większa powierzchnia czynna kulistej celulozy oraz jej wyższa chłonność ułatwia adsorpcję wielu substancji chemicznych. Próby adsorpcji i sieciowania w strukturze celulozy bakteryjnej takich związków jak enzymy, antybiotyki, a także jony metali ciężkich, były prowadzone przez licznych badaczy (Sunasee i in. 2016; Karimian i in. 2019). Próby modyfikacji celulozy bakteryjnej nanorurkami węglowymi i nanorurkami karboksylowymi prowadzili Nie i in. (2019). Autorzy badań poprzez modyfikacje obniżyli hydrofilowość polimeru, dzięki czemu zmodyfikowany żelowy kompozyt celulozowy uzyskał lepsze właściwości absorpcji związków hydrofobowych. Inny rodzaj modyfikacji celulozy bakteryjnej prowadzili Dai i in. (2019). Wprowadzając kolagen pomiędzy włókna celulozy nie zmienili jej struktury, ale zwiększyli stabilność termiczną i poprawili adhezję komórek fibroblastów. Znane są też modyfikacje celulozy żelatyną, agarem, chitozanem (Bae i in. 2004; Ciechańska 2004; Chang i in. 2012). W każdym ze wskazanych przypadków uzyskano poprawę właściwości mechanicznych i zdolności hydratacji biopolimeru. Opracowywane w ostatnich latach modyfikacje celulozy bakteryjnej wpływają na poprawę jej wybranych właściwości, umożliwiając poszerzenie oraz dywersyfikację obszarów jej zastosowań.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było przedstawienie różnych aspektów możliwości implementacji celulozy bakteryjnej, w zdyswersyfikowanej działalności wybranych gałęzi przemysłu.

Zakres pracy obejmuje analizę literaturową określającą potencjał aplikacyjny celulozy bakteryjnej w obszarze wytwórczym poszczególnych branż, takich jak:

- biomedycyna,
- przemysł celulozowo-papierniczy,
- ochrona środowiska,
- elektronika,
- przemysł tekstylny,
- przemysł opakowaniowy.

Biomedycyna

Celuloza pochodzenia mikrobiologicznego jest materiałem biodegradowalnym i biokompatybilnym, zatwierdzonym przez Amerykańską Agencję ds. Żywności i Leków (FDA), jako bezpieczny materiał do zastosowań biomedycznych (Rebelo i in. 2008). Nanowłóknista sieć włókienek celulozy bakteryjnej naśladuje do pewnego stopnia strukturę i właściwości macierzy komórkowej tkanek ssaków, dzięki czemu może być wykorzystywana w medycynie i inżynierii tkankowej (Huang i in. 2013). Błona, która nie została jeszcze poddana suszeniu po zakończeniu procesu fermentacji, wykazuje podobieństwo właściwości do tkanki miękkiej, a dobierając odpowiednie warunki i metodę hodowli, można uformować ją w praktycznie dowolny kształt, rozmiar i grubość (Wang i in. 2019).

Gojenie się ran jest długotrwałym biologicznym procesem, który ma za zadanie przywrócić skórze jej funkcje fizjologiczne i strukturalne oraz zapobiegać tworzeniu się tkanki bliznowatej. Rany po oparzeniach oraz rany przewlekłe, takie jak chroniczne owrzodzenia żyłne, odleżyny lub owrzodzenia cukrzycowe, stanowią wyzwanie do wyleczenia dla personelu medycznego. Nowoczesne materiały opatrunkowe powinny wykazywać jak największe podobieństwo do ludzkiej skóry, pod względem funkcjonalnym i strukturalnym. W tym celu stosowane są specjalne hydrożele, plastry hydrokoloidowe, czy membrany syntetyczne (Chawla i in. 2009). Opatrunki mają za zadanie utworzyć barierę ochronną przed potencjalną infekcją, utrzymywać wilgotne środowisko w ranie, zabezpieczać przed nadmierną utratą płynów, wchłaniać wysięki w ranach zapalnych, odznaczać się odpowiednią wytrzymałością i elastycznością umożliwiającą łatwą aplikację na ranę, a także umożliwić wprowadzanie związków leczniczych stymulujących proces regeneracji. Dzięki dużej elastyczności i wytrzymałości, przy jednoczesnej zdolności do zatrzymywania znacznych ilości wody, celuloza bakteryjna spełnia kryteria materiału opatrunkowego, pozwalającego na przeprowadzanie skutecznego i możliwie bezbolesnego procesu gojenia się ran (Huang i in. 2013). Wysoka porowatość celulozy bakteryjnej pozwala na wprowadzenie do rany antybiotyków i innych leków, zapewniając fizyczną

ochronę przed infekcjami z zewnątrz. Dodatkowo celuloza bakteryjna w kontakcie ze skórą nie powoduje reakcji alergicznych i mutagennych, a jej właściwości przeciwbakteryjne można zwiększyć poprzez modyfikacje błony nanocząstkami srebra (Rzesutek i in. 2014). Inne substancje, takie jak glukoza czy dekstryna, również są wykorzystywane do wzbogacania pożywek hodowlanych, w celu uzyskania kompozytów opatrunkowych (Stumpf i in. 2013). Dotychczasowe badania wykazały, że wykorzystanie membran na bazie celulozy bakteryjnej przyspiesza regenerację tkanek i proces nabłonkowania w porównaniu do konwencjonalnych opatrunków z materiałów syntetycznych (Ullah i in. 2016).

Powszechność występowania w dzisiejszym świecie chorób wieńcowych (chorób niedokrwienności serca) powoduje niekiedy konieczność całkowitej wymiany naczyń krwionośnych pobranych z ciała samego pacjenta, ciała dawcy lub wykorzystując materiały syntetyczne. Przeszczepy naturalnych naczyń krwionośnych mogą pociągać za sobą inne potencjalne problemy zdrowotne i powikłania pooperacyjne, a także ryzyko odrzucenia obcej tkanki w przypadku pobrania jej od dawcy (Ullah i in. 2016). Badacze opracowują sztuczne naczynia krwionośne z wykorzystaniem tworzyw syntetycznych, takich jak politereftalan etylenu (PET), ekspandowany politetrafluoroetylen (ePTFE) lub dakron, czyli włókno poliestrowe (Parveen i in. 2006). Materiały syntetyczne mogą być z powodzeniem wykorzystywane jedynie przy naczyniach o średnicach powyżej 6 mm, ze względu na niedostateczną biokompatybilność z krwią i ryzyko powstawania zakrzepicy (Fink i in. 2010). W tym wypadku podatność celulozy bakteryjnej na formowanie podczas wzrostu jest ważną cechą, która rozszerza jej zakres zastosowań na polu biomedycznym. Wykorzystanie celulozy bakteryjnej zmniejsza ryzyko wystąpienia skrzepów krwi (Keshk 2014; Kołaczowska i in. 2019). Stosując odpowiednie metody hodowli można uzyskać celulozę bakteryjną w kształcie rurek o praktycznie dowolnej długości i średnicy (Bodin i in. 2007b), które swoimi właściwościami mechanicznymi przypominają naturalne tętnice (Bäckdahl i in. 2006). Wewnętrzna powierzchnia implantu na bazie celulozy bakteryjnej może zostać zmodyfikowana, w celu zwiększenia jej biozgodności w kontakcie z krwią, a warunki hodowli udoskonalone, aby otrzymać nanowłóknistą sieć o pożądanej mikroporowatości (Bodin i in. 2007a; Bäckdahl i in. 2008). Wan i in. (2010) opracowali wykorzystanie heparyny do modyfikacji celulozy bakteryjnej, jako koagulantu, który zapobiega powstawaniu zakrzepów. W innych badaniach wykorzystano karboksymetylocelulozę do utworzenia rurek kompozytowych BC-CMC (Orelma i in. 2014). Dodatek tlenu grafenu (GO) do kultury bakterii syntetyzującej celulozę i utworzenie kompozytu BC-GO o zwiększonej biokompatybilności, dodatkowo stymulującego proliferację komórek (Zhu i in. 2015).

Wyjątkowe właściwości celulozy bakteryjnej umożliwiają przeprowadzanie badań nad wykorzystaniem jej w inżynierii tkankowej, jako rusztowania komórkowego. Ze względu na swoją nanostrukturę i morfologiczne podobieństwo do kolagenu, celuloza bakteryjna może naśladować trójwymiarową macierz zewnątrzkomórkową tkanki kostnej (Torgbo i Sukyai 2018). Polimer ten wykazuje również potencjał do zastosowania w okulistyce, jako podłoże do hodowania sztucznej rogówki (Ullah i in. 2016). Sztuczna rogówka produkowana

z użyciem celulozy bakteryjnej stanowi alternatywę dla keratoplastyki, która jest powszechną techniką przywracającą wzrok w wyniku następstw schorzeń narządu wzroku. Właściwości mechaniczne i przepuszczalność światła błony celulozowej stanowią o jej potencjale do leczenia skutków chorób oczu (Wang i in. 2013).

Potencjał wykorzystania celulozy bakteryjnej w medycynie znacznie przekracza wspomniane możliwości zastosowania. Nanokompozyty produkowane na bazie polimeru bakteryjnego mogą być wykorzystywane jako implanty tchawicy, substytut chrząstki stawowej przy leczeniu ortopedycznym, implanty łankotki i więzadeł, sztuczne zastawy serca, czy jako rusztowanie do regeneracji komórek nerwowych (Bodin i in. 2007c; Mohammadi 2011; Pértile i in. 2012; Mathew i in. 2013).

Przemysł celulozowo-papierniczy

Mając na uwadze ochronę zasobów leśnych i zwiększenie wykorzystania pozostałości rolno-przemysłowych, promuje się produkcję materiałów papierniczych z włókien niedrzewnych lub pochodzących z recyklingu (Xiang i in. 2017). Szczególny potencjał celulozy bakteryjnej upatruje się w wykorzystaniu jej w przemyśle celulozowo-papierniczym, jako przyjazny środowisku substytut włókien roślinnych oraz dodatkowy składnik wyrobów papierniczych, który mógłby poprawić żywotność i właściwości papieru recyklingowego (Gallegos i in. 2016).

Nanowłókna celulozy bakteryjnej charakteryzują się lepszymi właściwościami mechanicznymi, w porównaniu z celulozą pochodzenia roślinnego (Osong i in. 2015). Polimer może być stosowana jako środek wzmacniający papier lub jako jedyny surowiec do jego produkcji (Yousefi i in. 2013; Campano i in. 2018). Pomimo nadal wysokich kosztów biosyntezy, zyskuje ona na znaczeniu w produkcji papieru specjalnego przeznaczenia o większych wymaganiach wytrzymałościowych lub o pożądanych specyficznych cechach fizykochemicznych (Huang i in. 2013). Obecność celulozy bakteryjnej w półproduktach papierniczych prowadzi do poprawy ich właściwości wytrzymałościowych i trwałości gotowych wyrobów (Surma-Ślusarska i in. 2008b). W badaniach porównujących wytrzymałość bielonych mas włóknistych brzożowych i sosnowych wykazano, że połączenie włókien roślinnych z celulożą bakteryjną zwiększa ich wytrzymałość na rozerwanie (Surma-Ślusarska i in. 2008a; Xiang i in. 2017). Charakteryzowany surowiec może również zwiększyć odporność papieru na wilgoć. Względna zdolność arkuszy papieru do absorpcji wody maleje wraz ze wzrostem zawartości włókien celulozy bakteryjnej (Gao i in. 2010). Tłumaczy się to częściowym zniszczeniem nanowłóknistej sieci polimeru bakteryjnego i przerwanymi wiązaniami wodorowymi, które po dyspergowaniu w masie włóknistej z drewna iglastego prawie nie tworzyły nowych wiązań z cząsteczkami wody, przez co materiał wchłaniał tym mniej wilgoci, im większa była zawartość celulozy bakteryjnej. W celu uzyskania papieru o zmniejszonej palności wprowadzono do pożywki hodowlanej fosfor, zastępując czystą glukozę fosforanem glukozy, będącego źródłem węgla dla wzrastających bakterii (Basta i El-Saied 2009). Stwierdzono, że dodatek 5% fosforylowanej celulozy (PBC)

do miazgi włóknistej podczas formowania arkuszy zwiększa wytrzymałość i trwałość masy oraz ogniochronność gotowych produktów, jednocześnie utrzymując wysoką wydajność syntezy na zmodyfikowanym medium. Dodatkowo, wykorzystanie celulozy bakteryjnej, jako przyjaznego dla środowiska substytutu włókien drzewnych, niesie za sobą obiecującą poprawę w zachowaniu zasobów leśnych. W badaniach porównujących wydajność wzrostu włókien pochodzenia roślinnego i mikrobiologicznego obliczono, że 1ha plantacji drzewa eukaliptusowego po 7 latach uprawy daje 80 ton celulozy, podczas gdy taka sama ilość biopolimeru może zostać wyprodukowana przez bakterie w bioreaktorach o pojemności 500 m³ w ciągu 22 dni (Donini i in. 2018).

Ochrona środowiska

Zanieczyszczenie środowiska stanowi obecnie globalny problem, przyczyniający się do licznych powikłań zdrowotnych ludzi, degradacji ekosystemów naturalnych i postępujących niekorzystnych zmian klimatycznych. Pozbywanie się ścieków, zawierających metale ciężkie, barwniki i inne związki organiczne, bez wcześniejszego oczyszczenia, ma toksyczny wpływ na środowisko. Celuloza bakteryjna stanowi atrakcyjny materiał adsorbujący, ze względu na wysoką porowatość drobnej sieci nanowłókien i dużą powierzchnię właściwą, która jest bezpośrednio związana z wydajnością adsorpcji (Huang i in. 2013). Przewyższa ona także inne naturalne sorbenty, jak błony chitozanowe, pod względem stabilności chemicznej (Mladenova i in. 2011). Galdino i in. (2020) zbadali zdolność błon celulozowych do oczyszczania wody z substancji oleistych. Przetestowano filtry zawierające celulozę bakteryjną pod kątem skuteczności separacji oleju silnikowego od wody w stężeniach 10, 150 i 230 ppm. Eksperymenty wykazały, że testowane membrany całkowicie oczyszczają wodę z obecnych substancji oleistych, zachowując przy tym wysoką wytrzymałość mechaniczną, elastyczność i stabilność termiczną. Inne badania wykazały zdolność fosforylowanej błony celulozowej (PBC) do adsorbowania jonów lantanowców i jonów metali przejściowych (Oshima i in. 2008). Stwierdzono także, że PBC skuteczniej adsorbuje makrocząsteczki, takie jak białka, niż fosforylowana celuloza roślinna (PPC) w takich samych warunkach, dzięki większej powierzchni właściwej. Aby zwiększyć adsorpcję metali ze ścieków, przeprowadza się modyfikacje chemiczne błon celulozowych, wprowadzając do pożywek inne substancje, jak karboksymetyloceluloza (Chen i in. 2009), lub poddając polimer modyfikacji w środowisku alkalicznym, tworząc amidoksymowaną celulozę bakteryjną AM-BC. Dodatkowo, zmodyfikowana celuloza może być z powodzeniem zregenerowana bez istotnego wpływu na jej skuteczność adsorpcji (Chen i in. 2010).

Pył zawieszony oraz wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne to tylko niektóre z toksycznych zanieczyszczeń obecnych powszechnie w powietrzu. Konieczne jest wytworzenie przyjaznych dla środowiska filtrów, które nie powodowałyby wtórnego zanieczyszczenia środowiska. Liu i in. (2017) opracowali kompozyt na bazie celulozy bakteryjnej połączonej z izolatem białka sojowego, który z niemal stuprocentową skutecznością zatrzymuje cząstki stałe w powietrzu. Skuteczność ta związana jest

z nanostrukturą celulozy bakteryjnej, która w sposób fizyczny wstępnie wychwytyje cząstki stałe, podczas gdy grupy funkcyjne obecne w białku sojowym działają dodatkowo, poprzez przyciąganie elektrostatyczne i dipolowe między materiałem filtrującym i cząstkami zanieczyszczeń.

Elektronika

W szeroko pojętej dziedzinie elektroniki, celuloza bakteryjna pełni funkcję elastycznej matrycy do opracowywania materiałów o pożądanych właściwościach elektrycznych i magnetycznych wykorzystywanych do produkcji czujników, elastycznych elektrod, czy wyświetlaczy. Jednym z nich jest kompozyt zawierający celulozę bakteryjną oraz nanocząsteczki krzemu (SiNP) i polianilinę (PANI), który wykazuje wysoką elastyczność i stałą przewodność nawet po wielokrotnym poddaniu go obciążeniom zginającym, dzięki czemu może posłużyć jako anoda w akumulatorach litowo-jonowych (Park i in. 2016). Innym przykładem jest kompozyt ZnS-BC-ES6 na bazie włókien celulozy bakteryjnej, zmodyfikowanych za pomocą siarczku cynku i żywicy epoksydowej (Guan i in. 2017). Nanomateriały zawierające ZnS są znane jako półprzewodniki o wysokim współczynniku załamania światła i właściwościach optycznych, wykorzystywanych w technikach optoelektronicznych oraz urządzeniach emitujących i detekujących światło. Uzyskany kompozyt ZnS-BC-ES6 charakteryzował się zwiększoną elastycznością, przy zachowaniu stabilności termicznej, wysoką przepuszczalnością światła widzialnego rzędu 70% i dobrymi właściwościami fotochemicznymi (Guan i in. 2017). Ma i in. (2016) otrzymali membranę przewodzącą na bazie celulozy bakteryjnej z wykorzystaniem grafenu i polipirolu PPY-RGO-BC, która może mieć zastosowanie w elastycznych elektrodach superkondensatorów o dużej pojemności powierzchniowej. Matryca z nanowłókien celulozy bakteryjnej posłużyć może również do syntezy nanorurek ferrytu kobaltowego CoFe_2O_4 o właściwościach magnetycznych w temperaturze pokojowej, które można zastosować jako nanoprzewody w układach elektronicznych (Menchaca-Nal i in. 2016). Inne podejście zakłada wykorzystanie membrany celulozowej do opracowywania glukozywnych ogniw paliwowych (Cacicedo i in. 2016). Poprzez wprowadzenie w strukturę celulozy bakteryjnej nanocząsteczek srebra (AgNP) uzyskano membranową elektrodę o większej gęstości prądu niż elektrody Ag i AgNP, o wysokiej aktywności katalitycznej, dużej stabilności i biokompatybilności, dzięki czemu może ona posłużyć w ogniwach, które wykorzystują glukozę i tlen do zasilania implantów medycznych (Zhang i in. 2015).

Przemysł tekstylny

Pomysł wykorzystania celulozy bakteryjnej w branży tekstylnej i obuwniczej ma na celu sprostanie zapotrzebowaniu na nowe, wysokowydajne materiały naturalne, które zmniejszyłyby wpływ branży ubraniowej na środowisko. Skóra zwierzęcą powszechnie wykorzystywana w sektorze tekstylnym znacząco podnosi koszty wyrobów i wymaga stosowania często toksycznych substancji w procesie garbowania. Szacuje się, że

pojedyncza para skórzanego obuwia wymaga do produkcji 50 m² ziemi i 25 000 litrów wody (García i Prieto 2019). Zarówno wytworzenie, jak i utylizacja zużytych tekstyliów jest problematyczna pod względem negatywnego wpływu na środowisko. Elastyczna błona celulozowa o odpowiedniej grubości charakteryzuje się podobnymi właściwościami do skóry zwierzęcej. Fernandes i in. (2019a) wprowadzili do nanowłóknistej struktury celulozy bakteryjnej substancje zmiękczające i hydrofobizujące biofilm do uzyskania plastycznych, oddychających, a jednocześnie nieprzepuszczających wody materiałów, o potencjale do zastosowania jako substytut konwencjonalnych tekstyliów. Kompozyt otrzymany w wyniku wprowadzenia do statycznej hodowli akrylowanego epoksydowanego oleju sojowego (AESO) charakteryzował się dobrą hydrofobowością, stabilnością termiczną do temperatury 200°C i zwiększonym wydłużeniu przy zerwaniu, dając obiecujące wyniki, jako potencjalna alternatywa dla skóry. W 2014r. projektantka Suzanne Lee zaprezentowała odzież i obuwie wykonane z celulozy bakteryjnej na konferencji Wearable Futures w Londynie, podkreślając jej skóropodobne właściwości i kompostowalność, jako niezaprzeczalne korzyści, które mogą promować rozwój technologii biomateriałów w przemyśle tekstylnym (Fernandes i in. 2019b). Konieczne jest jednak poszerzanie modyfikacji celulozy bakteryjnej, celem zwiększenia jej wodoodporności, aby zyskała ona na znaczeniu w rozwoju branży tekstylnej.

Przemysł opakowaniowy

Według doniesień Xie i in. (2022), w ostatnich latach skrobia (Dai i in. 2020), chitozan (Zhang i in. 2021), celuloza (Francisco i in. 2020), żelatyna (Shahvalizadeh i in. 2021) oraz inne biopolimery były szeroko stosowane w badaniach i rozwoju biodegradowalnych materiałów opakowaniowych. Celuloza ze względu na swoje zalety, takie jak łatwa dostępność, niska cena i przyjazność dla środowiska ma doskonałe perspektywy w rozwoju biodegradowalnych materiałów opakowaniowych (Qasim in. 2021). Jednak należy mieć na uwadze, że dotychczas opracowane materiały opakowaniowe na bazie celulozy wykazują wyjątkowo wysoką absorpcję wody i przepuszczalność pary wodnej ze względu na obecność dużej liczby grup hydroksylowych (Pan i in. 2016). Dlatego konieczne jest opracowanie technologii modyfikacji folii celulozowych umożliwiającej otrzymywanie błon o wysokiej odporności hydrofobowej, w celu poprawy ich zastosowań komercyjnych.

Wyjątkowa różnorodność właściwości celulozy bakteryjnej i względna łatwość ich modyfikacji sprawia, że cieszy się ona coraz szerszym zainteresowaniem kolejnych gałęzi przemysłu. Zwiększająca się świadomość szkodliwości dla środowiska tworzyw sztucznych, powszechnie stosowanych w przemyśle spożywczym oraz ich nieracjonalny proces produkcji skłaniają do poszukiwania nowych rozwiązań opakowaniowych. Wyjątkowe właściwości celulozy bakteryjnej (w tym przede wszystkim jej biodegradowalność), wpisują się w obszar poszukiwań przyjaznych dla ekosystemu bionanomateriałów z odnawialnych źródeł. Celuloza bakteryjna może posłużyć do stworzenia opakowań żywności, które będą nieprzepuszczalne dla gazów, cieczy, tłuszczów, czy mikroorganizmów. Arkusze celulozowe wzbogacone karboksymetylocelulozą lub gumą guar zostały przetestowane pod kątem

pakowania świeżych owoców. Ograniczony dopływ tlenu i zmniejszona przepuszczalność pary wodnej pozwoliła utrzymać świeżość owoców przez 15 dni, podczas gdy folie z tworzywa PET doprowadziły w tym samym czasie do ich całkowitego wyschnięcia. Dodatkowo uzyskane podczas badania materiały kompozytowe ulegały w 80% rozkładowi w ciągu 28 dni (Bandyopadhyay i in. 2019). Daje to obiecujące wyniki do prowadzenia dalszych badań nad zastosowaniem celulozy bakteryjnej w przemyśle spożywczym.

Podsumowanie

W przedstawionym studium literatury wskazano, że celuloza bakteryjna, dzięki swoim wyjątkowym właściwościom może mieć ogromne znaczenie aplikacyjne w różnych gałęziach przemysłu. Wyjątkowość cech i właściwości implikuje możliwości zastosowania biopolimeru od medycyny aż po przemysł elektroniczny. Na uwagę jej potencjalnego wykorzystania zwraca dodatkowo fakt, że jest to polimer naturalny, nietoksyczny i biodegradowalny, przez co przyjazny dla środowiska. Wydaje się, że najważniejszym aspektem jej technologicznego wykorzystania jest opracowanie efektywnego sposobu syntezy, najlepiej z wykorzystaniem odpowiednich, ale i tanich surowców odpadowych bogatych w azot i węgiel, aby zniwelować wysokie koszty użycia standardowych odczynników mikrobiologicznych.

Literatura

Antolak H., Kręgiel D., 2015: Bakterie kwasu octowego - taksonomia, ekologia oraz wykorzystanie przemysłowe. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4, 21-35. DOI: 10.15193/ZNTJ/2015/101/053

Bäckdahl H., Esguerra M., Delbro D., Risberg B., Gatenholm P., 2008: Engineering microporosity in bacterial cellulose scaffolds. *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine* 2, 320-330. DOI: 10.1002/term.97

Bäckdahl H., Helenius G., Bodin A., Nannmark U., Johansson B.R., Risberg B., Gatenholm P., 2006: Mechanical properties of bacterial cellulose and interactions with smooth muscle cells. *Biomaterials* 27, 2141-2149. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2005.10.026

Bae S., Sugano Y., Shoda M., 2004: Improvement of bacterial cellulose production by addition of agar in a jar fermentor. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 97, 33-38. DOI: 10.1016/S1389-1723(04)70162-0

Bandyopadhyay S., Saha N., Brodnjak U.V., Sáha P., 201: Bacterial cellulose and guar gum based modified PVP-CMC hydrogel films: Characterized for packaging fresh berries. *Food Packaging and Shelf Life* 22, 100402. DOI:10.1016/j.fpsl.2019.100402

Basta A.H., El-Saied H., 2009: Performance of improved bacterial cellulose application in the production of functional paper. *Journal of Applied Microbiology* 107, 2098-2107. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2009.04467.x

Bodin A., Ahrenstedt L., Fink H., Brumer H., Risberg B., Gatenholm P., 2007a: Modification of Nanocellulose with a Xyloglucan-RGD Conjugate Enhances Adhesion and

Proliferation of Endothelial Cells: Implications for Tissue Engineering. *Biomacromolecules* 8, 3697-3704. DOI: 10.1002/term.334

Bodin A., Bäckdahl H., Fink H., Gustafsson L., Risberg B., Gatenholm P., 2007b: Influence of cultivation conditions on mechanical and morphological properties of bacterial cellulose tubes. *Biotechnology and Bioengineering* 97, 425-434. DOI: 10.1002/bit.21314

Bodin A., Concaro S., Britberg M., Gatenholm P., 2007c: Bacterial cellulose as a potential meniscus implant. *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine* 1, 406-408. DOI: 10.1002/term.51

Cacicedo M., Castro M., Servetas I., Bosnea L., Boura K., Tsafrakidou P., Dima A., Terpou A., Koutinas A., Castro G., 2016: Progress in bacterial cellulose matrices for biotechnological applications. *Bioresource Technology* 213, 172-180. DOI: 10.1016/j.biortech.2016.02.071

Campano C., Merayo N., Balea A., Tarrés Q., Delgado-Aguilar M., Mutjé P., Negro C., Blanco A., 2018: Mechanical and chemical dispersion of nanocelluloses to improve their reinforcing effect on recycled paper. *Cellulose* 25, 269-280. DOI: 10.1007/s10570-017-1552-y

Chang S.T., Chen L.C., Lin S.B., Chen H.H., 2012: Nano-biomaterials application: Morphology and physical properties of bacterial cellulose/gelatin composites via crosslinking. *Food Hydrocolloids* 27, 137-144. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2011.08.004

Chawla P., Bajaj I., Survase S., Singhal R., 2009: Microbial Cellulose: Fermentative Production and Applications. *Food Technology and Biotechnology* 47, 107-124.

Chen S., Shen W., Yu F., Hu W., Wang H., 2010. Preparation of amidoximated bacterial cellulose and its adsorption mechanism for Cu^{2+} and Pb^{2+} . *Journal of Applied Polymer Science* 117, 8-15. DOI: 10.1002/app.31477

Chen S., Zou Y., Yan Z., Shen W., Shi S., Zhang X., Wang H., 2009: Carboxymethylated-bacterial cellulose for copper and lead ion removal. *Journal of Hazardous Materials* 161, 1355-1359. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2008.04.098

Ciechańska D., 2004. Multifunctional bacterial cellulose/chitosan composite materials for medical applications. *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 12(4): 69-72.

Dai L., Nan J., Tu X., He L., Wei B., Xu Ch., Xu Y., Li S., Wang H., Zhang J., 2019: Improved thermostability and cytocompatibility of bacterial cellulose/collagen composite by collagen fibrillogenesis. *Cellulose* 26, 6713-6724. DOI: 10.1007/s10570-019-02530-w

Dai L., Zhang J., Cheng, F., 2020: Cross-linked starch-based edible coating reinforced by starch nanocrystals and its preservation effect on graded Huangguan pears. *Food Chemistry* 311, 125891. DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.125891

Donini Í.A.N., De Salvi D.T.B., Fukumoto F.K., Lustri W.R., Barud H.D.S., Marchetto R., Messaddeq Y., Ribeiro S.J.L., 2018: Biosynthesis and recent advances in production of bacterial cellulose. *Eclética Química Journal* 35, 165-178. DOI: 10.26850/1678-4618eqj.v35.4.2010.p165-178

Fernandes M., Gama M., Dourado F., Souto A.P., 2019a: Development of novel bacterial cellulose composites for the textile and shoe industry. *Microbial Biotechnology* 12, 650-661. DOI: 10.1111/1751-7915.13387

Fernandes M., Souto A.P., Gama M., Dourado F., 2019b: Bacterial Cellulose and Emulsified AESO Biocomposites as an Ecological Alternative to Leather. *Nanomaterials* 9, 1710. DOI: 10.3390/nano9121710

Fink H., Faxälv L., Molnár G.F., Drotz K., Risberg B., Lindahl T.L., Sellborn A., 2010: Real-time measurements of coagulation on bacterial cellulose and conventional vascular graft materials. *Acta Biomaterialia* 6, 1125-1130. DOI: 10.1016/j.actbio.2009.09.019

Francisco C. B., Pellá M. G., Silva O. A., Raimundo K. F., Caetano J., Linde G. A., Colauto N.B, Dragunski D. C., 2020: Shelf-life of guavas coated with biodegradable starch and cellulose-based films. *International Journal of Biological Macromolecules* 152, 272-279. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2020.02.249

Galdino C.J.S., Maia A.D., Meira H.M., Souza T.C., Amorim J.D.P., Almeida F.C.G., Costa A.F.S., Sarubbo L.A., 2020: Use of a bacterial cellulose filter for the removal of oil from wastewater. *Process Biochemistry* 91, 288-296. DOI:10.1016/j.procbio.2019.12.020

Gallegos A.M.A., Herrera Carrera S., Parra R., Keshavarz T., Iqbal H.M.N., 2016: Bacterial Cellulose: A Sustainable Source to Develop Value-Added Products - A Review. *BioResources* 11, 5641-5655. DOI: 10.15376/biores.11.2.Gallegos

Gao W., Chen K., Yang R., Yang F., Han W., 2010: Properties of bacterial cellulose and its influence on the physical properties of paper. *BioResources* 6, 144-153. DOI: 10.15376/biores.6.1.144-153

García C., Prieto M.A., 2019: Bacterial cellulose as a potential bioleather substitute for the footwear industry. *Microbial Biotechnology* 12, 582-585. DOI: 10.1111/1751-7915.13306

Guan F., Chen S., Yao J., Zheng W., Wang H. 2017: ZnS/Bacterial Cellulose/Epoxy Resin (ZnS/BC/E56) Nanocomposites with Good Transparency and Flexibility. *Journal of Materials Science & Technology* 32, 153-157. DOI: 10.1016/j.jmst.2015.08.014

Huang Y., Zhu C., Yang J., Nie Y., Chen C., Sun D., 2013: Recent advances in bacterial cellulose. *Cellulose* 21, 1-30. DOI: 10.1007/s10570-013-0088-z

Karimian A., Parsian H., Majidina M., Rahimi M., Mir S.M., Kafil H.S., Shafiei-Irannejad V., Kheyrollah M., Ostadi H., Yousefi B., 2019: Nanocrystalline cellulose: Preparation, physicochemical properties, and applications in drug delivery systems. *International Journal of Biological Macromolecules* 133, 850-859. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2019.04.117

Keshk S., 2014: Bacterial Cellulose Production and its Industrial Applications, *Journal of Bioprocessing & Biotechniques* 4. DOI: 10.4172/2155-9821.1000150

Kończowska M., Siondalski P., Kowalik M.M., Pęksa R., Długa A., Zając W., Dederko P., Kołodziejska I., Malinowska-Pańczyk E., Sinkiewicz I., Staroszczyk H., Śliwińska A., Stanisławska A., Szkodo M., Pałczyńska P., Jabłoński G., Borman A., Wilczek P., 2019: Assessment of the usefulness of bacterial cellulose produced by *Gluconacetobacter xylinus*

E25 as a new biological implant. *Materials Science and Engineering: C* 97, 302-312. DOI: 10.1016/j.msec.2018.12.016

Liu X., Souzandeh H., Zheng Y., Xie Y., Zhong W., Wang C., 2017: Soy protein isolate/bacterial cellulose composite membranes for high efficiency particulate air filtration. *Composites Science and Technology* 138, 124-133. DOI: 10.1016/j.compscitech.2016.11.022

Ma L., Liu R., Niu H., Zhao M., Huang Y., 2016: Flexible and freestanding electrode based on polypyrrole/graphene/bacterial cellulose paper for supercapacitor. *Composites Science and Technology* 137, 87-93. DOI: 10.1016/j.compscitech.2016.10.027

Mathew A. P., Oksman K., Pierron D., Harmand M., 2013: Biocompatible fibrous networks of cellulose nanofibres and collagen crosslinked using genipin: Potential as artificial ligament/tendons. *Macromolecular Bioscience* 13, 289-298. DOI: 10.1002/mabi.201200317

Menchaca-Nal S., Londoño-Calderón C.L., Cerrutti P., Foresti M.L., Pampillo L., Bilovol V., Candal R., Martínez-García R., 2016: Facile synthesis of cobalt ferrite nanotubes using bacterial nanocellulose as template. *Carbohydrate Polymers* 137, 726-731. DOI: 10.1016/j.carbpol.2015.10.068

Mladenova E.K., Dakova I.G., Karadjova I.B., 2011: Chitosan membranes as sorbents for trace elements determination in surface waters. *Environmental Science and Pollution Research* 18, 1633-1643. DOI: 10.1007/s11356-011-0529-x

Mohammadi H., 2011: Nanocomposite biomaterial mimicking aortic heart valve leaflet mechanical behaviour. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine* 225, 718-722. DOI: 10.1177/0954411911399826

Nie X., Lv P., Stanley S.L., Wang D., Wu S., Wei Q., 2019. Ultralight nanocomposite aerogels with interpenetrating network structure of bacterial cellulose for oil absorption. *Journal of Applied Polymers Science* 136, 1-8. DOI: 10.1002/app.48000

Orelma H., Morales L.O., Johansson L., Hoeger I.C., Filpponen I., Castro C., Rojas O.J., Laine J., 2014: Affibody conjugation onto bacterial cellulose tubes and bioseparation of human serum albumin. *RSC Advances* 4, 51440-51450. DOI: 10.1039/C4RA08882D

Oshima T., Kondo K., Ohto K., Inoue K., Baba Y., 2008: Preparation of phosphorylated bacterial cellulose as an adsorbent for metal ions. *Reactive and Functional Polymers* 68, 376-383. DOI: 10.1016/j.reactfunctpolym.2007.07.046

Osong S.H., Norgren S., Engstrand P., 2015: Processing of wood-based microfibrillated cellulose and nanofibrillated cellulose, and applications relating to papermaking: a review. *Cellulose* 23, 93-123. DOI:10.1007/s10570-015-0798-5

Pan Y., Wang F., Wei T., Zhang C., Xiao H. 2016: Hydrophobic modification of bagasse cellulose fibers with cationic latex: Adsorption kinetics and mechanism. *Chemical Engineering Journal* 302, 33-43. DOI: 10.1016/j.cej.2016.05.022

Park M., Lee D., Shin S., Kim H.J., Hyun J., 2016: Flexible conductive nanocellulose combined with silicon nanoparticles and polyaniline. *Carbohydrate Polymers* 140, 43-50. DOI: 10.1016/j.carbpol.2015.12.046

Parveen S., Krishnakumar K., Sahoo S., 2006: New era in health care: Tissue engineering. *Journal of Stem Cells & Regenerative Medicine* 1, 8-24. DOI: 10.46582/jsrm.0101003

Pértile R., Moreira S., Andrade F., Domingues L., Gama M., 2012: Bacterial cellulose modified using recombinant proteins to improve neuronal and mesenchymal cell adhesion. *Biotechnology Progress* 28, 526-532. DOI: 10.1002/btpr.1501

Qasim U., Osman A. I., Al-Muhtaseb A. H., Farrell C., Al-Abri M., Ali M., Vo D.-V.N., Jamil F., Rooney D. W., 2021: Renewable cellulosic nanocomposites for food packaging to avoid fossil fuel plastic pollution: A review. *Environmental Chemistry Letters* 19, 613-641. DOI: 10.1007/s10311-020-01090-x

Rebello A., Archer A.J., Chen X., Liu C., Yang G., Liu Y., 2018: Dehydration of bacterial cellulose and the water content effects on its viscoelastic and electrochemical properties. *Science and Technology of Advanced Materials* 19, 203-211. DOI: 10.1080/14686996.2018.1430981

Rzeszutek J., Matysiak - Kucharek M., Czajka M., Sawicki K., Rachubik P., Kruszewski M., Kapka L., 2014: Zastosowanie nanocząstek i nanomateriałów w medycynie. *Hygeia Public Health* 49, 449-457.

Shahvalizadeh R., Ahmadi R., Davandeh I., Pezeshki A., Seyed Moslemi S. A., Karimi S., Rahimi M., Hamishehkar H., Mohammadi, M., 2021: Antimicrobial bio-nanocomposite films based on gelatin, tragacanth, and zinc oxide nanoparticles - Microstructural, mechanical, thermo-physical, and barrier properties. *Food Chemistry* 354, 129492. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.129492

Skočaj M., 2019: Bacterial nanocellulose in papermaking. *Cellulose* 26, 6477-6488. DOI: 10.1007/s10570-019-02566-y

Stumpf T.R., Pértile R.A.N., Rambo C.R., Porto L.M., 2013: Enriched glucose and dextrin mannitol-based media modulates fibroblast behavior on bacterial cellulose membranes. *Materials Science and Engineering: C* 33, 4739-4745. DOI: 10.1016/j.msec.2013.07.035

Sunasee R., Hemraz U.D., Ckless K., 2016: Cellulose nanocrystals: a versatile nanoplatform for emerging biomedical applications. *Expert Opinion on Drug Delivery* 13, 1243-1256. DOI: 10.1080/17425247.2016.1182491

Surma-Ślusarska B., Danielewicz D., Presler S., 2008a: Properties of Composites of Unbeaten Birch and Pine Sulphate Pulps with Bacterial Cellulose. *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 16, 127-129.

Surma-Ślusarska B., Presler S., Danielewicz D., 2008b: Characteristics of Bacterial Cellulose Obtained from *Acetobacter Xylinum* Culture for Application in Papermaking. *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 16, 108-111.

Torgbo S., Sukyai P., 2018: Bacterial cellulose-based scaffold materials for bone tissue engineering. *Applied Materials Today* 11, 34-49. DOI: 10.1016/j.apmt.2018.01.004

Ullah H., Wahid F., Santos H.A., Khan T., 2016: Advances in biomedical and pharmaceutical applications of functional bacterial cellulose-based nanocomposites. *Carbohydrate Polymers* 150, 330-352. DOI: 10.1016/j.carbpol.2016.05.029

Wan Y., Gao C., Han M., Liang H., Ren K., Wang Y., Luo H., 2010: Preparation and characterization of bacterial cellulose/heparin hybrid nanofiber for potential vascular tissue engineering scaffolds. *Polymers for Advanced Technologies* 22, 2643-2648. DOI: 10.1002/pat.1692

Wang H.Y., Wei R.H., Zhao S.Z., 2013: Evaluation of corneal cell growth on tissue engineering materials as artificial cornea scaffolds. *International Journal of Ophthalmology* 6, 873-878. DOI: 10.3980/j.issn.2222-3959.2013.06.23

Wang J., Tavakoli J., Tang Y., 2019: Bacterial cellulose production, properties and applications with different culture methods - A review. *Carbohydrate Polymers* 219, 63-76. DOI: 10.1016/j.carbpol.2019.05.008

Xiang Z., Jin X., Liu Q., Chen Y., Li J., Lu F., 2017: The reinforcement mechanism of bacterial cellulose on paper made from woody and non-woody fiber sources. *Cellulose* 24, 5147-5156. DOI: 10.1007/s10570-017-1468-6

Xie Y., Pan Y., Cai P., 2022: Cellulose-based antimicrobial films incorporated with ZnO nanopillars on surface as biodegradable and antimicrobial packaging. *Food Chemistry* 368, 130784. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.130784

Yousefi H., Faezipour M., Hedjazi S., Mousavi M.M., Azusa Y., Heidari A.H., 2013: Comparative study of paper and nanopaper properties prepared from bacterial cellulose nanofibers and fibers/ground cellulose nanofibers of canola straw. *Industrial Crops and Products* 43, 732-737. DOI: 10.1016/j.indcrop.2012.08.030

Zhang H., Chen C., Zhu C., Sun D., 2016: Production of Bacterial Cellulose by *Acetobacter Xylinum*: Effects of Carbon/Nitrogen-ratio on Cell Growth and Metabolite Production. *Cellulose Chemistry and Technology* 50, 997-1003.

Zhang L., Zhang Z., Chen Y., Ma X., Xia, M., (2021): Chitosan and procyanidin composite films with high antioxidant activity and pH responsivity for cheese packaging. *Food Chemistry* 338, 128013. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.128013

Zhu W., Li W., He Y., Duan T., 2015: In-situ biopreparation of biocompatible bacterial cellulose/graphene oxide composites pellets. *Applied Surface Science* 338, 22-26. DOI: 10.1016/j.apsusc.2015.02.030

Artykuł recenzowany / Reviewed paper

Zgłoszony / Submitted: 11.03.2022

Opublikowany online / Published online: 08.04.2022

Celuloza bakteryjna - czynniki warunkujące wydajność syntezy

Bacterial cellulose - factors determining the efficiency of synthesis

Dominika Bednarczyk^a, ORCID: 0000-0003-0533-8118

Izabela Betlej^b, ORCID: 0000-0001-6867-0383

Piotr Boruszewski^{b,*}, ORCID: 0000-0002-6500-0680

^aSzkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Technologii Drewna, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, Polska

^bSzkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Nauk Drzewnych i Meblarstwa, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, Polska

*Osoba do korespondencji: piotr_boruszewski@sggw.edu.pl

Streszczenie

Wydajność syntezy celulozy bakteryjnej, poza rodzajem wytwarzających ją bakterii, determinowana jest przez wiele innych czynników, takich jak rodzaj pożywki hodowlanej, zawartość źródeł węgla i azotu w podłożu, temperatura i ilość tlenu, pH medium, wielkość powierzchni, na której może tworzyć się błona celulozy, czy obecność innych mikroorganizmów. Optymalnie dobrany skład pożywki oraz warunki hodowli są ważne dla prawidłowego wzrostu bakterii, który stymuluje powstawanie celulozy mikrobiologicznej. W niniejszej pracy, na podstawie przeglądu literatury przedstawiono informacje dotyczące wpływu wybranych czynników warunkujących przebieg i wydajność syntezy celulozy bakteryjnej.

Abstract

The efficiency of bacterial cellulose synthesis, with the exception of the type of bacteria that produce it, is determined by many other factors, such as the type of culture medium, sugar content and nitrogen source in the medium, temperature and amount of oxygen, pH of the medium, surface area on which it can form a membrane made of synthesized cellulose, or the presence of other microorganisms. Optimally selected medium composition and cultivation conditions are important for the proper growth of bacteria, which stimulates the formation of microbial cellulose. In this paper, on the basis of a literature review, information

on the influence of selected factors influencing the course and efficiency of bacterial cellulose synthesis is presented.

Słowa kluczowe: celuloza bakteryjna, wydajność syntezy, pożywka hodowlana, parametry hodowli

Keywords: bacterial cellulose, synthesis efficiency, culture medium, culture parameters

Wprowadzenie

Intensywność syntezy celulozy bakteryjnej jest nie tylko cechą gatunkową, zależy również od wielu innych czynników, jak dostępność składników pożywki, sposób hodowli, pH podłoża, czy współistnienia innych mikroorganizmów. Vigentini et al. (2019) wskazali, że przede wszystkim źródło azotu i rodzaj mikroorganizmów, a w mniejszym stopniu źródło węgla ma wpływ na jakość syntetyzowanej celulozy. W swoich badaniach autorzy wskazali również na różnice w produktywności pomiędzy dwoma szczepami *K. rhaeticus* LMG 22126T i *K. swingsii* LMG 22125T. Różnice w syntezie celulozy bakteryjnej pomiędzy szczepami wynikają z liczby operonów syntazy celulozy, jednak wpływ i funkcja kopi operonów w produkcji polimeru nie jest do końca wyjaśniona (Lu et al. 2020). Niemniej zaburzenia w poszczególnych operonach mogą wpływać na zmniejszenie syntezy celulozy lub nieregularne upakowanie włókien (Nakai et al. 2013). Modyfikacje genetyczne dotyczące intensyfikacji syntezy celulozy przez mikroorganizmy nie są tematem częstych analiz, niemniej genomy kilku gatunków, jak *K. xylinus* E25 (Kubiak et al. 2014) i *K. xylinus* CGMCC 2955 (Liu et al. 2018) zostały całkowicie zsekwencjonowane. Bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na właściwości polimeru ma sposób hodowli mikroorganizmów. Niewątpliwie sposób hodowli mikroorganizmów syntetyzujących celulozę wpływa na jej potencjalne zastosowanie aplikacyjne (Wang et al. 2019).

Cel i zakres pracy

Celem pracy było określenie poszczególnych aspektów wpływających na wydajność procesu biosyntezy celulozy bakteryjnej, uwzględniając przy tym wpływ warunków fermentacji, przedstawienie metod hodowli mikroorganizmów syntetyzujących polimer tego typu wraz z oceną możliwości wykorzystania pozostałości rolno-przemysłowych stanowiących alternatywne pożywki hodowlane.

Zakres pracy obejmuje analizę literaturową dotyczącą:

- wpływu składników podłoża na wydajność syntezy celulozy bakteryjnej,
- wpływu warunków hodowli na wydajność syntezy celulozy bakteryjnej,
- charakterystyki metod hodowli bakterii syntetyzujących celulozę,

- możliwości zagospodarowania odpadów rolno-przemysłowych jako alternatywnych składników pożywek hodowlanych wykorzystywanych w procesie syntezy celulozy bakteryjnej.

Wpływ składników podłoża na wydajność syntezy celulozy bakteryjnej

Teoretycznie, każdy substrat zawierający węgiel, który bakterie mogą metabolizować, może zostać użyty do produkcji celulozy bakteryjnej (Gorgieva i Trček 2019). Testując wiele rodzajów cukrów dowiedziono, że stosowane sacharydy mają kluczowe znaczenie przy efektywności syntezy celulozy bakteryjnej. W wysoko wydajnych procesach fermentacyjnych osiąga się 60÷80% konwersji wykorzystywanego źródła węgla w czysty polimer (Chawla i in. 2009). Typowym medium odżywczym używanym do hodowli, zarówno w metodzie statycznej, jak i wytrząsanej jest płynne podłoże opracowane przez Hestrina i Schramma (1954), które składa się z 2% glukozy, 0,5% peptonu, 0,5% ekstraktu drożdżowego, 0,27% bezwodnego wodorofosforanu sodu oraz 0,15% kwasu cytrynowego. Ze względu na wysoki koszt przygotowania takiego podłoża uznaje się je jednak za nieopłacalne do przemysłowego pozyskiwania celulozy bakteryjnej (Jozala i in. 2016). W tabeli 1. przedstawiono wybrane szczepy bakterii oraz wydajność prowadzonej przez nie biosyntezy na różnych podłożach odżywczych.

Glukoza, jako idealny ingredient do produkcji celulozy, a jednocześnie źródło energii dla wzrastających komórek bakterii jest jednym z najczęściej stosowanych substratów do produkcji celulozy bakteryjnej (Jozala i in. 2016). Problemem związanym ze stosowaniem glukozy jako źródła węgla jest przekształcanie monosacharydu w procesie fermentacji w kwas glukonowy, który obniża pH kultury, hamując jednocześnie syntezę celulozy (Tantratian i in. 2005).

Masaoka i in. (1993) zbadali wydajność syntezy celulozy przez bakterie *A. xylinum* IFO 13693 w pożywkach o różnych stężeniach glukozy wynoszących 6, 12, 24 i 48 g/L. Stwierdzono, że efektywność syntezy maleje wraz ze wzrostem początkowego stężenia glukozy w medium; przy zawartości cukru 24 i 48 g/L zwiększa się zawartość kwasu glukonowego w pożywce w okresie hodowli, zmniejszając wydajność produkcji celulozy przez bakterie. Podobne wyniki uzyskali Rani i Appaiah (2011), badając efektywność syntezy celulozy przez *G. hansenii* UAC09. Stwierdzono, że produkcja celulozy rośnie wraz ze wzrostem stężenia glukozy do 4%. Dalszy wzrost zawartości cukru obniżał efektywność syntezy i jednocześnie powodował spadek pH medium poniżej 2,5. Keshk i Sameshima (2005) uzyskali największą wydajność syntezy celulozy przez *A. xylinum* przy 1% stężeniu glukozy, a podniesienie zawartości sacharydu do 2 i 3% powodowało obniżenie efektywności procesu.

Tabela 1. Wydajność syntezy celulozy bakteryjnej przez wybrane szczepy bakterii (Chawla i in. 2009)**Table 1.** Efficiency of bacterial cellulose synthesis by selected bacterial strains (Chawla et al. 2009)

Rodzaj bakterii	Źródło węgla	Dodatki w pożywce	Czas hodowli	Wydajność (g/L)	Źródło
<i>A.xylinum</i> BRC 5	glukoza	etanol, tlen	50 h	15,30	Hwang i in. (1999)
<i>G.hansenii</i> PJK (KCTC 10505 BP)	glukoza	tlen	48 h	1,72	Jung i in. (2005)
<i>G.hansenii</i> PJK (KCTC 10505 BP)	glukoza	etanol	72 h	2,50	Park i in. (2003)
<i>Acetobacter</i> sp. V6	glukoza	etanol	8 dni	4,16	Son i in. (2003)
<i>Acetobacter</i> sp. A9	glukoza	etanol	8 dni	15,20	Son i in. (2001)
<i>A. xylinum</i> BPR2001	melasa	-	72 h	7,82	Bae i Shoda (2004)
<i>A. xylinum</i> BPR2001	fruktoza	agar, tlen	72 h	14,10	Bae i in. (2004)
<i>A. xylinum</i> BPR2001	fruktoza	agar	56 h	12,00	Bae i in. (2004)
<i>Acetobacter xylinum</i> ssp. <i>sucrofermentans</i> BPR2001	fruktoza	tlen	52 h	10,40	Chao i in. (2000)
<i>Acetobacter xylinum</i> ssp. <i>sucrofermentans</i> BPR2001	fruktoza	agar, tlen	44 h	8,70	Chao i in. (2000)
<i>Acetobacter xylinum</i> E25	glukoza	-	7 dni	3,50	Krystynowicz i in. (2002)
<i>G.hylinus</i> (K3)	mannitol	zielona herbata	7 dni	3,34	Nguyen i in. (2008)
<i>Gluconacetobacter xylinus</i> IFO 13773	glukoza	lignosulfonian	7 dni	10,10	Keshk i Sameshima (2006b)
<i>Acetobacter xylinum</i> NUST4.1	glukoza	alginian sodu	5 dni	6,00	Zhou i in. (2007)
<i>Gluconacetobacter xylinus</i> IFO 13773	melasa z trzciny cukrowej	-	7 dni	5,76	Keshk i Sameshima (2006a)
<i>Gluconacetobacter</i> sp. RKY5	glicerol	-	144 h	5,63	Kim i in. (2006)

Ramana i in. (2000) wykazali, że obok glukozy, sacharoza i mannitol są optymalnymi substratami do produkcji celulozy bakteryjnej, a obecność źródła azotu przyczynia się do wzmocnienia biosyntezy. Korzystając ze szczepu *A. xylinum*, autorzy uzyskali maksymalną wydajność syntezy 5 g/L (5g biofilmu celulozowego z 1l pożywki hodowlanej) przy medium zawierającym sacharozę. Substraty takie jak galaktoza, maltoza, skrobia, sorbitol i kwas octowy, wpływały na zdecydowanie niższą wydajność (poniżej 2 g/L). Mikkelsen i in. (2009) porównali wydajność syntezy na podłożu Hestrina i Schramma modyfikując je poprzez zastąpienie glukozy innymi sacharydami. Najwyższą wydajność, wynoszącą 3,83 g/L, uzyskano na pożywce zawierającej sacharozę, po niej kolejno glicerol, mannitol, glukozę, fruktozę i galaktozę, przy czym właściwości błony produkowanej na wszystkich podłożach były bardzo podobne i wykazywały zbliżony stopień krystaliczności 80÷90%. Ishihara i in.

(2002) zastosowali ksylozę jako substrat do produkcji celulozy przez *A. xylinum* IFO 15606 i uzyskali wydajność 3,0 g/L. Zwiększenie w pożywce zarówno zawartości sacharydu, jak i substancji bogatych w azot, wpływa na efektywność syntezy celulozy i masę uzyskiwanego biofilmu. Betlej i Krajewski (2019) porównali wpływ zawartości sacharozy oraz rodzaju źródła azotu w podłożu hodowlanym na efektywność procesu fermentacji przez mikroorganizmy Kombucha. Największą wydajność syntezy celulozy (2,81 g/L) uzyskano przy maksymalnej 10% zawartości sacharydu, a obecność w medium źródła związków azotu niemal ośmiokrotnie zwiększyła efektywność produkcji polimeru. Azot stanowi bowiem główny składnik białek niezbędnych w procesach metabolicznych komórek i stanowi 8÷14% suchej masy komórkowej bakterii (Chawla i in. 2009). W celu zoptymalizowania warunków fermentacji do efektywnej produkcji celulozy przez *Acetobacter* sp. A9, Son i in. (2001) przetestowali różne źródła azotu w stężeniu 0,5%, jako uzupełnienie pożywki hodowlanej. Najefektywniejszy okazał się dodatek ekstraktu drożdżowego, uzyskując wydajność syntezy 2,87 g/L, następnie polipepton 2,65 g/L i CSL (z jęz. ang. *corn steep liquor*), czyli ekstrakt z fermentowanej skrobi kukurydzianej, tzw. namok, z wydajnością 2,59 g/L. Pomimo wysokiej efektywności, dodatek peptonu lub ekstraktu drożdżowego uznaje się za ekonomicznie nieopłacalny. CSL może być z powodzeniem stosowany do poprawy efektywności procesu fermentacji, jako tańszy substytut. Innym składnikiem znacząco podnoszącym wydajność syntezy celulozy jest etanol.

We wstrząsanej metodzie produkcji celulozy bakteryjnej zaobserwowano spontaniczną mutację niektórych bakterii w komórki (Cel-) nieprodukujące celulozy (Valla i Kjosbakken 1982). Etanol nie tylko hamuje mutację mikroorganizmów, ale także stanowi dla nich dodatkowe źródło węgla (Lee i in. 2014). Po dodaniu do pożywki 1% obj. etanolu uzyskano zwiększenie wydajności z 0,52 g/L do 3,31 g/L korzystając z medium Hestrina i Schramma (Krystynowicz i in. 2002). Son i in. (2001) badali wpływ dodatku 1,4% obj. etanolu do pożywki, który pozwolił uzyskać wydajność celulozy 15,2 g/L. Wynik ten czterokrotnie przewyższał efektywność podłoża pozbawionego etanolu. Rani i Appaiah (2011) również stwierdzili stymulujący efekt dodatku 1,5% etanolu i 1,0% kwasu octowego na syntezę celulozy bakteryjnej przez szczep *G. hansenii* UAC09.

Wpływ warunków hodowli

Obok zapewnienia odpowiedniego źródła węgla i azotu, podczas całego procesu fermentacji istotne jest utrzymywanie optymalnej temperatury, która stymuluje wzrost drobnoustrojów i aktywność enzymów, poprawiając wydajność syntezy celulozy (Villarreal-Soto i in. 2018). Temperatura fermentacji wynosi zazwyczaj 22÷30°C (May i in. 2019), przy czym wysoką wydajność uzyskuje się również w temperaturze 28÷30°C (Chawla i in. 2009). Największą wydajność syntezy dla *G. hansenii* UAC09 zaobserwowano w temperaturze 27°C; przy 40°C wzrost bakterii został zahamowany (Rani i Appaiah 2011).

Kolejnym kluczowym parametrem w produkcji celulozy bakteryjnej jest odczyn pożywki. Optymalne pH medium do syntezy biopolimeru mieści się w zakresie 4,0÷6,0 (Masaoka i in. 1993). Badania wykazały, że wytrzymałość mechaniczna celulozy bakteryjnej wzrasta wraz z obniżeniem odczynu. Błona wytworzona przy odczynie roztworu pH=4 odznacza się istotnie wyższą wytrzymałością mechaniczną od polimeru wyprodukowanego w środowisku o pH=5 (Tahara i in. 1997). Związane jest to z obniżeniem aktywności enzymów hydrolitycznych m.in. celulazy, która rozkłada celulozę na celobiozę (dimer glukozy), co zmniejsza jej stopień polimeryzacji, a tym samym wytrzymałość polimeru (Olędzki i Walaszczyk 2020). W środowisku o pH=4 bakterie produkują celulozę o stopniu polimeryzacji w zakresie 14 000÷16 000, natomiast wzrost pH do 5 może obniżyć stopień polimeryzacji do 11 000 (Ross i in. 1991). Wraz z postępem fermentacji, odczyn medium obniża się, ze względu na nagromadzenie się powstających w procesie kwasów, m.in. glukonowego, mlekowego i octowego. Ważne jest, aby kontrolować jego poziom i nie dopuścić do spadku pH poniżej 3, gdyż już przy odczynie poniżej 4 obserwuje się spadek wydajności syntezy (Villarreal-Soto i in. 2018).

Zawartość rozpuszczonego w pożywce tlenu jest istotna zarówno dla metabolizmu komórek, wydajności tworzenia celulozy bakteryjnej, jak i jakości otrzymywanej błony. Stwierdzono także, że wysokie stężenie tlenu w medium wpływa na produkcję kwasu glukonowego z glukozy. Aby zmaksymalizować wydajność produkcji celulozy, stężenie tlenu powinno wynosić 10%. Niższa wartość prowadzi do zahamowania wzrostu komórek i zatrzymania procesu syntezy celulozy (Lee i in. 2014).

Metody hodowli bakterii syntetyzujących celulozę

Istnieją dwie główne metody produkcji celulozy bakteryjnej wykorzystujące mikroorganizmy: statyczna oraz dynamiczna. Dobór systemu hodowli determinowany jest ostatecznym zastosowaniem błony celulozowej, gdyż jej właściwości morfologiczne, mechaniczne i fizykochemiczne uzależnione są od zastosowanych rozwiązań produkcyjnych (Jozala i in. 2016).

Hodowla statyczna jest stosunkowo prostą techniką, wykorzystywaną najczęściej w warunkach laboratoryjnych. Jest to metoda powierzchniowa, w której formowanie polimeru zachodzi w płynnym podłożu na granicy faz gaz-ciecz. Z tego względu wydajność produkcji jest ściśle związana z powierzchnią stosowanej pożywki (Wang i in. 2019), a intensywność syntezy jest znacząco ograniczona przez ilość tlenu docierającą do podłoża (Borzani i de Souza 1995). W wyniku hodowli stacjonarnej uzyskuje się skóropodobną, silnie uwodnioną, elastyczną, białawą błonę o jednolitej strukturze, która syntetyzowana jest na powierzchni ciekłego medium, gdzie bakterie mają swobodny dostęp do niezbędnego w procesach metabolicznych tlenu (Kuo i in. 2016). Początkowo w pożywce pojawia się cienka błonka zbudowana z pojedynczych fazyli, która wraz z postępem hodowli znacząco zyskuje na grubości. W porównaniu z metodą wstrząsaną, błona pozyskiwana w warunkach

statycznych charakteryzuje się większą wytrzymałością mechaniczną (Jozala i in. 2016), znaczną powierzchnią właściwą i dużą zdolnością do zatrzymywania wody (Huang i in. 2013). Wiąże się to jednak z wydłużonym czasem hodowli, trwającym w zależności od szczepu bakterii od 5 do 20 dni i wymaga znacznych powierzchni hodowlanych, co skutkuje niewystarczającą produktywnością do zastosowania jej na skalę masową (Chao i in. 2000; Song i in. 2009; Lee i in. 2014).

Metoda dynamiczna polega na rozproszonej syntezie biopolimeru, poprzez napowietrzanie podłoża (Olędzki i Walaszczyk 2020). Dodatkowa ilość tlenu ma zwiększyć wydajność produkcji celulozy bakteryjnej, która przyjmuje wówczas postać nieregularnych owalono-kulistych kłębków i zawieszonych włókien (Krystynowicz i in. 2002; Czaja i in. 2004). Rozwiązanie to jest jednak problematyczne, ze względu na trudność utrzymania optymalnego stężenia rozpuszczonego w medium tlenu. Zbyt intensywne napowietrzanie i mieszanie medium prowadzi do mutacji bakterii w komórki nieprodukujące celulozy (Cel-), przez co wydajność syntezy spada (Valla i Kjosbakken 1982; Czaja i in. 2004). Metoda wstrząsana umożliwia jednak wytworzenie celulozy bakteryjnej o różnorodnym kształcie i rozmiarze, od kulistych cząsteczek o średnicy od 10 μm do 10 mm, po elipsoidalne, gwiaździste i nieregularne formacje (Gu i Catchmark 2012). Postać otrzymywanej celulozy i jej właściwości uzależnione są od prędkości obrotów, czasu i temperatury hodowli, a także substancji dodatkowych uzupełniających pożywkę (Wang i in. 2019). Hodowle wstrząsane prowadzi się w warunkach laboratoryjnych w kolbach stożkowych wypełnionych w ok. 1/3 medium odżywczym, które umieszczane są w wstrząsarkach inkubatorowych. Hu i Catchmark (2010) badali wpływ dynamicznych warunków hodowli na tworzenie się kulistych form celulozy bakteryjnej. Stwierdzono, że przy prędkości obrotowej poniżej 100 obr./min oraz powyżej 200 obr./min praktycznie nie obserwuje się kulistych form celulozy, a raczej drobne, nieregularne kłębki włókien. Optymalna prędkość do wytworzenia sferycznej celulozy o średnicy ok. 8 mm wyniosła 125 obr./min. Przy wzroście prędkości obrotów do 150 obr./min następowało wydłużenie kształtu i zmniejszenie średnicy celulozy do ok. 2,5 mm.

Aby móc produkować celulozę bakteryjną o pożądanych właściwościach w ekonomiczny i efektywny sposób na skalę przemysłową, a tym samym zwiększyć zakres jej zastosowań, niezbędne stało się opracowywanie nowych systemów hodowli przy użyciu różnego typu bioreaktorów.

Do produkcji masowej celulozy bakteryjnej badano wykorzystanie reaktorów typu HoLiR (Horizontal Lift Reactor). Komora takiego bioreaktora, w postaci poziomego podłużnego zbiornika, wypełniona jest pożywką hodowlaną, na powierzchni której zachodzi synteza celulozy w formie prostokątnego arkusza. Proces produkcji polimeru może wówczas zachodzić w sposób ciągły, poprzez podnoszenie polimeru na jednym końcu zbiornika i powolne wyjmowanie arkuszy z nad powierzchni podłoża na drugim końcu reaktora (Kralisch i in. 2009; Olędzki i Walaszczyk 2020).

Inne rozwiązanie zastosowano w reaktorach aerozolowych, w których medium ze składnikami odżywczymi jest natryskiwane na całą powierzchnię kultury mikroorganizmów, na której zachodzi proces biosyntezy. W ten sposób uzyskuje się błonę celulozową o grubości nawet kilku centymetrów, która znajduje zastosowanie w materiałach o wysokich wymaganiach technicznych (Hornung i in. 2007). Większość bakterii obecnych w pożywce znajduje się w wierzchniej warstwie błony (do 1 mm), w której stężenie tlenu jest największe, dlatego równomierne rozprowadzenie pożywki na całej powierzchni powstającej celulozy zapewnia mikroorganizmom dostęp do substancji odżywczych, niezbędnych w procesie biosyntezy (Lee i in. 2014).

W reaktorach wyposażonych w obrotowe dyski, powierzchnię hodowlaną stanowią okrągłe tarcze do połowy zanurzone w płynnej pożywce, które osadzone są na obracającym się wale. Ciągły ruch obrotowy wału powoduje naprzemienne zanurzanie dysków w medium i wystawianie ich na działanie tlenu z powietrza ponad powierzchnią roztworu. Podczas zanurzania w pożywce, mikroorganizmy zaszczerpione na powierzchni okrągłych tarcz pobierają substancje odżywcze, natomiast zwiększona ilość docierającego do bakterii tlenu, stymuluje ich wzrost i proces syntezy celulozy. Rozwiązanie to umożliwia również wprowadzanie do medium różnych substancji wzbogacających, które są włączane do struktury celulozy bakteryjnej, w celu poprawy jej właściwości lub stworzenia odpowiedniego materiału kompozytowego (Serafica i in. 2002). W badaniach prowadzonych przez Krystynowicz i in. (2002) stwierdzono, że największą wydajność syntezy w tego typu reaktorach osiąga się przy prędkości obrotów dysków 4 obr./min. i stosunkowi pola powierzchni dysków do objętości medium (S/V) $0,71 \text{ cm}^{-1}$.

Aby wykorzystać zalety statycznej metody hodowli bakterii syntetyzujących celulozę, bez konieczności stosowania znacznych powierzchni produkcyjnych, podjęto próby utworzenia reaktorów membranowych. Yoshino i in. (1996) opracowali system z wykorzystaniem membrany z tworzywa sztucznego do zwiększenia efektywności procesu wytwarzania celulozy bakteryjnej. Spód naczynia hodowlanego wykonano z przepuszczalnej dla tlenu membrany silikonowej, przez którą gaz ten dyfundował do pożywki hodowlanej. System ten pozwolił zwiększyć wydajność syntezy, w porównaniu do produkcji polimeru na powierzchni ciekłego medium. Hofinger i in. (2011) zastosowali porowatą membranę z polieterosulfonu (PES) do hodowli szczepu *G. xylinus*. Umieszczona w reaktorze membrana stykała się dolną powierzchnią z mieszanym poniżej medium. Na górnej, „powietrznej” stronie membrany, zaszczerpiona została kultura bakterii produkujących celulozę. Substancje odżywcze dyfundując przez hydrofilową membranę przedostawały się z pożywki na drugą powierzchnię błony, gdzie zachodziła synteza celulozy. Takie rozwiązanie zapewnia mikroorganizmom dostęp do większej ilości tlenu, niż ma to miejsce w tradycyjnej metodzie statycznej.

Odpady rolno-przemysłowe jako alternatywne pożywki hodowlane

Nieustannie największą przeszkodzą hamującą wykorzystanie celulozy bakteryjnej na skalę przemysłową jest wysoki koszt produkcji biopolimeru. Od wielu lat prowadzi się badania, w celu zminimalizowania kosztów związanych z wytwarzaniem celulozy bakteryjnej, poszukując alternatywnych źródeł węgla i modyfikując parametry procesu fermentacji. Coraz więcej badań skupia się obecnie na wykorzystaniu różnego rodzaju odpadów rolno-przemysłowych, które umożliwiłyby prowadzenie wydajnej biosyntezy celulozy bakteryjnej, przyczyniając się jednocześnie do promowania gospodarki obiegu zamkniętego i wykorzystywania odpadów z jednego sektora, jako wartościowego surowca w innej dziedzinie.

Dzięki zdolności bakterii do syntetyzowania celulozy z wielu rodzajów cukrów, różne alternatywne źródła sacharydów mogą być wykorzystywane do produkcji biopolimeru. Aby dany surowiec został uznany za potencjalnie wydajny substrat hodowlany, powinien zawierać znaczne ilości cukrów, prostych lub złożonych. Pożądana jest także obecność aminokwasów, białek i związków mineralnych, które stymulują wzrost bakterii i proces biosyntezy. Szczególna uwaga skupia się wobec tego na pozostałościach z przemysłu rolnego, cukierniczego, browarniczego, włókienniczego oraz na odpadach z biorafinerii i celulozowni (Hussain i in. 2019). W tabeli 2. przedstawiono wybrane odpady organiczne, które wykorzystywano do produkcji celulozy wraz wydajnością przeprowadzonego procesu.

Ze względu na niskie koszty pozyskania, do hodowli bakterii syntetyzujących celulozę wykorzystuje się melasę otrzymywaną w procesie rafinacji sacharozy z buraków, trzciny cukrowej lub karobu. Badania potwierdziły, że celuloza bakteryjna syntetyzowana przez szczep *G. xylinus* ATCC 10245 z melasy buraczanej charakteryzuje się wyższym stopniem polimeryzacji, niż celuloza wyprodukowana na podłożu zawierającym wyłącznie czystą glukozę, jako jedyne źródło węgla (Keshk i in. 2006). Premjet i in. (2007) przebadali wpływ dodatku melasy z trzciny cukrowej na wydajność syntezy celulozy bakteryjnej. Stwierdzono, że składniki melasy takie jak sacharoza, fruktoza, glukoza, aminokwasy, związki azotu i substancje mineralne, dodawane do pożywki H-S, stymulują biosyntezę celulozy przez *G. xylinus* ATCC 10245, kilkukrotnie zwiększając wydajność procesu. Salari i in. (2019) badali efektywność biosyntezy celulozy przez szczep *G. xylinus* PTCC 1734 na tradycyjnym medium Hestrina i Schramma oraz na pożywce z produktów ubocznych przemysłu spożywczego. Wydajność produkcji celulozy na medium zawierającym melasę buraczaną przewyższała efektywność syntezy ze standardowego podłoża i wyniosła 4,56 g/L dla początkowej zawartości cukru 20 g/L. Czyni to podłoże melasowe potencjalnym substratem do produkcji celulozy na skalę przemysłową.

Kurosumi i in. (2009) badali pożywki hodowlane zawierające sok owocowy i stwierdzili wyższą wydajność syntezy celulozy bakteryjnej (6 mg/mL) po 96h hodowli z pożywki zawierającej sok pomarańczowy. Jozala i in. (2015) osiągnęli w tym samym czasie hodowli dziesięciokrotnie większą wydajność (60 mg/mL), stosując jako pożywkę przegniłe owoce.

Autorzy badań wykorzystali już rozkładające się jabłka, śliwki, winogrona i ananasy do stworzenia podłoża dla bakterii *G. xylinus* ATCC 53582, które swoją efektywnością znacznie przewyższało standardowe medium H-S.

Tabela 2. Wybrane odpady rolno-przemysłowe wykorzystywane jako surowiec do produkcji celulozy bakteryjnej (Hussain i in. 2019)

Table 2. Selected agro-industrial waste used as a raw material for the production of bacterial cellulose (Hussain et al. 2019)

Rodzaj odpadów rolno-przemysłowych	Dodatki w pożywce	Rodzaj bakterii	Wydajność (g/L)	Źródło
Skórki cytrusów	-	<i>Komagataeibacter hansenii</i> GA 2016	3,92 BC/100g odpadów	Güzel i Akpınar (2018)
Łuski ziaren kawy	mocznik i CSL	<i>Gluconacetobacter hansenii</i> UAC09	8,20	Rani i Appaiah (2013)
Sok z trzciny cukrowej i pozostałości ananasa	-	<i>Gluconacetobacter medellinensis</i>	3,24	Algar i in. (2015)
Syrop daktylowy	jak w medium HS	<i>Acetobacter xylinum</i> 0416 MARDI	5,80	Lotfiman i in. (2016)
Ścieki gorzelniane	-	<i>Gluconacetobacter oboediens</i>	8,50	Jahan i in. (2018)
Wywar gorzelniany po produkcji piwa	-	<i>Gluconacetobacter hansenii</i> PJK KCTC 10505BP	8,46	Ha i in. (2008)
Wytłoki winogronowe/CSL	-	<i>Acetobacter xylinum</i> NRRL B-42	6,70	Cerrutti i in. (2016)
Melasa trzcinowa i browarniana	-	<i>Gluconoacetobacter xylinum</i> ATCC 23768	3,05	Khattak i in. (2015)
Miazga ze słodkich limonek	-	<i>Komagataeibacter europaeus</i> SGP3	6,30	Dubey i in. (2018)
Włókniste masy odpadowe z celulozowni i biorafinerii	ekstrakt drożdżowy i trypton	<i>Gluconacetobacter xylinus</i> ATCC 23770	11,00	Cavka i in. (2013)
Surowy glicerol i hydrolizat mączki słonecznikowej	-	<i>Komagataeibacter sucrofermentans</i> DSM 15973	13,30	Tsouko i in. (2015)
Hydrolizat biomasy drożdży	-	<i>Gluconacetobacter xylinus</i> CH001	2,90	Luo i in. (2017a,b)

Światowe, roczne pozyskanie cytrusów w 2015 r. wyniosło 27,1 mln ton, z czego na odpady w postaci wytlóków i skórek przypadało 40÷60% całkowitej masy owoców. Tego typu surowiec odpadowy zawiera wiele składników odżywczych, cukrów, pektyn i wody, łatwo ulega rozkładowi przez mikroorganizmy, przez co może wywierać niekorzystny wpływ na środowisko naturalne. Fan i in. (2016) wykorzystali ten fakt do utworzenia medium pod hodowlę szczepu bakterii *K. xylinus* CICC 10529, stosując produkt enzymatycznej hydrolizy

wytłoków cytrusowych. Pozyskanie suchej błony celulozowej z tak przygotowanego roztworu wyniosło 5,7 g/L, w porównaniu do standardowego podłoża, którego efektywność kształtowała się na poziomie 3,9 g/L. Próbkę pozyskaną z obu wariantów pożywek wykazywały zbliżone właściwości. Wysoką wydajność medium z odpadów owocowych tłumaczy się obecnością znacznej ilości glukozy i ksylozy, które są łatwo metabolizowane przez bakterie. Kompleks enzymów obecny w roztworze rozkłada błonnik i pektyny wchodzące w skład owoców, ułatwiając bakteriom dostęp do cukrów prostych i zwiększając wydajność biosyntezy celulozy.

Coraz więcej uwagi kierowane jest na odpady pochodzące z przetwórstwa mleka, jako trudne w utylizacji i niebezpieczne dla środowiska wodnego ścieki przemysłowe, groźniejsze nawet od ścieków sanitarnych z gospodarstw domowych. Serwatka, która jest płynną pozostałością po produkcji sera, charakteryzuje się wysokim wskaźnikiem biochemicznego zapotrzebowania na tlen (BZT_n). Drobnoustroje występujące w środowisku zużywają znaczne ilości tlenu do rozłożenia pozostałości z przemysłu mleczarskiego, doprowadzając do jego deficytu w naturalnych ciekach wodnych i stwarzając zagrożenie dla życia ryb i innych stworzeń (Jozala i in. 2015). Z drugiej strony, płynna serwatka zawiera wiele rozpuszczalnych białek, laktozę, minerały i witaminy, które mogą posłużyć do hodowli bakterii syntetyzujących celulozę. Dotychczasowe wyniki badań pokazują, że rozcieńczony roztwór serwatki umożliwia produkcję celulozy bakteryjnej przez szczep *G. xylinus* PTCC 1734 w warunkach statycznych w ilości 3,55 g/L, podczas gdy wydajność próbki kontrolnej na medium H-S wyniosła 3,26 g/L (Salari i in. 2019). Dodatek do medium enzymu laktazy umożliwia hydrolizę laktozy obecnej w serwatce do glukozy i galaktozy, które są szybciej metabolizowane przez bakterie, niż cukry złożone. Podobne wyniki zaobserwowano przy wstrząsanych warunkach produkcji celulozy przez bakterie *K. sucrofermentans* B-11267, osiągając wydajność 5,45 g/L po 3 dniach hodowli (Revin i in. 2018). Wysoka wartość pozostałości z przemysłu mleczarskiego, jako potencjalnego substratu do produkcji celulozy, spowodowana jest dodatkowo zawartością białek, aminokwasów, witamin oraz kwasów organicznych mlekowego i cytrynowego, które stymulują wzrost bakterii i poprawiają efektywność biosyntezy celulozy.

Kolejną grupą odpadów stanowiącą potencjalne źródło węgla dla produkcji celulozy bakteryjnej są wywary gorzelnicze i ścieki powstające podczas produkcji alkoholi, które można wykorzystać jako samodzielne medium lub jako część standardowej pożywki H-S. Jednym z rozwiązań jest wykorzystanie tzw. cienkiego wywaru gorzelnianego (z jęz. ang. *distillery thin stillage*), który jest pozostałością po produkcji wina ryżowego. Badania wykazały, że dodatek wywaru ryżowego do tradycyjnego podłoża pozwala uzyskać polimer celulozowy w ilości 6,26 g/L, w związku z tym wydajność procesu jest o 50% wyższa niż efektywność samego medium H-S (Wu i Liu 2013). Dodatkowo, błona pozyskana ze wzbogaconego medium charakteryzowała się wyższym stopniem krystaliczności i gęstszą strukturą włóknistą, ale mniejszą zdolnością do zatrzymywania wody. Zwiększona produkcja

celulozy bakteryjnej spowodowana jest bogatą zawartością kwasów organicznych oraz aminokwasów w wywarze gorzelnianym. Jednocześnie zastosowanie destylatu ryżowego pozwoliło obniżyć koszty produkcji celulozy bakteryjnej o 67%. Wyłoki winogronowe również zostały przebadane jako niekonwencjonalne podłoże do produkcji celulozy bakteryjnej, wykazując wysoką wydajność 8,0 g/L po uzupełnieniu namokiem kukurydzianym (CSL) dla zapewnienia optymalnego poziomu azotu (Vazquez i in. 2012). Analiza morfologiczna wykazała, że mikrofibryle celulozowe uzyskane z alternatywnego podłoża charakteryzowały się stopniem krystaliczności w granicach 74÷79% oraz szerokością i grubością z zakresu odpowiednio 35÷70 nm i 13÷24 nm. Wartości te były zbliżone do wymiarów fibryli wyhodowanych na standardowym medium.

Nie tylko odpady poprodukcyjne z przemysłu spożywczego stanowią potencjalny substrat do hodowli bakterii syntetyzujących celulozę. W celulozowniach i biorafineriach, podczas procesu rozwłókniania materiału drzewnego i lignocelulozowego gorącą parą lub wodą powstaje wodny ekstrakt, zawierający cukry proste (glukozę, arabinozę, ksylozę), sacharozę, kwasy organiczne (mlekowy, mrówkowy, octowy) i inne związki organiczne (furfural, hydroksymetylofurfural). Skład takiego roztworu umożliwia hodowlę bakterii bez konieczności wzbogacania go o substancje dodatkowe, które podnoszą koszty pożywki. Pomimo dość niskiego stężenia cukrów w wodnym ekstrakcie, badaczom udało się opracować podłoże do produkcji celulozy przez szczep *K. xylinus* 23769, z którego uzyskano błonę o zbliżonym stopniu krystaliczności, a o mniejszej średnicy włókien, co biofilm z pożywki H-S (Kiziltas i in. 2015). Odpady tekstylne bogate w celulozę, po oczyszczeniu i poddaniu ich hydrolizie, również stanowią potencjalne źródło węgla dla wzrostu bakterii. Hong i in (2012) otrzymali w ten sposób hydrolizat z materiału bawełnianego, który umożliwił pozyskanie błony celulozowej z wydajnością o 83% większą (10,8 g/L), niż prezentowaną przez medium zawierającą glukozę. Celuloza bakteryjna wyhodowana na alternatywnym podłożu odznaczała się również o 79% wyższą wytrzymałością na rozciąganie.

Woda kokosowa, syropy owocowe, hydrolizat drożdży piwnych, glicerol będący pozostałością po produkcji biodiesla, hydrolizaty biomasy roślinnej, to tylko niektóre z substratów, które są również wykorzystywane do badania potencjału odpadów przemysłowych, jako wydajnych podłoży do produkcji błony celulozowej. Zaletą wykorzystania pozostałości rolno-przemysłowych do hodowli bakterii syntetyzujących celulozę, jest stworzenie ekonomicznie opłacalnej metody wytwarzania biopolimeru i wywieranie pozytywnego wpływu na środowisko, poprzez zagospodarowanie i utylizowanie w ten sposób odpadów organicznych.

Podsumowanie

Efektywność biosyntezy celulozy bakteryjnej uzależniona jest od wielu czynników: warunków hodowli, rodzaju i zawartości sacharydów, azotu oraz innych substancji

wzbogacających, które stymulują wzrost i metabolizm bakterii. Pomimo stosunkowo prostego procesu fermentacji, koszty sporządzenia pożywki hodowlanej, która dostarczy mikroorganizmom wytwarzającym celulozę niezbędnych składników do optymalnej syntezy, stanowią główną przeszkodę uniemożliwiającą wykorzystanie celulozy bakteryjnej na skalę przemysłową. Coraz więcej uwagi skupia się wobec tego na odpadach rolno-przemysłowych, jako potencjalnych podłożach hodowlanych, mogących zwiększyć opłacalność produkcji celulozy bakteryjnej. Zagospodarowanie pozostałości poprodukcyjnych nie tylko pozwala zmniejszyć koszty wytwarzania polimeru tego typu, ale także sprzyja ochronie środowiska naturalnego, poprzez przekształcanie odpadów organicznych w wartościowe surowce.

Literatura

Algar I., Fernandes S., Mondragon G., Castro C., Garcia-Astrain C., Gabilondo N., Retegi A., Eceiza A., 2014: Pineapple agroindustrial residues for the production of high value bacterial cellulose with different morphologies. *Journal of Applied Polymer Science* 132, 41237. DOI: 10.1002/app.412377

Antolak H., Kręgiel D., 2015: Bakterie kwasu octowego - taksonomia, ekologia oraz wykorzystanie przemysłowe. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4, 21-35. DOI: 10.15193/ZNTJ/2015/101/053

Bäckdahl H., Esguerra M., Delbro D., Risberg B., Gatenholm P., 2008: Engineering microporosity in bacterial cellulose scaffolds. *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine* 2, 320-330. DOI: 10.1002/term.97

Bäckdahl H., Helenius G., Bodin A., Nannmark U., Johansson B.R., Risberg B., Gatenholm P., 2006: Mechanical properties of bacterial cellulose and interactions with smooth muscle cells. *Biomaterials* 27, 2141-2149. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2005.10.026

Bae S., Shoda M., 2004: Bacterial Cellulose Production by Fed-Batch Fermentation in Molasses Medium. *Biotechnology Progress* 20, 1366-1371. DOI: 10.1021/bp0498490

Bae S., Sugano Y., Shoda M., 2004: Improvement of bacterial cellulose production by addition of agar in a jar fermentor. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 97, 33-38. DOI: 10.1016/S1389-1723(04)70162-0

Bandyopadhyay S., Saha N., Brodnjak U.V., Saha P., 2019: Bacterial cellulose and guar gum based modified PVP-CMC hydrogel films: Characterized for packaging fresh berries. *Food Packaging and Shelf Life* 22, 100402. DOI:10.1016/j.fpsl.2019.100402

Basta A.H., El-Saied H., 2009: Performance of improved bacterial cellulose application in the production of functional paper. *Journal of Applied Microbiology* 107, 2098-2107. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2009.04467.x

Betlej I., Krajewski K., 2019: Bacterial cellulose synthesis by Kombucha microorganisms on a medium with a variable composition of nutrients. *Annals of WULS, Forestry and Wood Technology* 108, 53-57. DOI: 10.5604/01.3001.0013.7681en

Bodin A., Ahrenstedt L., Fink H., Brumer H., Risberg B., Gatenholm P., 2007a: Modification of Nanocellulose with a Xyloglucan-RGD Conjugate Enhances Adhesion and Proliferation of Endothelial Cells: Implications for Tissue Engineering. *Biomacromolecules* 8, 3697-3704. DOI: 10.1002/term.334

Bodin A., Bäckdahl H., Fink H., Gustafsson L., Risberg B., Gatenholm P., 2007b: Influence of cultivation conditions on mechanical and morphological properties of bacterial cellulose tubes. *Biotechnology and Bioengineering* 97, 425-434. DOI: 10.1002/bit.21314

Bodin A., Concaro S., Brittberg M., Gatenholm P., 2007c: Bacterial cellulose as a potential meniscus implant. *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine* 1, 406-408. DOI: 10.1002/term.51

Borzani W., de Souza S.J., 1995: Mechanism of the film thickness increasing during the bacterial production of cellulose on non-agitated liquid media. *Biotechnology Letters* 17, 1271-1272. DOI:10.1007/BF00128400

Cacicedo M., Castro M., Servetas I., Bosnea L., Boura K., Tsafrakidou P., Dima A., Terpou A., Koutinas A., Castro G., 2016: Progress in bacterial cellulose matrices for biotechnological applications. *Bioresource Technology* 213, 172-180. DOI: 10.1016/j.biortech.2016.02.071

Campano C., Merayo N., Balea A., Tarrés Q., Delgado-Aguilar M., Mutjé P., Negro C., Blanco A., 2018: Mechanical and chemical dispersion of nanocelluloses to improve their reinforcing effect on recycled paper. *Cellulose* 25, 269-280. DOI: 10.1007/s10570-017-1552-y

Cavka A., Guo X., Tang S., Winestrand S., Jönsson L., Hong F., 2013: Production of bacterial cellulose and enzyme from waste fiber sludge. *Biotechnology for Biofuels*, 6, 25. DOI: 10.1186/1754-6834-6-25

Cerrutti P., Roldán P., García R.M., Galvagno M.A., Vázquez A., Foresti M.L., 2016: Production of bacterial nanocellulose from wine industry residues: Importance of fermentation time on pellicle characteristics. *Journal of Applied Polymer Science* 133, DOI: 10.1002/app.43109

Chang S.T., Chen L.C., Lin S.B., Chen H.H., 2012: Nano-biomaterials application: Morphology and physical properties of bacterial cellulose/gelatin composites via crosslinking. *Food Hydrocolloids* 27, 137-144. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2011.08.004

Chao Y., Ishida T., Sugano Y., Shoda M., 2000: Bacterial cellulose production by *Acetobacter xylinum* in a 50-L internal-loop airlift reactor. *Biotechnology and bioengineering* 68, 345-352. DOI: 10.1002/(sici)1097-0290(20000505)68:3<345::aid-bit13>3.0.co;2-m

Chawla P., Bajaj I., Survase S., Singhal R., 2009: Microbial Cellulose: Fermentative Production and Applications. *Food Technology and Biotechnology* 47, 107-124.

Chen S., Shen W., Yu F., Hu W., Wang H., 2010: Preparation of amidoximated bacterial cellulose and its adsorption mechanism for Cu²⁺ and Pb²⁺. *Journal of Applied Polymer Science* 117, 8-15. DOI: 10.1002/app.31477

Chen S., Zou Y., Yan Z., Shen W., Shi S., Zhang X., Wang H., 2009: Carboxymethylated-bacterial cellulose for copper and lead ion removal. *Journal of Hazardous Materials* 161, 1355-1359. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2008.04.098

Ciechańska D., 2004: Multifunctional bacterial cellulose/chitosan composite materials for medical applications. *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 12, 69-72.

Czaja W., Romanovicz D., Brown R.M., 2004: Structural investigations of microbial cellulose produced in stationary and agitated culture. *Cellulose* 11, 403-411. DOI: 10.1023/B:CELL.0000046412.11983.61

Dai L., Nan J., Tu X., He L., Wei B., Xu Ch., Xu Y., Li S., Wang H., Zhang J., 2019: Improved thermostability and cytocompatibility of bacterial cellulose/collagen composite by collagen fibrillogenesis. *Cellulose* 26, 6713-6724. DOI: 10.1007/s10570-019-02530-w

Donini Í.A.N., De Salvi D.T.B., Fukumoto F.K., Lustri W.R., Barud H.D.S., Marchetto R., Messaddeq Y., Ribeiro S.J.L., 2018: Biosynthesis and recent advances in production of bacterial cellulose. *Eclética Química Journal* 35, 165-178. DOI: 10.26850/1678-4618eqj.v35.4.2010.p165-178

Dubey S., Singh J., Singh R.P., 2018: Biotransformation of sweet lime pulp waste into high-quality nanocellulose with an excellent productivity using *Komagataeibacter europaeus* SGP37 under static intermittent fed-batch cultivation. *Bioresource Technology* 247, 73-80. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.09.089

Fan X., Gao Y., He W., Hu H., Tian M., Wang K., Pan S., 2016: Production of nano bacterial cellulose from beverage industrial waste of citrus peel and pomace using *Komagataeibacter xylinus*. *Carbohydrate Polymers* 151, 1068-1072. DOI: 10.1016/j.carbpol.2016.06.062

Fernandes M., Gama M., Dourado F., Souto A.P., 2019a: Development of novel bacterial cellulose composites for the textile and shoe industry. *Microbial Biotechnology* 12, 650-661. DOI: 10.1111/1751-7915.13387

Fernandes M., Souto A.P., Gama M., Dourado F., 2019b: Bacterial Cellulose and Emulsified AESO Biocomposites as an Ecological Alternative to Leather. *Nanomaterials* 9, 1710. DOI: 10.3390/nano9121710

Fink H., Faxälv L., Molnár G.F., Drotz K., Risberg B., Lindahl T.L., Sellborn A., 2010: Real-time measurements of coagulation on bacterial cellulose and conventional vascular graft materials. *Acta Biomaterialia* 6, 1125-1130. DOI: 10.1016/j.actbio.2009.09.019

Galdino C.J.S., Maia A.D., Meira H.M., Souza T.C., Amorim J.D.P., Almeida F.C.G., Costa A.F.S., Sarubbo L.A., 2020: Use of a bacterial cellulose filter for the removal of oil from wastewater. *Process Biochemistry* 91, 288-296. DOI: 10.1016/j.procbio.2019.12.020

Gallegos A.M.A., Herrera Carrera S., Parra R., Keshavarz T., Iqbal H.M.N., 2016: Bacterial Cellulose: A Sustainable Source to Develop Value-Added Products - A Review. *BioResources* 11, 5641-5655. DOI: 10.15376/biores.11.2.Gallegos

Gao W., Chen K., Yang R., Yang F., Han W., 2010: Properties of bacterial cellulose and its influence on the physical properties of paper. *BioResources* 6, 144-153. DOI: 10.15376/biores.6.1.144-153

García C., Prieto M.A., 2019: Bacterial cellulose as a potential bioleather substitute for the footwear industry. *Microbial Biotechnology* 12, 582-585. DOI: 10.1111/1751-7915.13306

Gorgieva S., Trček J., 2019: Bacterial cellulose: Production, modification and perspectives in biomedical applications, *Nanomaterials* 9. DOI: 10.3390/nano9101352

Gu J., Catchmark J.M., 2012: Impact of hemicelluloses and pectin on sphere-like bacterial cellulose assembly. *Carbohydrate Polymers* 88, 547-557. DOI: 10.1016/j.carbpol.2011.12.040

Guan F., Chen S., Yao J., Zheng W., Wang H. 2017: ZnS/Bacterial Cellulose/Epoxy Resin (ZnS/BC/E56) Nanocomposites with Good Transparency and Flexibility. *Journal of Materials Science & Technology* 32, 153-157. DOI: 10.1016/j.jmst.2015.08.014

Güzel M., Akpınar Ö., 2018: Production and Characterization of Bacterial Cellulose from Citrus Peels. *Waste and Biomass Valorization* 10, 2165-2175. DOI : 10.1007/s12649-018-0241-x

Ha J.H., Shah N., Ul-Islam M., Park J.K., 2011: Potential of the waste from beer fermentation broth for bio-ethanol production without any additional enzyme, microbial cells and carbohydrates. *Enzyme and Microbial Technology* 49, 298-304. DOI: 10.1016/j.enzmict.2011.04.016

Hestrin S., Schramm M., 1954: Synthesis of cellulose by *Acetobacter xylinum*. 2. Preparation of freeze-dried cells capable of polymerizing glucose to cellulose. *Biochemical Journal* 58, 345-352. DOI: 10.1042/bj0580345

Hofinger M., Bertholdt G., Weuster-Botz D., 2011: Microbial production of homogeneously layered cellulose pellicles in a membrane bioreactor. *Biotechnology and Bioengineering* 108, 2237-2240. DOI: 10.1002/bit.23162

Hong F., Guo X., Zhang S., Han S., Yang G., Jönsson L., 2012: Bacterial cellulose production from cotton-based waste textiles: Enzymatic saccharification enhanced by ionic liquid pretreatment. *Bioresource Technology* 104, 503-508. DOI: 10.1016/j.biortech.2011.11.028

Hornung M., Ludwig M., Schmauder H.P., 2007: Optimizing the production of bacterial cellulose in surface culture: A novel aerosol bioreactor working on a fed batch principle (Part 3). *Engineering in Life Sciences* 7, 35-41. DOI: 10.1002/elsc.200620164

Hu Y., Catchmark J.M., 2010: Formation and characterization of spherelike bacterial cellulose particles produced by *Acetobacter xylinum* JCM 9730 Strain. *Biomacromolecules* 11, 1727-1734. DOI: 10.1021/bm100060v

Huang Y., Zhu C., Yang J., Nie Y., Chen C., Sun D., 2013: Recent advances in bacterial cellulose. *Cellulose* 21(1): 1-30. DOI: 10.1007/s10570-013-0088-z

Hussain Z., Sajjad W., Khan T., Wahid F., 2019: Production of bacterial cellulose from industrial wastes: a review. *Cellulose* 26, 2895-2911. DOI: 10.1007/s10570-019-02307-1

Hwang J.W., Yang Y.K., Hwang J.K., Pyun Y.R., Kim Y.S., 1999: Effects of pH and dissolved oxygen on cellulose production by *Acetobacter xylinum* BRC5 in agitated culture. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 88, 183-188. DOI: 10.1016/s1389-1723(99)80199-6

Ishihara M., Matsunaga M., Hayashi N., Tišler V., 2002: Utilization of d-xylose as carbon source for production of bacterial cellulose. *Enzyme and Microbial Technology* 31, 986-991. DOI: 10.1016/S0141-0229(02)00215-6

Jahan F., Kumar V., Saxena R.K., 2018: Distillery effluent as a potential medium for bacterial cellulose production: A biopolymer of great commercial importance. *Bioresource Technology* 250, 922-926. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.09.094

Jozala A., de Lencastre-Novaes L., Lopes A., de Carvalho Santos-Ebinuma V., Mazzola P., Pessoa-Jr A., Grotto D., Gerenutti M., Chaud M., 2016: Bacterial nanocellulose production and application: a 10-year overview. *Applied Microbiology and Biotechnology* 100, 2063-2072. DOI: 10.1007/s00253-015-7243-4

Jozala A., Pértile R., dos Santos C., de Carvalho Santos-Ebinuma V., Seckler M., Gama F., Pessoa A., 2015: Bacterial cellulose production by *Gluconacetobacter xylinus* by employing alternative culture media. *Applied Microbiology and Biotechnology* 99, 1181-1190. DOI: 10.1007/s00253-014-6232-3

Jung J.Y., Park J.K., Chang H.N., 2005: Bacterial cellulose production by *Gluconacetobacter hansenii* in an agitated culture without living non-cellulose producing cells. *Enzyme and Microbial Technology* 37, 347-354. DOI: 10.1016/j.enzmictec.2005.02.019

Karimian A., Parsian H., Majidina M., Rahimi M., Mir S.M., Kafil H.S., Shafiei-Irannejad V., Kheyrollah M., Ostadi H., Yousefi B., 2019: Nanocrystalline cellulose: Preparation, physicochemical properties, and applications in drug delivery systems. *International Journal of Biological Macromolecules* 133, 850-859. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2019.04.117

Keshk S., 2014: Bacterial cellulose production and its industrial applications, *Journal of bioprocessing & biotechniques* 4, DOI: 10.4172/2155-9821.1000150

Keshk S., Razek T.M., Sameshima K., 2006: Bacterial cellulose production from beet molasses. *African Journal of Biotechnology* 5, 1519-1523. DOI:10.4314/AJB.V5I17.43149

Keshk S., Sameshima K., 2005: Evaluation of different carbon sources for bacterial cellulose production. *African Journal of Biotechnology* 4, 478-482. DOI: 10.5897/AJB2005.000-3087

Keshk S., Sameshima K., 2006a: The utilization of sugar cane molasses with/without the presence of lagnosulfonate for the production of bacterial cellulose. *Applied Microbiology and Biotechnology* 72, 291-296. DOI: 10.1007/s00253-005-0265-6

Keshk S., Sameshima K., 2006b: Influence of lignosulfonate on crystal structure and productivity of bacterial cellulose in a static culture. *Enzyme and Microbial Technology* 40, 4-8. DOI: 10.1016/j.enzmitec.2006.07.037

Khattak W.A., Khan T., Ul-Islam M., Wahid F., Park J.K., 2015: Production, Characterization and Physico-mechanical Properties of Bacterial Cellulose from Industrial Wastes. *Journal of Polymers and the Environment* 23, 45-53. DOI: 10.1007/s10924-014-0663-x

Kim S., Kim J., Wee Y., Park D., Ryu H., 2006: Production of Bacterial Cellulose by *Gluconacetobacter* sp. RKY5 Isolated From Persimmon Vinegar. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 129-132, 705-715. DOI: 10.1385/abab:131:1:705

Kiziltas E. E., Kiziltas A., Gardner D.J., 2015: Synthesis of bacterial cellulose using hot water extracted wood sugars. *Carbohydrate Polymers* 124, 131-138. DOI: 10.1016/j.carbpol.2015.01.036

Kołaczowska M., Siondalski P., Kowalik M.M., Pęksa R., Długa A., Zając W., Dederko P., Kołodziejska I., Malinowska-Pańczyk E., Sinkiewicz I., Staroszczyk H., Śliwińska A., Stanisławska A., Szkodo M., Pałczyńska P., Jabłoński G., Borman A., Wilczek P., 2019: Assessment of the usefulness of bacterial cellulose produced by *Gluconacetobacter xylinus* E25 as a new biological implant. *Materials Science and Engineering: C* 97, 302-312. DOI: 10.1016/j.msec.2018.12.016

Kralisch D., Hessler N., Klemm D., Erdmann R., Schmidt W., 2009: White biotechnology for cellulose manufacturing - The HoLiR concept. *Biotechnology and Bioengineering* 105, 740-747. DOI: 10.1002/bit.22579

Krystynowicz A., Czaja W., Wiktorowska-Jezierska A., Goncalves - Miśkiewicz M., Turkiewicz M., Bielecki S., 2002: Factors affecting the yield and properties of bacterial cellulose. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology* 29, 189-195. DOI: 10.1038/sj.jim.7000303

Kubiak K., Kurzawa M., Jedrzejczak-Krzepkowska M., Ludwicka K., Krawczyk M., Migdalski A., Kacprzak M.M., Loska D., Krystynowicz A., Bielecki S. 2014: Complete genome sequence of *Gluconacetobacter xylinus* E25 strain-valuable and effective producer of bacterial nanocellulose. *Journal of Biotechnology* 176, 18-19. DOI: 10.1016/j.jbiotec.2014.02.006

Kuo C., Chen J., Liou B., Lee C., 2016: Utilization of acetate buffer to improve bacterial cellulose production by *Gluconacetobacter xylinus*. *Food Hydrocolloids* 53, 98-103. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2014.12.034

Kurosumi A., Sasaki C., Yamashita Y., Nakamura Y., 2009: Utilization of various fruit juices as carbon source for production of bacterial cellulose by *Acetobacter xylinum* NBRC 13693. *Carbohydrate Polymers* 76, 333-335. DOI: 10.1016/j.carbpol.2008.11.009

Lee K., Buldum G., Mantalaris A., Bismarck A., 2014: More Than Meets the Eye in Bacterial Cellulose: Biosynthesis, Bioprocessing, and Applications in Advanced Fiber Composites. *Macromolecular Bioscience* 14, 10-32. DOI: 10.1002/mabi.201300298

Liu M., Liu L., Jia S., Li S., Zou Y., Zhong, C. 2018: Complete genome analysis of *Gluconacetobacter xylinus* CGMCC 2955 for elucidating bacterial cellulose biosynthesis and metabolic regulation. *Scientific Reports* 8, 6266. DOI:10.1038/s41598-018-24559-w

Liu X., Souzandeh H., Zheng Y., Xie Y., Zhong W., Wang C., 2017: Soy protein isolate/bacterial cellulose composite membranes for high efficiency particulate air filtration. *Composites Science and Technology* 138, 124-133. DOI: 10.1016/j.compscitech.2016.11.022

Lotfiman S., Awang Biak D.R., Ti T.B., Kamarudin S., Nikbin S., 2018: Influence of Date Syrup as a Carbon Source on Bacterial Cellulose Production by *Acetobacter xylinum* 0416. *Advances in Polymer Technology* 37, 1085-1091. DOI: 10.1002/adv.21759

Lu T., Gao H., Liao B., Wu J., Zhang W., Huang J., Liu M., Huang J., Chang Z., Jin M., Yi Z., Jiang D. 2020: Characterization and optimization of production of bacterial cellulose from strain CGMCC 17276 based on whole-genome analysis. *Carbohydrate Polymers* 232, 115788. DOI: 10.1016/j.carbpol.2019.115788

Luo M., Huang C., Chen X., Huang Q., Qi G., Tian L., Xiong L., Li H., Chen X.-D., 2017a: Efficient bioconversion from acid hydrolysate of waste oleaginous yeast biomass after microbial oil extraction to bacterial cellulose by *Komagataeibacter xylinus*. *Preparative Biochemistry & Biotechnology* 47, 1025-1031. DOI: 10.1080/10826068.2017.1373290

Luo M., Zhao C., Huang C., Chen X., Huang Q.-L., Qi G.-X., Tian L.-L., Xiong L., Li H.-L., Chen X.-D., 2017b: Efficient using durian shell hydrolysate as low-cost substrate for bacterial cellulose production by *Gluconacetobacter xylinus*. *Indian Journal of Microbiology* 57: 393-399. DOI: 10.1007/s12088-017-0681-1

Ma L., Liu R., Niu H., Zhao M., Huang Y., 2016: Flexible and freestanding electrode based on polypyrrole/graphene/bacterial cellulose paper for supercapacitor. *Composites Science and Technology* 137, 87-93. DOI: 10.1016/j.compscitech.2016.10.027

Masaoka S., Ohe T., Sakota N., 1993: Production of cellulose from glucose by *Acetobacter xylinum*. *Journal of Fermentation and Bioengineering* 75, 18-22. DOI: 10.1016/0922-338X(93)90171-4

Mathew A. P., Oksman K., Pierron D., Harmand M., 2013: Biocompatible fibrous networks of cellulose nanofibres and collagen crosslinked using genipin: Potential as artificial ligament/tendons. *Macromolecular Bioscience* 13, 289-298. DOI: 10.1002/mabi.201200317

May A., Narayanan S., Alcock J., Varsani A., Maley C., Aktipis, A., 2019: Kombucha: a novel model system for cooperation and conflict in a complex multi-species microbial ecosystem, *PeerJ* 7:e7565. DOI: 10.7717/peerj.7565

Menchaca-Nal S., Londoño-Calderón C.L., Cerrutti P., Foresti M.L., Pampillo L., Bilovol V., Candal R., Martínez-García R., 2016: Facile synthesis of cobalt ferrite nanotubes using bacterial nanocellulose as template. *Carbohydrate Polymers* 137, 726-731. DOI: 10.1016/j.carbpol.2015.10.068

Mikkelsen D., Flanagan B.M., Dykes G.A., Gidley M.J., 2009: Influence of different carbon sources on bacterial cellulose production by *Gluconacetobacter xylinus* strain ATCC 53524. *Journal of Applied Microbiology* 107, 576-583. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2009.04226.x

Mladenova E.K., Dakova I.G., Karadjova I.B., 2011: Chitosan membranes as sorbents for trace elements determination in surface waters. *Environmental Science and Pollution Research* 18, 1633-1643. DOI: 10.1007/s11356-011-0529-x

Mohammadi H., 2011: Nanocomposite biomaterial mimicking aortic heart valve leaflet mechanical behaviour. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine* 225, 718-722. DOI: 10.1177/0954411911399826

Nakai T., Sugano Y., Shoda M., Sakakibara H., Oiwa K., Tuzi S., Imai T., Suqiyama J., Takeuchi M., Yamauchi D., Mineyuki Y., 2013: Formation of highly twisted ribbons in a carboxymethylcellulase gene-disrupted strain of a cellulose-producing bacterium. *Journal of Bacteriology* 195, 958-964. DOI: 10.1128/JB.01473-12

Nguyen V.T., Flanagan B., Gidley M.J., Dykes G.A., 2008: Characterization of cellulose production by a *Gluconacetobacter xylinus* strain from Kombucha. *Current Microbiology* 57, 449-453. DOI: 10.1007/s00284-008-9228-3

Nie X., Lv P., Stanley S.L., Wang D., Wu S., Wei Q., 2019: Ultralight nanocomposite aerogels with interpenetrating network structure of bacterial cellulose for oil absorption. *Journal of Applied Polymers Science* 136, 1-8. DOI: 10.1002/app.48000

Olędzki R., Walaszczyk E., 2020: Bionanocellulose - properties, acquisition and perspectives of application in the food industry. *Postępy Mikrobiologii - Advancements of Microbiology* 59, 87-102. DOI: 10.21307/PM-2020.59.1.008

Orelma H., Morales L.O., Johansson L., Hoeger I.C., Filpponen I., Castro C., Rojas O.J., Laine J., 2014: Affibody conjugation onto bacterial cellulose tubes and bioseparation of human serum albumin. *RSC Advances* 4, 51440-51450. DOI: 10.1039/C4RA08882D

Oshima T., Kondo K., Ohto K., Inoue K., Baba Y., 2008: Preparation of phosphorylated bacterial cellulose as an adsorbent for metal ions. *Reactive and Functional Polymers* 68, 376-383. DOI: 10.1016/j.reactfunctpolym.2007.07.046

Osong S.H., Norgren S., Engstrand P., 2015: Processing of wood-based microfibrillated cellulose and nanofibrillated cellulose, and applications relating to papermaking: a review. *Cellulose* 23, 93-123. DOI:10.1007/s10570-015-0798-5

Park J.K., Jung J.Y., Park Y.H., 2003: Cellulose production by *Gluconacetobacter hansenii* in a medium containing ethanol. *Biotechnology Letters* 25, 2055-2059. DOI: 10.1023/B:BILE.0000007065.63682.18

Park M., Lee D., Shin S., Kim H.J., Hyun J., 2016: Flexible conductive nanocellulose combined with silicon nanoparticles and polyaniline. *Carbohydrate Polymers* 140, 43-50. DOI: 10.1016/j.carbpol.2015.12.046

Parveen S., Krishnakumar K., Sahoo S., 2006: New era in health care: Tissue engineering. *Journal of Stem Cells & Regenerative Medicine* 1, 8-24. DOI: 10.46582/jsrm.0101003

Pértile R., Moreira S., Andrade F., Domingues L., Gama M., 2012: Bacterial cellulose modified using recombinant proteins to improve neuronal and mesenchymal cell adhesion. *Biotechnology Progress* 28, 526-532. DOI: 10.1002/btpr.1501

Premjet S., Premjet D., Ohtani Y., 2007: The Effect of Ingredients of Sugar Cane Molasses on Bacterial Cellulose Production by *Acetobacter xylinum* ATCC 10245. *FIBER* 63, 193-199. DOI: 10.2115/fiber.63.193

Ramana K., Tomar A., Singh L., 2000: Effect of various carbon and nitrogen sources on cellulose synthesis by *Acetobacter xylinum*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 16, 245-248. DOI: 10.1023/A:1008958014270

Rani M.U., Appaiah A., 2013: Production of bacterial cellulose by *Gluconacetobacter hansenii* UAC09 using coffee cherry husk. *Journal of Food Science and Technology* 50, 755-762. DOI: 10.1007/s13197-011-0401-5

Rani M.U., Appaiah, A. 2011: Optimization of culture conditions for bacterial cellulose production from *Gluconacetobacter hansenii* UAC09. *Annals of Microbiology* 61, 781-787. DOI: 10.1007/s13213-011-0196-7

Rebello A., Archer A.J., Chen X., Liu C., Yang G., Liu Y., 2018: Dehydration of bacterial cellulose and the water content effects on its viscoelastic and electrochemical properties. *Science and Technology of Advanced Materials* 19, 203-211. DOI: 10.1080/14686996.2018.1430981

Revin V., Liyaskina E., Nazarkina M., Bogatyreva A., Shchankin M., 2018: Cost-effective production of bacterial cellulose using acidic food industry by-products. *Brazilian Journal of Microbiology* 49, 151-159. DOI: 10.1016/j.bjm.2017.12.012

Ross P., Mayer R., Benziman M., 1991: Cellulose biosynthesis and function in bacteria. *Microbiological Reviews* 55, 35-58. DOI: 10.1128/mr.55.1.35-58.1991

Rzeszutek J., Matysiak - Kucharek M., Czajka M., Sawicki K., Rachubik P., Kruszewski M., Kapka L., 2014: Zastosowanie nanocząstek i nanomateriałów w medycynie. *Hygeia Public Health* 49, 449-457.

Salari M., Sowti Khiabani M., Rezaei Mokarram R., Ghanbarzadeh B., Samadi Kafil H., 2019: Preparation and characterization of cellulose nanocrystals from bacterial cellulose produced in sugar beet molasses and cheese whey media. *International Journal of Biological Macromolecules* 122, 280-288. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2018.10.136

Serafica G., Mormino R., Bungay H., 2002: Inclusion of solid particles in bacterial cellulose. *Applied Microbiology and Biotechnology* 58, 756-760. DOI: 10.1007/s00253-002-0978-8

Skočaj M., 2019: Bacterial nanocellulose in papermaking. *Cellulose* 26, 6477-6488. DOI: 10.1007/s10570-019-02566-y

Son H., Heo M., Kim Y., Lee S., 2001: Optimization of fermentation conditions for the production of bacterial cellulose by a newly isolated *Acetobacter sp.* A9 in shaking cultures. *Biotechnology and Applied Biochemistry* 33, 1-5. DOI: 10.1042/ba20000065

Son H., Kim H., Kim K., Kim H., Kim Y., Lee S., 2003: Increased production of bacterial cellulose by *Acetobacter sp.* V6 in synthetic media under shaking culture conditions. *Bioresource Technology* 86, 215-219. DOI: 10.1016/s0960-8524(02)00176-1

Song H., Li H., Seo J., Kim M., Kim S., 2009: Pilot-scale production of bacterial cellulose by a spherical type bubble column bioreactor using saccharified food wastes. *Korean Journal of Chemical Engineering* 26, 141-146. DOI: 10.1007/s11814-009-0022-0

Stumpf T.R., Pértile R.A.N., Rambo C.R., Porto L.M., 2013: Enriched glucose and dextrin mannitol-based media modulates fibroblast behavior on bacterial cellulose membranes. *Materials Science and Engineering: C* 33, 4739-4745. DOI: 10.1016/j.msec.2013.07.035

Sunasee R., Hemraz U.D., Ckless K., 2016: Cellulose nanocrystals: a versatile nanoplatform for emerging biomedical applications. *Expert Opinion on Drug Delivery* 13, 1243-1256. DOI: 10.1080/17425247.2016.1182491

Surma-Ślusarska B., Danielewicz D., Presler S., 2008a: Properties of Composites of Unbeaten Birch and Pine Sulphate Pulps with Bacterial Cellulose. *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 16, 127-129.

Surma-Ślusarska B., Presler S., Danielewicz D., 2008b: Characteristics of bacterial cellulose obtained from *Acetobacter Xylinum* culture for application in papermaking. *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 16, 108-111.

Tahara N., Tabuchi M., Watanabe K., Yano H., Morinaga Y., Yoshinaga F., 1997: Degree of polymerization of cellulose from *Acetobacter xylinum* BPR2001 decreased by cellulase produced by the strain. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry* 61, 1862-1865. DOI: 10.1271/bbb.61.1862

Tantratian S., Tammarate P., Krusong W., Bhattarakosol P., Phunsri A., 2005: Effect of dissolved oxygen on cellulose production by *Acetobacter sp.*, *Journal of Scientific Research Chulalongkorn University* 30, 179-186.

Torgbo S., Sukyai P., 2018: Bacterial cellulose-based scaffold materials for bone tissue engineering. *Applied Materials Today* 11, 34-49. DOI: 10.1016/j.apmt.2018.01.004

Tsouko E., Kourmentza C., Ladakis D., Kopsahelis N., Mandala I., Papanikolaou S., Paloukis F., Alves V., Koutinas A., 2015: Bacterial cellulose production from industrial waste

and by-product streams. International Journal of Molecular Sciences 16, 14832-14849. DOI: 10.3390/ijms160714832

Ullah H., Wahid F., Santos H.A., Khan T., 2016: Advances in biomedical and pharmaceutical applications of functional bacterial cellulose-based nanocomposites. Carbohydrate Polymers 150, 330-352. DOI: 10.1016/j.carbpol.2016.05.029

Valla S., Kjosbakken H., 1982: Cellulose-negative mutants of *Acetobacter xylinum*. Journal of General Microbiology 128, 1401-1408. DOI: 10.1099/00221287-128-7-1401

Vazquez A., Foresti M., Cerrutti P., Galvagno M., 2012: Bacterial Cellulose from Simple and Low Cost Production Media by *Gluconacetobacter xylinus*. Journal of Polymers and the Environment 21, 545-554. DOI 10.1007/s10924-012-0541-3

Vigentini I., Fabrizio V., Dellacà F., Rossi S., Azario I., Mondì C., Benaglia M., Foschino R. 2019: Set-up of bacterial cellulose production from the genus *Komagataeibacter* and its use in a gluten-free bakery product as a case study. Frontiers in Microbiology 10, 1953. DOI: 10.3389/fmicb.2019.01953

Villarreal-Soto S., Beaufort S., Bouajila J., Souchard J., Taillandier P., 2018: Understanding Kombucha tea fermentation. A review. Journal of Food Science 83, 580-588. DOI: 10.1111/1750-3841.14068

Wan Y., Gao C., Han M., Liang H., Ren K., Wang Y., Luo H., 2010: Preparation and characterization of bacterial cellulose/heparin hybrid nanofiber for potential vascular tissue engineering scaffolds. Polymers for Advanced Technologies 22, 2643-2648. DOI: 10.1002/pat.1692

Wang H.Y., Wei R.H., Zhao S.Z., 2013: Evaluation of corneal cell growth on tissue engineering materials as artificial cornea scaffolds. International Journal of Ophthalmology 6, 873-878. DOI: 10.3980/j.issn.2222-3959.2013.06.23

Wang J., Tavakoli J., Tang Y., 2019: Bacterial cellulose production, properties and applications with different culture methods - A review. Carbohydrate Polymers 219, 63-76. DOI: 10.1016/j.carbpol.2019.05.008

Wu J., Liu R., 2013: Cost-effective production of bacterial cellulose in static cultures using distillery wastewater. Journal of Bioscience and Bioengineering 115, 284-290. DOI: 10.1016/j.jbiosc.2012.09.014

Xiang Z., Jin X., Liu Q., Chen Y., Li J., Lu F., 2017: The reinforcement mechanism of bacterial cellulose on paper made from woody and non-woody fiber sources. Cellulose: 24, 5147-5156. DOI: 10.1007/s10570-017-1468-6

Yoshino T., Asakura T., Toda K., 1996: Cellulose production by *Acetobacter pasteurianus* on silicone membrane. Journal of Fermentation and Bioengineering 81, 32-36. DOI: 10.1016/0922-338X(96)83116-3

Yousefi H., Faezipour M., Hedjazi S., Mousavi M.M., Azusa Y., Heidari A.H., 2013: Comparative study of paper and nanopaper properties prepared from bacterial cellulose

nanofibers and fibers/ground cellulose nanofibers of canola straw. *Industrial Crops and Products* 43, 732-737. DOI: 10.1016/j.indcrop.2012.08.030

Zhang H., Chen C., Zhu C., Sun D., 2016: Production of bacterial cellulose by *Acetobacter Xylinum*: Effects of carbon/nitrogen-ratio on cell growth and metabolite production. *Cellulose Chemistry and Technology* 50, 997-1003.

Zhou L.L., Sun D.P., Hu L.Y., Li Y.W., Yang J.Z., 2007: Effect of addition of sodium alginate on bacterial cellulose production by *Acetobacter xylinum*. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology* 34, 483-489.

Zhu W., Li W., He Y., Duan T., 2015: In-situ biopreparation of biocompatible bacterial cellulose/graphene oxide composites pellets. *Applied Surface Science* 338, 22-26. DOI: 10.1016/j.apsusc.2015.02.030

Artykuł recenzowany / Reviewed paper

Zgłoszony / Submitted: 11.03.2022

Opublikowany online / Published online: 08.04.2022

Nieskończona trwałość narzędzi skrawających - teoretyczne rozważania w kontekście tribologii relatywistycznej

Infinite life time of cutting tools - theoretical considerations in context of the relativistic tribology

Jacek Wilkowski^{a,*}, ORCID: 0000-0001-5798-6761
Marek Barlak^b, ORCID: 0000-0003-1416-7461

^aSzkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Nauk Drzewnych i Meblarstwa, Katedra Mechanicznej Obróbki Drewna, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, Polska

^bNarodowe Centrum Badań Jądrowych Świerk w Otwocku, Departament Fizyki Materiałów, Zakład Technologii Plazmowych i Jonowych, ul. Andrzeja Sołtana 7, 05-400 Otwock, Polska

*Osoba do korespondencji: jacek_wilkowski@sggw.edu.pl

Streszczenie

W artykule opisano szereg zjawisk fizyko-chemicznych zachodzących na styku powierzchni materiałów w kontakcie tribologicznym. Począwszy od ruchu liniowych defektów struktury krystalicznej (dyslokacji), drgań sieci tej struktury, poprzez zjawisko dyfuzji, transferu masy, powstawania „ciał trzecich”, generowania triboplazmy, a kończąc na powstawaniu związków kompleksowych i filmu surfingowego. W celu wytłumaczenia nietypowego przebiegu niektórych zjawisk sięgnięto po założenia tribologii relatywistycznej i termodynamiki układów otwartych. Przedstawione zjawiska były fundamentem dla hipotetycznej idei o nieskończonej trwałości narzędzi skrawających.

Abstract

The article presents a series of physico-chemical phenomena taking place at the surface materials in tribological contact. Starting from the movement of linear defects of crystalline structure (dislocations), vibrations of this structure lattice, through the phenomenon of diffusion, mass transfer, formation of „third bodies”, generation of the triboplasm and ending with the formation of the complex compounds and the surfing film. The assumptions of relativistic tribology and thermodynamics of open systems were used to explain the unusual course of some phenomena. The presented phenomena were the foundation for the hypothetical idea of infinite life time of cutting tools.

Słowa kluczowe: trwałość narzędzia, zużycie narzędzia, WC-Co, materiały drzewne, maszynowa obróbka skrawaniem, relatywistyczna tribologia

Keywords: tool life, tool wear, WC-Co, wood materials, machining, relativistic tribology

Wprowadzenie

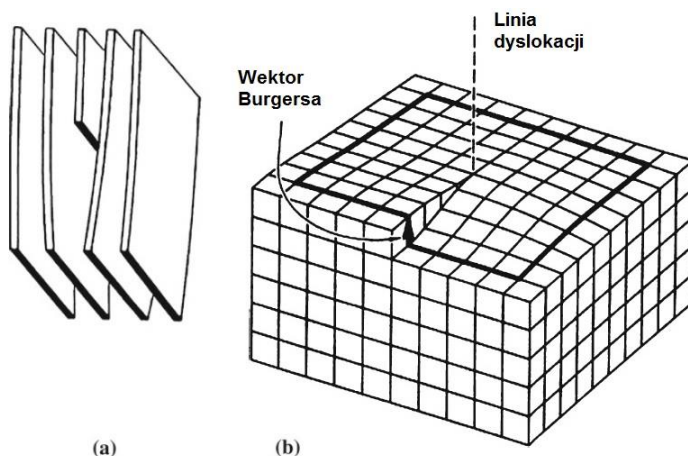
Podstawowym materiałem narzędziowym stosowanym obecnie w maszynowej obróbce materiałów drzewnych jest węgiel spiekany, wytwarzany metodami metalurgii proszków. Należy on do najczęściej wykorzystywanych materiałów na ostrza skrawające przeznaczone do operacji piłowania, frezowania i wiercenia. Węgiel spiekany dla narzędzi do przemysłu meblarskiego składa się w 96% z węglików metali trudno topliwych, głównie wolframu (węgiel wolframu WC), oraz do 4% z metalu wiążącego, którym jest zazwyczaj kobalt (Co) (Wilkowski i Barlak 2018).

Zbiorowe oddziaływanie atomów na siły spójności powoduje powstanie uporządkowanej struktury krystalicznej węgla wolframu. Posiada on sześciokątną sieć krystaliczną. Taka budowa sieci oznacza, że entropia i potencjał chemiczny zmniejszają się w stosunku do ośrodka wyjściowego. Innymi słowy, tworzenie się struktury krystalicznej jest zdeterminowane przez zasadę minimum energii potencjalnej. Pełna energia pojedynczego kryształu jest mniejsza niż łączna energia jego poszczególnych składników, więc procesowi krystalizacji towarzyszy wyzwolenie energii w postaci „ciepła utajonego” (Prokhorov 1992).

Analiza parametrów fizycznych kryształu (temperatura topnienia, wrzenia, współczynnik rozszerzalności cieplnej, sublimacja, ściśliwość, stała sieciowa) pozwala na uzyskanie ogólnej charakterystyki siły spójności sieci krystalicznej. Duże siły spójności przejawiają z reguły kryształy o wysokiej temperaturze topnienia i wysokim cieple sublimacji. Temperatura topnienia WC mieści się w przedziale 2785-2830°C, natomiast temperatura wrzenia jest najwyższa z pośród znanych związków i wynosi 6000°C.

Kryształ doskonały ciała stałego składa się z atomów ułożonych w przestrzeni tak, że tworzy sieć krystaliczną wyglądającą tak samo, gdy patrzy się na nią z różnych kierunków i jest wyidealizowanym modelem fizycznym, pewną abstrakcją matematyczną. Model taki ma pomóc naukowcom w badaniu różnych zjawisk poprzez uproszczenie obiektów świata rzeczywistego. Rzeczywiste kryształy różnią się od idealnej struktury kryształów doskonałych obecnością dużej liczby defektów w postaci pustych przestrzeni (pustki Smekala), mikropęknięć, niejednorodności składu chemicznego, defektów punktowych (wakansów lub defektów Schottky'ego, defektów Frenkla) czy dyslokacji (Akhmatov 1963, Lyubimov i Ryzhikov 2006, Kana 1968). Brytyjski fizyk Griffiths uważa, że „ciało stałe jest zbiorem pęknięć i jeśli nie uwzględni się nieregularności struktury, współczesna teoria ciała stałego nie będzie w stanie adekwatnie i ilościowo ocenić jego właściwości fizycznych” (Akhmatov 1963).

Dyslokacje są defektami struktury krystalicznej wzdłuż pewnej linii. O powstawaniu dyslokacji podczas wzrostu kryształów decydują głównie trzy mechanizmy: naprężenia termiczne wywołane fluktuacjami w fazie stałej oraz nadmierne wysycenie sieci wakansami. Najprostsze typy dyslokacji to dyslokacje graniczne i spiralne (Lyubimov i Ryzhikov 2006). Na Rys. 1 przedstawiono schematy defektów liniowych sieci krystalicznej w postaci dyslokacji granicznej, wzdłuż której łamie się i ulega przerwaniu „półpłaszczyzna” krystalograficzna (Rys. 1a) oraz dyslokacji spiralnej (Rys. 1b) powstającej w wyniku przemieszczania się fragmentów kryształu równoległe do przerwanej „półpłaszczyzny”. Na Rys. 1b wskazano elementy geometryczne opisujące dyslokację w postaci: linii dyslokacji i wektora Burgersa. Defekt sieci wywołany obecnością półpłaszczyzny można scharakteryzować za pomocą wieloboku (w poniższym przypadku jest nim wrysowany kwadrat) otaczającego obszar dyslokacji. Wielobok ten nazywa się konturem Franka-Burgersa. Kontur ten w kryształcie nie zawierającym dyslokacji jest zamknięty, gdyż na wszystkich bokach równoległych ma jednakową liczbę odstępów sieciowych, natomiast w obszarze zawierającym dyslokację kontur nie zamyka się. Brakujący do zamknięcia konturu odcinek nazywa się wektorem Burgersa. Wartość i orientacja wektora Burgersa względem linii dyslokacji jest cechą charakteryzującą dyslokację (Okoniewski 1974).



Rys. 1. Schematy defektów liniowych sieci krystalicznej: a) dyslokacja graniczna, b) dyslokacja spiralna (Lyubimov i in. 2013)

Fig. 1. Schemes of linear crystal lattice defects: a) boundary dislocation, b) helical dislocation (Lyubimov et al. 2013)

Położenie dyslokacji w kryształcie nie jest stałe. Mogą się one przemieszczać przez poślizg pod wpływem naprężeń i prowadzić do plastycznego odkształcenia kryształu. Mogą również w trakcie ruchu oddziaływać na inne dyslokacje, wzmacniając je lub unicestwiając. Równolegle zmienia się całkowita energia kryształu (Akhmatov 1963). Istnieją jednakże przyczyny, np. defekty strukturalne lub obce wtrącenia, które wywołują zakotwiczenie w

pewnych punktach dyslokacji będących w ruchu. Tak działają defekty punktowe, które koncentrują się wokół dyslokacji tworząc „chmurę” lub „atmosferę” Cottrella. Obce atomy tworzące defekty punktowe wywołują w sieci krystalicznej naprężenia sprężysto-rozciągające (ekspansja) lub ściskające (kontrakcja) i przyczyniają się do powstania atmosfery Cottrella, która wpływa hamująco na ruch dyslokacji, co w efekcie powoduje również umocnienie materiału. Uruchomienie dyslokacji zakotwiczonej w atmosferze Cottrella wymaga zwiększenia przyłożonej siły (Okoniewski 1974). Między innymi tym zjawiskiem tłumaczona jest zwiększona trwałość narzędzi skrawających materiały drzewne po procesie implantacji jonów (Wilkowski i in. 2019, 2021, 2022).

Tak więc, struktura materiałów krystalicznych różni się od swojego idealnego modelu (kryształu doskonałego) poprzez istniejące defekty sieci krystalicznej. Mogą one mieć decydujący wpływ na fizyczne, chemiczne i mechaniczne właściwości materiałów. Materiały inżynierskie są chemicznie bardziej aktywne niż kryształy doskonałe, ale ich wytrzymałość jest wielokrotnie mniejsza (Lyubimov et al. 2013).

Ponadto, układ atomów w sieci krystalicznej podlega ciągłym fluktuacjom i zmianom pod wpływem działania zewnętrznych czynników siłowych. Niestety, te dynamiczne procesy rzadko są brane pod uwagę przy konstruowaniu modeli strukturalnych i teoretycznych służących do rozwiązania problemów inżynierskich, m.in. związanych ze zużywaniem się i trwałością narzędzi skrawających.

Dynamiczne procesy zachodzące w kryształach ciał stałych

Oddziaływanie zewnętrzne na polikrystaliczne ciało stałe, takie jak w przypadku działania siły skrawania podczas obróbki ostrzem z węgla spiekane go wywołuje odpowiedź w postaci propagacji oscylacji sprężystych w sieci krystalicznej. Energia drgań sieci krystalicznej lub energia fal sprężystych jest wielkością kwantową i jest nazywana fononem, podobnie jak foton jest kwantem fali elektromagnetycznej (światła). Zatem termiczne drgania atomów w sieci krystalicznej można uznać za temperaturowe wzbudzenie fononów. Zgodnie z prawem Plancka, które leży u podstaw mechaniki kwantowej, energia każdego rodzaju oscylacji pola elektromagnetycznego jest proporcjonalna do iloczynu $h\nu$, gdzie h to stała Plancka, a ν to częstotliwość oscylacji. Jak wynika z powyższego energia drgań sprężystych w sieci krystalicznej, podobnie jak energia pola elektromagnetycznego jest skwantowana.

Kolejnym procesem dynamicznym zachodzącym w sieci krystalicznej ciała stałego i mającym duży wpływ na jego właściwości mechaniczne jest dyfuzja. Nie jest ona wywołana jakąś konkretną siłą lecz wynika z chaotycznego ruchu termicznego atomów. Podstawą opisu dyfuzji są prawa Ficka, które pokazują związki między obserwowalnym przepływem dyfuzyjnym, a gradientem stężeń, tłumacząc, że w przyrodzie występuje tendencja do równomiernego rozkładu stężeń w całej objętości substancji. Jednakże, równowaga termodynamiczna w substancji w stałej temperaturze i ciśnieniu jest określona przez

minimum energii swobodnej, co więcej, ten wymóg jednorodnego rozkładu stężeń nie jest obowiązkowy (Lyubimov i Dolgoplov 2010).

Dyfuzja powoduje nieuchronną zmianę składu chemicznego materiału i jego właściwości mechanicznych, w tym powstawanie defektów punktowych na skutek tworzenia się koncentratorów naprężeń w wiązaniach. Drgania sprężyste pojawiające się w materiale pod wpływem działania sił zewnętrznych zmieniają jego strukturę krystaliczną.

Analiza wpływu dyslokacji na przebieg dyfuzji w polikrystale jakim jest WC-Co jest dość trudna ze względu na dużą liczbę dyslokacji i niepewność ich rozkładu przestrzennego. Jednak to powstające i przemieszczające się dyslokacje najbardziej modyfikują właściwości kryształu. Obecnie uważa się, że dyslokacje brzegowe znacznie przyspieszają ruch atomów w kryształach (Lyubimov et al. 2013).

Jak napisano wcześniej, to ruch dyslokacji jest najistotniejszym procesem dynamicznym wpływającym na strukturę krystaliczną materiału. Dyslokacje poruszają się po powierzchniach ślizgowych i prowadzą do plastycznego odkształcenia kryształu. Powierzchnia ślizgowa odpowiada osi dyslokacji i wektorowi Burgersa. Ruch ślizgowy dyslokacji nazywa się konserwatywnym, gdyż nie wytwarza, ani nie absorbuje defektów punktowych i nie zmienia objętości kryształu. Jednak dyslokacje graniczne mogą „wychodzić” z pierwotnych płaszczyzn ślizgowych i „wznosić się” („wspinać”) w wyniku absorpcji defektów punktowych, działając jak „pochłaniacz” wakansów. W procesie odwrotnym dyslokacje graniczne działają jako źródła wakansów. W tym wypadku, tworzenie i pochłanianie defektów punktowych zmienia objętość kryształu (Kana 1968).

Procesy zachodzące podczas tarcia

Jeżeli do styku ciał stałych w kontakcie tribologicznym (tarciowym) przyłożona jest siła styczna, to praktycznie natychmiast w kierunku działania siły pojawia się względna dyslokacja o wielkości 0,1-1,0 μm . Przemieszczenia te, poprzedzające poślizg, są w niektórych przypadkach odwracalne, a w innych nieodwracalne. Oznacza to, że procesy spężyasto-plastyczne na dużą skalę występują jeszcze przed rozpoczęciem poślizgu kontaktowego (Akhmatov 1963).

Zatem naprężenia mechaniczne zniekształcają sieć krystaliczną warstwy wierzchniej ciała stałego, powodując powstawanie dyslokacji. Region maksymalnych naprężeń mechanicznych na granicy faz jest strefą, w której koncentrują się dyslokacje. Dyslokacje pod wpływem efektu tarcia zbliżają się do powierzchni ciała stałego. Z zależności (1 i 2) wynika, że rosnąca liczba dyslokacji zwiększa plastyczność materiału i zmniejsza jego granicę plastyczności:

$$\rho_d = a_e \varepsilon_p / b \quad (1)$$

gdzie: ρ_d - liczba dyslokacji na jednostkę objętości kryształu (gęstość dyslokacji), a_e - współczynnik doświadczalny, ε_p - odkształcenia plastyczne powodujące powstanie dyslokacji, b - moduł wektora Burgersa.

Niezależnie od tego, jaki mechanizm powoduje naprężenia w kryształach, skutkuje on odkształceniem, które w ogólnym przypadku będzie częściowo sprężyste, a częściowo plastyczne. Względna wartość każdej z tych składowych zależy od granicy plastyczności materiału:

$$\varepsilon_p = (\sigma - \sigma_Y)/E \quad (2)$$

gdzie: σ_Y - granica plastyczności materiału, E - moduł sprężystości.

Powoduje to rozszerzenie obszaru kontaktu zgodnie ze wzorem Bowdena-Tabora (Chikhos 1982):

$$A_F = N/\sigma_Y \quad (3)$$

$$A_F = N/HB$$

gdzie: A_F - rzeczywista powierzchnia styku, N - obciążenie, σ_Y - granica plastyczności bardziej miękkiego materiału, HB - twardość bardziej miękkiego materiału w miejscu styku.

Powierzchnie styku w tribokontakcie zbliżają się do siebie w wyniku wygładzenia mikronowych nierówności, co zwiększa rzeczywistą powierzchnię styku. Ponieważ rzeczywista powierzchnia styku rośnie, zwiększa się oddziaływanie adhezyjne i to wielokrotnie więcej w porównaniu z podobnymi siłami w styku statycznym. Siła tarcia wykonuje pracę, która jest równa:

$$A_{Fr} = fN\vartheta t \quad (4)$$

gdzie: A_{Fr} - praca tarcia, f - współczynnik tarcia, N - obciążenie normalne, ϑ - prędkość przesuwu powierzchni w tribokontakcie, t - czas tarcia.

Praktycznie cała praca tarcia jest zużyta na wytworzenie ciepła (ponad 90% wartości pracy) (Kostetsky 1976). Przepływ ciepła w tarcu aktywuje ruch dyslokacji, zwiększa ich zdolność do pokonywania potencjalnych barier i masowego pojawiania się na powierzchni. Towarzyszy temu rosnąca plastyczność materiału, której charakterystyką liczbową jest przesunięcie odkształceniowe. Jego wartość odpowiada wyrażeniu (Kana 1968):

$$Y_{\Leftrightarrow} = \rho_d b l_{md} \quad (5)$$

gdzie: $Y_{\Leftrightarrow}$ - przesunięcie odkształceniowe, ρ_d - gęstość dyslokacji, b - moduł wektora Burgersa, l_{md} - średnia odległość przebyta przez dyslokacje.

W materiałach będących w tribokontakcie pojawia się niejednorodne pole rozkładu temperatury (gradienty temperatury), a taki stan jest podstawowym katalizatorem procesu dyfuzji. Badania wykazały, że współczynniki dyfuzji rosną w warunkach tarcia o 10 rzędów wielkości w porównaniu do warunków statycznych (Kostetsky 1976, Lyubimov i Ryzhikov 2006).

Zgodnie z drugą zasadą termodynamiki, entropia w układzie zamkniętym rośnie i dąży do maksymalnej wartości równowagi, podczas gdy generowanie entropii dąży do zera. W przeciwieństwie do układu zamkniętego, w układzie otwartym może istnieć stała entropia i stała wartość jej generowania. Nadwyżka entropii powinna być ze stałą intensywnością usunięta z układu. Zdaniem Bershadskiego (1989) tribosystem składający się z dwóch wzajemnie oddziałujących powierzchni jest typowym otwartym układem termodynamicznym.

Głównymi kanałami rozproszenia energii w układzie tribologicznym jest przenoszenie materii i ciepła. Materiały pękają pod wpływem temperatury i naprężeń wywołanych dyslokacjami, co wywołuje transfer masy (tzw. „ciała trzecich”) w kierunku pojawiającego się defektu w strukturze krystalicznej, celem jego wypełnienia. Pojawienie się „ciała trzeciego” oznacza zmniejszenie współczynnika tarcia i ograniczenie zużycia. Bezpośredni kontakt pomiędzy ciałami stałymi zostaje zastąpiony bardziej korzystnym oddziaływaniem poprzez „ciała trzecie”. Tak więc, tribosystem może podlegać ewolucji, przy czym najbardziej sprzyjające warunki to pojawienie się „trzeciego ciała”, gdy proces dyfuzji rozwija się z maksymalną intensywnością (Chikhos 1982, Chichinadze 1995, Polyakov 1988a).

Efekty relatywistyczne

Ogólna teoria względności różni od klasycznej mechaniki Newtona przede wszystkim oszacowaniem geometrycznych własności przestrzeni i czasu. W teorii Newtona uważa się, że przestrzeń jest euklidesowa, a ciała mogą poruszać się krzywoliniowo tylko pod wpływem działania sił zewnętrznych. Teoria względności zakłada natomiast, że przestrzeń jest nieeuklidesowa, a ciała mogą poruszać się po trajektoriach pokrywających się z najkrótszą odległością między dwoma punktami przy danej krzywiznie przestrzeni (Hawking i Penrose 2007).

Przestrzeń relatywistyczna ściśle wiąże się z pojęciami „czas” i „równoczesność”. Einstein twierdził, że pojęciu jednoczesności nie należy przypisywać żadnych wartości absolutnych. Dwa zdarzenia obserwowane jednocześnie z jednego z układów współrzędnych nie będą postrzegane jako jednoczesne, gdy obserwuje się je z układu poruszającego się względem układu obserwowanego (Einstein 1965). A zatem, jeśli dwa zdarzenia w jednym układzie współrzędnych wystąpią jedno po drugim z pewnym interwałem czasowym $\Delta t'$, to te dwa zdarzenia są rozdzielone w innym układzie poruszającym się względem pierwszego z prędkością ϑ , przedziałem czasu Δt równym:

$$\Delta t = \Delta t' / \sqrt{1 - \frac{v^2}{c'^2}} \quad (6)$$

gdzie: c' - prędkość światła.

Powyższy efekt wynika z równań transformacji Lorentza. Zdaniem Lorentza, każde poruszające się ciało powinno kurczyć się w kierunku swojego ruchu. Jeśli prędkość tego ruchu jest równa v , to skurcz powinien być proporcjonalny do mnożnika:

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c'^2}}} \quad (7)$$

Tak więc, ciało stałe o długości $\Delta l'$, znajdujące się w jednym układzie współrzędnych uzyskuje nową długość, poruszając się względem tego układu z prędkością v w drugim układzie:

$$\Delta l = \Delta l' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c'^2}} \quad (8)$$

Zależność (8) nazywamy kontrakcją długości Lorentza (Barannikov i Firsov 2009).

Jeżeli transformacje Lorentza wnoszą do układu fizycznego istotny wkład, to relatywistyczne efekty zaczynają automatycznie odgrywać znaczącą rolę w zmniejszaniu rozmiarów, kształtowaniu przestrzeni, opóźnieniu czasu i zależności masy od prędkości. Oznacza to, że system tribologiczny, niezależnie od własnej prędkości, może ewoluować zgodnie z prawami teorii względności (Lyubimov i in. 2013).

Mikromechanizmy przeciwtarciowe

Działanie tarcia determinuje termiczną aktywację powierzchni materiałów trących, której towarzyszy ruch dyslokacji. Uważa się, że ta „wspinaczka” dyslokacji w kierunku powierzchni materiałów jest najbardziej typowym procesem strukturalnym zachodzącym podczas tarcia (Bakley 1986).

Ciepło tarcia stanowi do 99% całkowitej energii, która częściowo jest magazynowana na powierzchniach trących (Kostetsky 1976). Ekstremalnym stanem warstwy powierzchniowej jest wzbudzony stan metastabilny zwany triboplazmą. Przejście materiału z początkowego stanu ustalonego w triboplazmę jest podobne do zmian zachodzących w substancjach podczas ogrzewania. Wraz ze wzrostem temperatury ciało stałe topi się, a następnie odparowuje. Jeśli temperatura nadal rośnie, następuje jonizacja atomów gazu. Pojawia się nowy wysokoenergetyczny stan gazowy nazywany plazmą, w którym w przybliżeniu

występuje równa liczbą jonów dodatnich i elektronów, co decyduje o kwazineutralności plazmy (Heinke 1987).

Triboplazma jest niestabilna jak inne rodzaje plazmy i ma krótki czas trwania wynoszący około 10^{-8} s, a jej temperatura odpowiada 10^4 K i jest dobrze skorelowana z energią emitowanych elektronów (Lyubimov i in. 2013).

Aktywacja powierzchni ciała stałego przez siły tarcia, wysoką temperaturę i przejście materiału do stanu triboplazmy rozszerzają możliwości różnych przemian chemicznych. Ponieważ tribosystem jest otwartym układem termodynamicznym, w którym entropia może się zmniejszać, przemiany chemiczne mogą zachodzić w kontakcie tarciovym z dodatnimi zmianami entropii (Heinke 1987), a efekty tarcia triboplazmatycznego przyspieszają reakcje tribochemiczne od 300 do 8000 razy (Kouzharov 1991).

Stwierdzono, że obecność w strefie tribokontaktu pierwiastków z bloku *d* z nieobsadzoną powłoką elektronową (żelazo, kobalt, nikiel, miedź) zmniejsza współczynnik tarcia i zużycie powierzchni trących (Heinke 1987, Kouzharov 1991). Jednym z wyjaśnień tego zjawiska jest fakt, że wiele pierwiastków z tej grupy jest typowymi akceptorami elektronów, które łatwo tworzą kompleksy z ligandami. Termin „ligand” służy do oznaczenia grup atomów lub cząsteczek otaczających centralny atom tworząc związek kompleksowy, czyli taki w którym jeden z atomów tworzy więcej wiązań niż pozwala na to jego walencyjność (Cartnell i Fowls 1978).

Procesy przechodzenia elektronów i tworzenia związków kompleksowych należą do kategorii plazmowej transformacji chemicznej materiałów podczas tarcia. Procesy te prowadzą do powstania powierzchniowego filmu, jako jednego z najbardziej efektywnych czynników redukcji tarcia i tempa zużycia trących powierzchni (Lyubimov i in. 2013).

Zgodnie z prawem Arreniusa, aby zaszła reakcja chemiczna, reagenty powinny pokonać barierę energetyczną (potencjalną) równą energii aktywacji. Przemiany pierwiastków chemicznych są zgodne z prawami mechaniki kwantowej, której prawidłowości przejawiają się w tak zwanym „efekcie tunelowym”. Efekt ten związany jest z zachowaniem cząstek swobodnych opisywanych w mechanice kwantowej przez funkcję falową ψ , proporcjonalną do $\exp(i\frac{W}{\hbar}t)$, gdzie W jest energią tych cząstek, a gdy cząstki przechodzą przez barierę potencjału, funkcja falowa redukuje się do $\exp(i\frac{W-U}{\hbar}t)$, gdzie U jest wartością bariery potencjału. Należy zwrócić uwagę na to, że nawet jeśli $U > W$, prawdopodobieństwo, że cząstki znajdują się poza barierą potencjału jest większe od zera, czyli $|\psi|^2 > 0$ i na tym właśnie polega efekt tunelowy (Lyubimov i in. 2013).

Pojawienie się opisanych powyżej efektów relatywistycznych zwiększa prawdopodobieństwo efektu tunelowego, co przyspiesza generowanie związków kompleksowych (Lyubimov i Dolgoplov 2011).

Warstwa związków kompleksowych wykazuje wysoką smarowność i ułatwia ślizganie się powierzchni, jak w przypadku ślizgania się deski surfingowej na fali, stąd efekt ten

nazywany jest „efektem surfingowym”. Związki kompleksowe zaadsorbowane na powierzchni trącej tworzą „błonę” lub „film surfingowy”. Film surfingowy pełni funkcje wymiany masy pomiędzy trzecim ciałem a otoczeniem i posiada właściwość samoodtwarzania. Ulega zniszczeniu pod wpływem sił tarcia i pojawia się ponownie, pozostaje stabilny, wytrzymując procesy tribodestrukcji i utleniania (Polyakov 1989). Analiza obrazów wykonanych za pomocą skaningowego mikroskopu tunelowego pokazuje, że filmy surfingowe mają strukturę kwazikrystaliczną, inną niż struktura tribopowierzchni, na której występują (Lyubimov i Dolgoplov 2011).

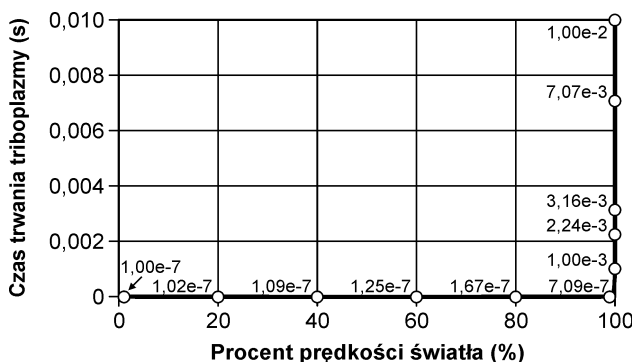
Tworzenie się filmu surfingowego na powierzchni polikrystalicznej ciała stałego wymaga pokonania bariery potencjału na granicach międzykrystalicznych. Grubość granic międzykrystalicznych jest porównywalna z długością fali de Broila w strukturach metalowych wzbudzanych tarciovo z ruchomymi granicami międzyziarnowymi. Z reguły można przyjąć, że energia aktywacji ruchliwości elektronów przy pokonywaniu bariery potencjału jest zmniejszona w wyniku działania mechanizmu termicznego i dodatkowo mechanizmu tunelowego. Zwiększa to prawdopodobieństwo zajścia powierzchniowych reakcji chemicznych. Na podstawie powyższych rozważań można przyjąć, że efekty tunelowe wnoszą dość istotny wkład w tribochemiczną syntezę związków kompleksowych (Lyubimov i in. 2013).

Droga do nieskończonej trwałości narzędzi skrawających

Bazując na omówionych powyżej obserwacjach, należy stwierdzić, że uzasadnione jest wprowadzenie poprawek relatywistycznych do obliczeń mikromechanizmów tarcia i zużycia oraz uwzględnienie efektów relatywistycznych przy konstruowaniu modeli wyjaśniających zjawiska obserwowane podczas tarcia. Potwierdza to bardzo wysoki stopień mechanicznej aktywacji trących powierzchni (tribopowierzchni), skutkujący w szczególności pojawianiem się stanów wzbudzonych w postaci plazmy, co można wyjaśnić absorpcją przez tribopowierzchnię energii dyslokacji. Deryagin wykazał, że skupiska dyslokacji poruszają się w kierunku powierzchni ciała stałego i wywołują jego mechaniczną aktywację, której towarzyszy emisja egzoelektronowa (Lyubimov i in. 2013).

Super wzbudzony stan plazmy powstający w procesie tarcia (triboplazmy) ma krótki czas trwania wynoszący około 10^{-8} s, jednak z punktu widzenia zewnętrznego obserwatora trwa znacznie dłużej ze względu na spowolnienie czasu lokalnego. Przepływ czasu różni się w układach odniesienia będących względem siebie w ruchu i spowalnia zgodnie ze szczególną teorią względności (równanie 6). Czas jest uwzględniony w wielu prawach fizycznych i jest całkiem naturalne, że wymiar czasowy wpływa na ewolucję różnych procesów. Efekt ten jest najczęściej nieistotny i uzasadnione jest jego pomijanie w opisie wielu procesów. Istnieje jednak pewna kategoria zjawisk fizycznych, w których celowe jest uwzględnienie dylatacji czasu. Można przyjąć, że efekt ten intensyfikuje niezwykle aktywność fizyczną i chemiczną tribopowierzchni.

Na Rys. 2 przedstawiono zależność czasu trwania triboplazmy od prędkości dyslokacji wyrażonej w procentach prędkości światła z uwzględnieniem zjawiska dylatacji czasu. Widzimy, że gdy nie uwzględniamy tego zjawiska, czas trwania triboplazmy jest równy 10^{-8} s, natomiast przy prędkości dyslokacji równej 60% prędkości światła, czas trwania dyslokacji wydłuża się o 25%, przy 80% prędkości światła, wydłuża się o 67%. Wielokrotne przyrosty czasu trwania triboplazmy nastąpią przy prędkościach zbliżających się do prędkości światła (powyżej 90% prędkości światła). Pokazano je na Rys. 3 przedstawiając krotność spowolnienia czasu w skali logarytmicznej. W wyniku dylatacji, krotność spowolnienia czasu może osiągać wartości powyżej 100 tys. razy dłuższe, czyli czas trwania triboplazmy z 10^{-8} s wydłuża się do 10^{-3} s. Ten efekt tłumaczy dlaczego reakcje tribochemiczne zdążają do końca, a nowe związki chemiczne powstają, pomimo tego, że ich pojawienie się w innym przypadku byłoby mało prawdopodobne.



Rys. 2. Zależność czasu trwania triboplazmy od prędkości dyslokacji wyrażonej w procentach prędkości światła (z uwzględnieniem zjawiska dylatacji czasu)

Fig. 2. Relationship of the triboplasm life to the dislocation rate given as a percentage of the light speed (including the phenomenon of time dilation)

Zdaniem wielu fizyków entropia jest „strzałką czasu”. Amerykański fizyk, laureat Nagrody Nobla, L. Cooper tak wyjaśnia to twierdzenie: „Idea, że system zmienia się podczas dowolnego procesu fizycznego od stanu bardziej uporządkowanego do mniej uporządkowanego, dostarcza nam kierunku czasowego, którego wcześniej brakowało. Równanie ruchu w mechanice newtonowskiej jest odwracalne. Jednokierunkowy ruch planet po swoich orbitach nie jest w żaden sposób lepszy od przeciwnego... Jest jednak jasne, że zidentyfikowany kierunek istnieje wśród innych, bardziej złożonych zdarzeń: łatwiej jest zaparkować samochód niż wyjechać z parkingu, łatwiej jest rozbić szybę niż ją naprawić, łatwiej jest rozrzucić kostki do gry niż je złożyć, łatwiej jest zabić człowieka niż go ożywić.” (Cooper 1973).

Polyakowa struktura dyssypatywna oznacza „przestrzeń lub strukturę czasoprzestrzenną istniejącą i krążącą w nieskończenie długim czasie pod warunkiem stałego dopływu energii i materii” (Polyakov 1989). Jednak mając na uwadze, że kontakt nierówności powierzchni trących trwa około 10^{-4} - 10^{-3} s, bardziej uzasadniona jest hipoteza o zintensyfikowaniu aktywności tribochemicznej z powodu relatywistycznego wkładu do prawdopodobieństwa przejścia tunelowego, co opisano powyżej.

Na bazie związków kompleksowych na powierzchniach trących adsorbowana jest warstwa ochronna tzw. filmu surfingowego. Film surfingowy posiada właściwość samoodtwarzania. Procesy powstawania filmu surfingowego i destrukcji powierzchni trących zachodzą w przybliżeniu z tą samą szybkością, dyktującą dynamiczną stabilność struktury surfingowej (Polyakov 1988b).

Im więcej dyslokacji dociera do powierzchni trących, tym silniejsze wytrącanie jonów i ich klasteryzacja, a tym samym procesy tworzenia się warstw powierzchniowych (filmu surfingowego).

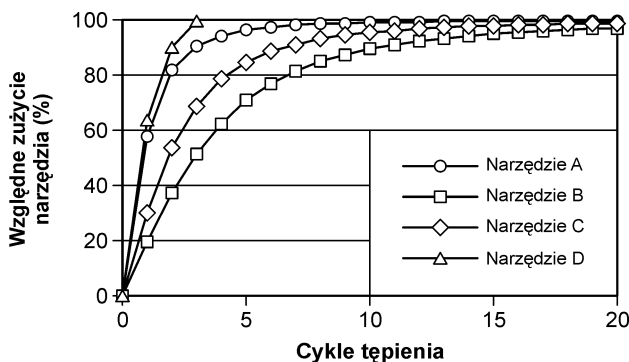
Schemat blokowy zjawisk fizyko-chemicznych zachodzących w procesie tarcia podczas skrawania materiałów przedstawiono na Rys. 4. Widzimy, że tak przedstawiony termodynamiczny układ otwarty dąży do samoregulacji i ograniczenia entropii, a tym samym do redukcji współczynnika tarcia i wzrostu trwałości powierzchni trących. Przy zachowaniu dynamicznej stabilności wytwarzania struktury surfingowej, tempo powstawania filmu surfingowego zrównuje się z tempem jego destrukcji, co w efekcie prowadzi do zahamowania procesu zużyciowego. Odnosząc powyższe stwierdzenia do procesu obróbki wiórowej i zużycia narzędzi skrawających taki efekt prowadził by do nieskończonej trwałości ostrza.

Praktyczne zobrazowanie hipotetycznej idei nieskończonej trwałości ostrza pokazano na Rys. 5, który przedstawia krzywe zużycia trzech przykładowych narzędzi (A, B i C) o trwałości dążącej do nieskończoności. Na przedstawionym wykresie (Rys. 5) względne zużycie narzędzia 100% wyznacza asymptotę poziomą dla krzywych zużycia tych narzędzi, tzn. krzywe będą dążyły do końca okresu trwałości narzędzi lecz nigdy go nie osiągną, gdyż z matematycznego punktu widzenia stanowi ona granicę dla ich funkcji trwałości. Krzywa zużycia narzędzia D obrazuje przypadek, w którym dominującym mechanizmem zużyciowym nie jest tarcie, lecz kruche pękanie. Pozioma linia względnego zużycia 100% nie jest asymptotą dla funkcji zużycia tego narzędzia.



Rys. 4. Schemat blokowy zjawisk fizyko-chemicznych w procesie tarcia podczas skrawania materiałów

Fig. 4. Block diagram of physical and chemical phenomena in the friction process during material cutting



Rys. 5. Hipotetyczne krzywe zużycia narzędzi o nieskończonej trwałości
Fig. 5. Hypothetical wear curves for tools with infinite life time

Dynamiczna stabilność wytwarzania struktury surfingowej może być istotnie zakłócona w wyniku obecności tlenków. Gromadzenie się związków kompleksowych jest możliwe tylko wtedy, gdy powierzchnia trąca jest wolna od warstw tlenków. Kompleksy wolą występować na powierzchni młodej niż na tlenku (Boushkova i Garnovskii 1990).

Podsumowanie

W warunkach procesu tarcia, dyslokacje przyspieszają wraz ze zbliżaniem się do powierzchni trących (tribopowierzchni). Oznacza to, że wpływ efektów relatywistycznych (spowolnienia czasu, zmiany wymiarów) podczas ich ruchu nasila się. Warstwy powierzchniowe ciał stałych uczestniczących w tarcu aktywnie wymieniają energię z otoczeniem, stają się więc klasycznym przykładem otwartych układów termodynamicznych, w których najbardziej prawdopodobne jest ograniczenie wzrostu entropii.

Prawidłowości spowolnienia czasu podczas oddziaływania tarcowego między ciałami stałymi są zatem określone przez dwie podstawowe teorie: szczególną teorię względności i termodynamikę układów otwartych. Obszarem, w którym efekty te powinny być najbardziej widoczne, są warstwy powierzchniowe biorące udział w tarcu.

Powierzchnia ciała stałego w kontakcie tribologicznym jest aktywowana przez siły tarcia i wysoką temperaturę oraz ciągle dopływającą energię dyslokacji, co skutkuje przejściem materiału do stanu triboplazmy, w którym rozszerzają się możliwości różnych przemian chemicznych, potęgowane relatywistycznym efektem spowolnienia czasu. W wyniku tych przemian powstają związki kompleksowe i tworzy się film surfingowy, a skutkiem jest obniżenie współczynnika tarcia i tempa zużycia powierzchni. Opisane zjawiska mogą zachodzić również w materiale ostrzy narzędzi skrawających, w kontakcie tribologicznym z materiałem obrabianym. Drogą do nieskończonej trwałości narzędzi skrawających jest zachowanie dynamicznej stabilności tempa wytwarzania filmu surfingowego z tempem jego destrukcji, w nieskończenie długim czasie pod warunkiem stałego dopływu energii i materii.

Literatura

- Akhmatov A.S., 1963: Molecular Physics of Boundary Friction (Physical-Mathematical Literature, Moscow), 472.
- Bakley D., 1986: Surface Phenomena During Adhesion and Friction Interaction (Moscow, Mashinostroyeniye), 360.
- Barannikov A.A., Firsov A.V., 2009: Main Concepts of Modern Physics, 349.
- Bershadskii L.I., 1989: Interaction between structural mechanism and dissipative flows in kinetic (non-Coulomb) wear and friction. J. Frict. Wear 10(2), 358-364.
- Boushkova E.S., Garnovskii A.D., 1990: Coordination compounds of metals containing organic ligands as effective additives to materials. Wearlessness, 151-170.
- Cartnell E., Fowls G.V.A., 1978: Valence and Structure of Molecules (English translation) ed. by M.V. Bazilevsky (Chemistry, Moscow), 360.
- Chichinadze A.V., 1995: Fundamentals of Tribology (Science and Technology, Moscow), 778.
- Chikhos Kh.X., 1982: System Analysis in Tribonics (Mir, Moscow), 348.
- Cooper L., 1973: Classic Physics (Mir, Moscow), 479.
- Einstein A., 1965: Collection of Scientific Works (Nauka), 517.
- Hawking S., Penrose R., 2007: Nature of Space and Time (Amfora), 186.
- Heinke G., 1987: Tribochemistry (Mir, Moscow), 635.
- Kana R., 1968: Physical Science of Metals, vol. 3 (Mir, Moscow), 483.
- Kostetsky V.I., 1976: Surface Strength of Materials in Friction (Tekhnika, Kiev), 283.
- Kouzharov A.S., 1991: Coordination tribochemistry of selective transfer. Doctor of Engineering Science, Dissertation. Rostov-on-Don, 42.
- Lyubimov D.N., Dolgoplov K.N., 2010: Diffusive Processes in Friction (IP Bouryhin V.M., Shakhty) , 148.
- Lyubimov D.N., Dolgoplov K.N., 2011: Friction and Theory of Relativity: Time Abnormalities Tribosystems (Fbgou Vpo Yurgues, Shakhty), 126.
- Lyubimov D.N., Dolgoplov K., Pinchuk L., 2013: Micromechanisms of Friction and Wear, Introduction to Relativistic Tribology. Springer- Verlag Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-35148-8>
- Lyubimov D.N., Ryzhikov V.A., 2006: Phys. Chem. Processes in Friction: Manual. Novocherkassk: South Russ, State Eng. Univ. 147.
- Okoniewski S., 1974: Podstawy fizyczne technologii materiałowej. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa
- Polyakov S.A., 1988a: Theoretical analysis of main mechanisms of evolution of tribosystems during selective transfer. Durability of Machinery Rubbing Parts, Issue 3 (Mashinostroyeniye, Moscow), 3-27.
- Polyakov S.A., 1988b: Self-organization of selective transfer structure. Durability of Machinery Rubbing Parts, 3: 45-95.

Polyakov S.A., 1989: Terminology of selective transfer. Durability of Machinery Rubbing Parts, 4,11-15.

Prokhorov A.M., 1992: Physical Encyclopedia 3 (Sov. Encyclopedia, Moscow), 672-672c

Wilkowski J., Barlak M., 2018: The lifetime of cemented carbide blades during wood-based panels milling. *Biuletyn Informacyjny OB-RPPD* 3-4, 118-128, in Polish. <https://doi.org/10.32086/biuletyn.2018.06>

Wilkowski J., Barlak M., Werner Z., Zagórski J., Czarniak P., Podziewski P., Szymanowski K., 2019: Lifetime improvement and the cutting forces in nitrogen-implanted drills during wood-based material machining. *Wood and Fiber Science* 51(2): 209-220. <https://doi.org/10.22382/wfs-2019-021>

Wilkowski J., Barlak M., Böttger R., Werner Z., Konarski P., Pisarek M., Wachowicz, J., Von Borany J., Auriga A., 2021: Effect of nitrogen ion implantation on the life time of WC-Co tools used in particleboard milling. *Wood Material Science & Engineering* 1-12. <https://doi.org/10.1080/17480272.2021.1900391>

Wilkowski J., Jegorowa A., Barlak M., Werner Z., Zagórski J., Staszkiwicz B., Kurek J., Kruk M., 2022: Effect of nitrogen ion implantation on the tool life used in particleboard CNC drilling. *Materials* 2022, 15, 3420. <https://doi.org/10.3390/ma15103420>

Artykuł recenzowany / Reviewed paper

Zgłoszony / Submitted: 09.06.2022

Opublikowany online / Published online: 30.06.2022



Zwiększenie możliwości technicznych implantatora jonów w procesach obróbki narzędzi

Increasing technical capabilities of the ion implanter in tool modification processes

Marek Barlak^{a,*}, ORCID: 0000-0003-1416-7461
Jacek Wilkowski^b, ORCID: 0000-0001-5798-6761
Zbigniew Werner^a, ORCID: 0000-0003-1172-0268
Bogdan Staszkievicz^a, ORCID: 0000-0002-7741-4362
Jerzy Zagórski^a, ORCID: 0000-0001-6311-947X

^aNarodowe Centrum Badań Jądrowych Świerk w Otwocku, Departament Fizyki Materiałów, Zakład Technologii Plazmowych i Jonowych, ul. Andrzeja Sołtana 7, 05-400 Otwock, Polska

^bSzkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Nauk Drzewnych i Meblarstwa, Katedra Mechanicznej Obróbki Drewna, ul. Nowoursynowska 159, 02-787 Warszawa, Polska

*Osoba do korespondencji: marek.barlak@ncbj.gov.pl

Streszczenie

Implantacja jonów jest stosunkowo prostą metodą modyfikacji właściwości materiałów, wykorzystującą energię kinetyczną jonów rozpędzonych w polu elektrycznym. Może być wykorzystywana do zmiany parametrów próbek w badaniach naukowych, ale również do poprawy właściwości gotowych elementów np. części maszyn czy narzędzi, ze względu na to, że w procesie modyfikacji nie zmieniają się: kształt oraz gabaryty modyfikowanych materiałów. Jednakże, aby zapewnić większą efektywność tej metody, często należy wykorzystywać dodatkowe oprzyrządowanie zwiększające możliwości techniczne implantatora jonów.

W pierwszej części artykułu przedstawiono krótką historię metody implantacji jonów oraz przykłady jej zastosowań w różnych dziedzinach. Druga część artykułu, uwzględniająca aspekt ekonomiczny procesu, przedstawia praktyczne porady dotyczące wykorzystywania różnego rodzaju uchwytów i manipulatorów modyfikowanych próbek/narzędzi, które mogą pomóc w projektowaniu urządzeń i procesów modyfikacji.

Abstract

Ion implantation is a relatively simple method of modifying the properties of materials, using the kinetic energy of ions accelerated in an electric field. It can be used to change the parameters of samples in scientific investigations, but also to improve the properties of

finished elements, e.g. machine parts or tools, due to the fact that the modification process does not change the shape and dimensions of the modified materials. However, to make this method more effective, it is often necessary to use additional equipment that increases the technical capabilities of the ion implanter.

The first part of the paper presents a short history of the ion implantation method and examples of its applications in various fields. The second part, taking into account the economics of the process, shows practical tips on the use of various types of modified sample/tool holders and manipulators, which can help to project the process and devices for the tools' modification processes.

Słowa kluczowe: implantacja jonów, implantator, osprzęt, obróbka narzędzi

Keywords: ion implantation, implanter, equipment, tool treatment

Wprowadzenie

Zjawisko bombardowania jonowego było obserwowane przez fizyków już w połowie XIX wieku. W 1854 r. M. Faraday zaobserwował osadzanie metalicznej warstwy materiału na obudowie lampy wyładowczej. Po ponad 30 latach, tj. w 1886 r., F. Goldstein wyjaśnił to zjawisko jako efekt rozpylania powierzchni katody na skutek jej bombardowania dodatnimi jonami, powstającymi na skutek wyładowania elektrycznego w lampie. W 1911 r. E. Rutherford, mierząc kąty rozpraszania cząstek α , bombardujących cienką złotą folię, wywnioskował, iż atom składa się z jądra i krążących wokół niego elektronów (Pysznik 2015). Uważa się, że pierwszym historycznie implantatorem jonów było urządzenie oparte na wykorzystaniu helu, skonstruowane w 1911 r. w Cavendish Laboratory w Cambridge, i obsługiwane przez wspomnianego wyżej E. Rutherforda i jego współpracowników. W 1949 r. W. Shockley złożył wniosek o patent na „Semiconductor Translating Device”, przyznany w 1954 r. (US2666814A), opisujący wytwarzanie złącza p-n za pomocą implantacji jonów, a w 1954 r. złożył kolejny wniosek o patent „Forming of Semiconductor Devices by Ionic Bombardment”, przyznany w 1957 r. (US2787564A), podając podstawowy opis urządzenia do implantacji jonów (Bodycote, Macdougall i in. 1969). Według niektórych źródeł działo się to zaledwie kilka lat po tym, jak W.G. Pfann opatentował koncepcję wykorzystania dyfuzji w krzemie i germanie (Doolittle). Uważa się, że John Macdougall jest jednym z wynalazców pierwszej komercyjnie opłacalnej metody implantacji jonów (Palmer, Macdougall). Proces ten w latach 70-ych XX wieku, stosowano do zmiany przewodności elektrycznej obszarów płytek krzemowych, wykorzystywanych do budowy półprzewodnikowych elementów elektronicznych. Badania nad zastosowaniem metody implantacji jonów do modyfikacji właściwości przypowierzchniowych ciała stałego, rozpoczęto w Polsce w 1970 r., w Instytucie Technologii Elektronowej ITE w Warszawie, przy współpracy z Instytutem Fizyki Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej UMCS w Lublinie i Instytutem Badań Jądrowych IBJ w Świerku. Głównym celem prac było

zastosowanie implantacji w technologii przyrządów półprzewodnikowych (Mączka 1994, Rosiński 1995).

Przedstawiana kilkakrotnie na łamach Biuletynu (Wilkowski i in. 2019, Barlak i in. 2019, Barlak i in. 2020a, Barlak i in. 2020b, Wilkowski i Barlak 2021) implantacja jonów, będąca stosunkowo prostą metodą modyfikacji materiałów, stała się niejako metodą konkurencyjną do metod dyfuzyjnych. Jest to niskotemperaturowy proces zmiany właściwości chemicznych i fizycznych implantowanego materiału, podczas gdy dyfuzję można określić jako ruch domieszek/zanieczyszczeń wewnątrz materiału, wywołany gradientem jej stężenia, przebiegający tym szybciej im wyższa jest jego temperatura. Rozkład implantowanej domieszki jest izotropowy i silnie ukierunkowany, podczas gdy zazwyczaj kierunkowe zróżnicowanie w koncentracji domieszki dyfundowanej nie jest tak duże. Zaletą implantacji jonów jest precyzyjna kontrola dawki implantowanej domieszki w szerokim zakresie 10^{11} - 10^{18} cm⁻² i głębokości położenia jej profilu, co jest utrudnione w procesach dyfuzji. W przypadku implantacji półprzewodników na ogół dochodzi do pojawienia się uszkodzeń radiacyjnych powierzchni, wymagających usunięcia w kolejnym procesie technologicznym, tzw. wygrzewaniu. Zjawisko to nie występuje w procesach dyfuzyjnych. Implantacja jonów polegająca na bombardowaniu podłoża jonami przyspieszonymi do prędkości rzędu od setek do tysięcy kilometrów na sekundę, jest metodą nierównowagową (Barlak i in. 2009, Werner i in. 2016, Nowakowska-Langier i in. 2018, Chodun i in. 2020), w której wprowadzane jony nie tylko zmieniają skład podłoża, ale ze względu na dużą energię, mogą prowadzić do jego różnych fizycznych i chemicznych przemian, w tym do tworzenia powierzchniowych stopów, niezależnych od ograniczeń termodynamicznych, podczas gdy procesy dyfuzyjne są zaliczane do procesów równowagowych. Koszt inwestycyjny implantacji jest stosunkowo wysoki. Nowoczesny implantator jonów kosztuje ok. 2-5 milionów dolarów, w zależności od wielkości i parametrów (Rubin i Poate 2003, Larson i Williams 2011) a wynika to głównie z ceny aparatury próżniowej. Koszt urządzeń dyfuzyjnych jest niższy (PEDIAA).

Zaletą metody implantacji jonów, jest możliwość wprowadzenia praktycznie dowolnego rodzaju jonów do dowolnego podłoża. Ponieważ w procesie modyfikacji nie zmieniają się: kształt oraz gabaryty modyfikowanych materiałów, metoda implantacji bywa wykorzystywana nie tylko do zmiany właściwości/parametrów próbek w badaniach naukowych, ale również do poprawy właściwości gotowych elementów np. części maszyn czy narzędzi. Grubość modyfikowanego obszaru jest ograniczona i wynosi w przypadku klasycznej implantacji od kilku do kilkuset nm. Obszar ten nie jest nałożoną warstwą, a więc nie występuje niebezpieczeństwo wystąpienia jego delaminacji.

Implantacja jonów stała się początkowo kluczowym procesem domieszkowania w komercyjnej produkcji materiałów półprzewodnikowych, a następnie, w procesach wytwarzania urządzeń fotonicznych oraz zaawansowanych materiałów inżynierskich (Larson and Williams 2011). Obecnie, jest stosowana na wielu różnych polach. Oprócz klasycznych zastosowań np. w obszarze tribologii (Kamiński i Budzyński 2017) - Rys. 1 czy

ochrony korozyjnej (Karimi i in. 2002) - Rys. 2, jest wykorzystywana w bardziej oryginalnych/egzotycznych bądź niszowych zastosowaniach (Rodríguez i in. 2002), m.in. w mineralogii, biologii czy przemyśle włókienniczym. Przykładowo:

- naukowcy, głównie z Tajlandii, od wielu lat wykorzystują implantację jonów do minerałów, celem zmiany ich właściwości optycznych, takich jak: termoluminescencja topazów implantowanych metalami przejściowymi (np. Cr, Fe, Co, W), zmiana koloru, zapewnienie „czystsze” koloru, przejrzystości, przepuszczalności i połysku rubinów, szafirów czy korundu, implantowanych tlenem, azotem lub argonem, w celu zwiększenia ich ceny (np. cena rubinów jest determinowana głównie przez ich kolor) (Marques i in. 2000, Marques i in. 2002, Chaiwong i in. 2005, Intarasiri i in. 2009, Intarasiri i in. 2014, Bootkul i in. 2015, Bootkul i in. 2016, Intarasiri i in. 2016, Rao i in. 2016, Tippawan i in. 2016),

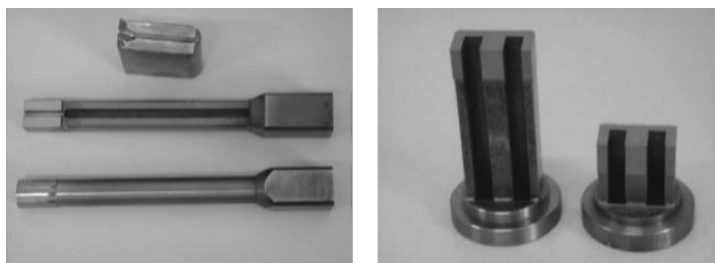
- istnieje wiele przykładów zastosowania implantacji azotu, argonu lub węgla w hodowli: ryżu, soi, kukurydzy, pszenicy, gryki, pomidorów, batatów, herbaty, orzeszków ziemnych, tytoniu, jatrofy, bawełny, róży, goździków, chryzantem, petunii itp. Traktowanie nasion roślin wiązką jonów o niskiej energii może wywołać m.in. szybszy wzrost różnych gatunków roślin (krótszy okres wegetacji), większą zdolność kiełkowania, wyższe plony, wyższą jakość nasion, dłuższą trwałość, wyższą odporność na wirusy, drobnoustroje czy choroby, wyższą odporność na suszę, ozdobne walory kwiatów, (Atak i in. 2004, Vilaithong i in. 2004, Feng i in. 2005, Wu i in. 2005, Phanchaisri i in. 2007, Song i in. 2007, Yu 2007, Krasaechai i in. 2009, Norarat i in. 2009, Xu i in. 2009, Cao i in. 2010, Xu i in. 2012a, Xu i in. 2012b, Duan i in. 2013, Han i in. 2013, Mahadtanapuk i in. 2013, Zhao i in. 2013),

- wyselekcjonowane, zmutowane wiązką jonów bakterie mogą być przydatne w przemyśle spożywczym (poprawa zdolności fermentacyjnej, biokontrola patogenów) lub w rolnictwie (hamowanie wytwarzania konidiów wybranych grzybów, ograniczanie objawów chorobowych). Podobnie, fermentacja może wykorzystywać drożdże, poddane obróbce jonowej, (Wu i in. 2005, Mahadtanapuk i in. 2007, Anuntalabhochai i in. 2009, Mahadtanapuk i in. 2009, Yu i in. 2013),

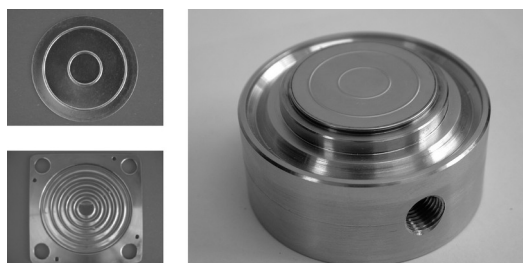
- przykładem oddziaływania wiązki jonowej na zwierzę może być implantacja azotu do komórki jajowej jedwabnika. Zmodyfikowana poczwarka jedwabnika ujawniała tendencję wzrostową całkowitej zawartości kokonu, liczby warstw i wytrzymałości włókienek (Wu i in. 2005),

- traktowanie wiązką jonów tkanin bawełnianych, polietylenowych czy poliamidowych może zmieniać ich właściwości bakteriobójcze, odporność na ścieranie/zużycie, odporność na mechacenie (pilling), właściwości elektryczne i elektrostatyczne, właściwości palne, hydrofilowość/hydrofobowość/wodoodporność itp. Na przykład implantacja jonów Cu, Pd, Ag lub Pt poprawia właściwości elektryczne i może być stosowana w elektronice tekstylnej. Implantowane jony C, N, Al, Ti i Cr poprawiają właściwości mechaniczne i odporność na mechacenie zmodyfikowanych tekstyliów. Jony C i W zwiększają trudnopalność. Srebro znane jest ze swoich właściwości przeciwdrobnoustrojowych (w tym przeciwbakteryjnych i przeciwgrzybiczych) i jest stosowane w celu poprawy właściwości antybakteryjnych m.in.

w bandażach, narzędziach chirurgicznych, cewnikach a także w różnych produktach medycznych i kosmetycznych, takich jak kremy, maści, mydła, w celu zapobiegania lub zwalczania infekcji. Podobnie działającym pierwiastkiem jest cynk (Brown i Oks 2005, Öztarhan i in. 2005, Ermel i in. 2006, Urkac i in. 2007, Chiang i in. 2010, Kitahara i in. 2010, Xu i in. 2010, Jin i in. 2014a, Jin i in. 2014b, Nikolaev i in. 2010, Nikolaev i in. 2014, Shirwaiker 2015, Echeverrigaray i in. 2016, Öktem i in. 2016, Shypylenko i in. 2016).



Rys. 1. Przykład narzędzi do pras
Fig. 1. Examples of press tools



Rys. 2. Przykład membran i przetwornika ciśnienia
Fig. 2. Examples of membranes and pressure transducer

Metoda implantacji jonów może również służyć jako metoda dekoracji np. ekskluzywnych, krótkoseryjnych wyrobów. Na Rys. 3. przedstawiono przykładowe wyniki prac własnych prowadzonych nad dekoracją materiałów ceramicznych i szkła.



Rys. 3. Przykład zdobienia przedmiotów metodą implantacji jonów
Fig. 3. Example of decoration using the ion implantation method

Materiały i metodyka badań

Proces implantacji jonów

Jak już wspomniano wcześniej, koszt zakupu implantatora nie należy do niskich, a zatem aby obniżyć koszty modyfikacji, procesy implantacji powinny być zoptymalizowane.

Ponieważ implantacja jonów jest najbardziej efektywna dla prostopadłego padania wiązki na implantowany materiał (Wilkowski i in. 2021) należy zadbać o jego prawidłowe (pod odpowiednim kątem) ustawienie pod wiązką, przy pomocy różnego rodzaju uchwytów i/lub manipulatorów. Ustawienie takie powinno być dodatkowo stałe w czasie, aby implantowane elementy nie przemieszczały się podczas procesu pod wiązką, na skutek jej oddziaływania z nimi lub np. w wyniku drgań pomp próżniowych.

Do budowy uchwytów i manipulatorów oraz innego osprzętu umieszczonego w pobliżu wiązki jonów, w celu ochrony komory, jej wyposażenia, jak również implantowanych elementów, należy zastosować materiały, które trudno ulegają rozpylaniu. Najlepsza w tym zastosowaniu jest stal kwasoodporna, ale ze względu na trudności związane z jej obróbką mechaniczną jest często zastępowana np. stopami aluminium, m.in. stopem o symbolu PA6. Stop ten dobrze nadaje się do obróbki skrawaniem, ale np. wykonane w nim gwinty są stosunkowo łatwe do uszkodzenia. Łatwy do obróbki mechanicznej i trwalszy mosiądz nie powinien być używany w tego typu zastosowaniach, ze względu na jego podatność na rozpylanie.

Należy również pamiętać, że jeśli mechanizmy manipulatorów wymagają smarowania, konieczne jest stosowanie smarów przeznaczonych do pracy w próżni, tj. o niskiej lotności i o odpowiedniej lepkości.

W przypadku implantatora z wiązką stałą, czas ekspozycji (implantacji) t , wyznaczany na podstawie pomiaru wartości prądu jonowego (z kolektora implantatora) I_i , konieczny do uzyskania dawki zadanej implantowanego pierwiastka D , wynosi:

$$t = D \cdot Q \cdot e \cdot S / I_i \quad (1)$$

gdzie: D - dawka jonów (cm^{-2}), Q - średni ładunek jonów wiązki (stabilizowany dla implantatorów bez separacji masowej), e - ładunek elektronu ($e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C), S - pole powierzchni przekroju wiązki (cm^2), I_i - prąd jonowy (A).

W przypadku implantatora z wiązką impulsową, czas ekspozycji t wynosi:

$$t = D \cdot Q \cdot e \cdot S / \tau \cdot f \cdot I_i \quad (2)$$

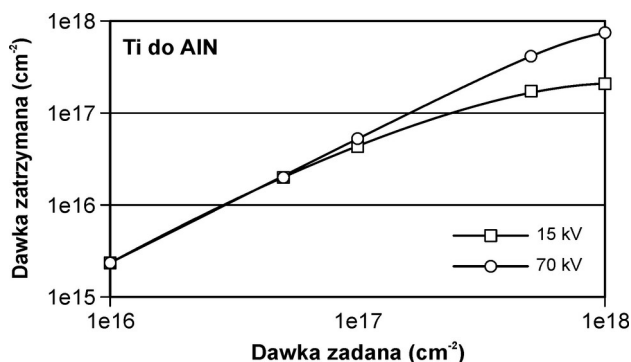
gdzie: τ - długość impulsu, mierzona w połowie jego wysokości (μs), f - częstotliwość impulsów (Hz).

Wartość ładunku elektronu e jest stała, podobnie jak długość impulsu τ , która jest cechą implantatora z wiązką impulsową. Czas implantacji jonów może więc zależeć od takich

parametrów jak: dawka jonów, średni ładunek jonów, pole powierzchni przekroju wiązki, częstotliwość impulsów oraz prąd jonowy.

Generalnie, im większa dawka zadana jonów D , tym dłuższy jest czas procesu implantacji t . Przykładowo, implantacja jonów azotu, do powierzchni 30 cm^2 , przy prądzie wiązki $300\text{ }\mu\text{A}$, będzie trwała ok. 11 s dla dawki zadanej $1\text{e}15\text{ cm}^{-2}$, ok. 2 min. dla dawki $1\text{e}16\text{ cm}^{-2}$, ok. 18 min. dla dawki $1\text{e}17\text{ cm}^{-2}$ i ok. 3 h dla dawki $1\text{e}18\text{ cm}^{-2}$.

Optymalizując proces implantacji, należy pamiętać, że ze względu na zjawisko rozpylania, nie wszystkie jony zostaną wprowadzone do struktury implantowanego materiału (dawka zadana $\neq$ dawka zatrzymana) - Rys. 4 i dlatego nie warto niepotrzebnie zwiększać wielkości dawek zadanych implantowanym jonów. Pomocne w oszacowaniu dawek implantowanych jonów mogą być programy do modelowania procesów implantacji, jak np. SRIM czy SUSPRE.



Rys. 4. Zależność dawki zatrzymanej od dawki zadanej Ti implantowanego do AlN (Barlak i in. 2005)

Fig. 4 The retained dose vs. the implanted dose for Ti implanted to AlN (Barlak i in. 2005)

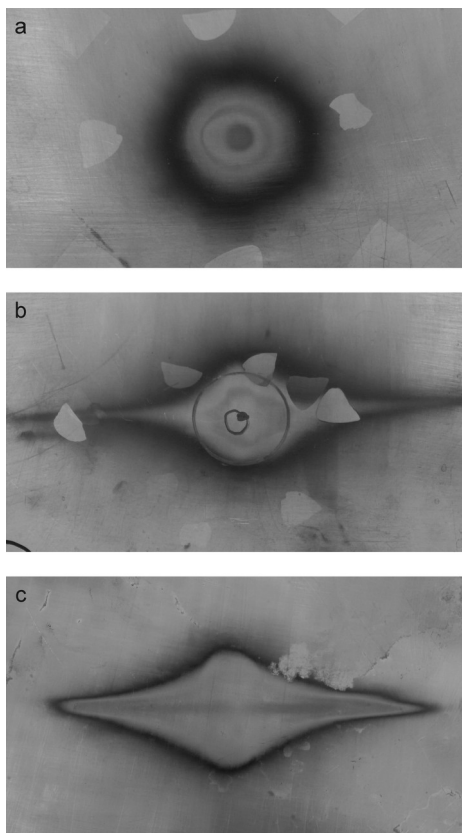
Wpływ na wartość średniego ładunku jonów wiązki Q wiąże się z wyborem odpowiedniego rodzaju implantowanych jonów (jeśli jest to możliwe). Dla azotu jest to wartość 0,67, dla gazów szlachetnych - 1,0, a przykładowo w przypadku pierwiastków innych niż gazowe: 1,0 - dla litu, węgla i antymonu, 2,0 - dla tytanu, chromu, strontu, gadolinu, baru, tulu i iterbu, 3,0 - dla złota oraz 3,4 - dla wolframu (Krivonosienko i in. 2001).

Implantacja dawki jonów azotu na poziomie $1\text{e}17\text{ cm}^{-2}$, przy prądzie $300\text{ }\mu\text{A}$, będzie trwała ok. 6 min. dla pola powierzchni przekroju wiązki 10 cm^2 , ok. 12 min. dla 20 cm^2 i ok. 18 min. dla 30 cm^2 .

Pole powierzchni przekroju wiązki S oraz jego kształt zależy m.in. od zastosowanej diafragmy źródła jonów. Na Rys. 5. przedstawione zostały przykładowe ślady wiązki dla diafragmy z okrągłym otworem i 2 różnych diafragm z otworami w kształcie bieżni lekkoatletycznej. Nieregularne kształty na śladach wiązki spowodowane są kawałkami kwarcu, które zostały użyte podczas testów wielkości wiązki jonowej (kwarc jarzy się pod wpływem wiązki jonowej).

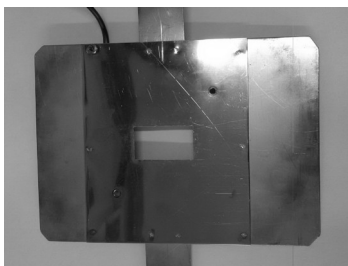
Gęstość prądu wiązki jonów nie jest taka sama wzdłuż całego przekroju. Rozkład gęstości wiązki w przekroju jest zbliżony do krzywej Gaussa. Należy o tym pamiętać przy projektowaniu procesu, aby dawka zatrzymana była taka sama na całej implantowanej powierzchni.

Kiedy konieczne jest dokładne określanie pola implantowanej powierzchni można zastosować przesłony o określonym kształcie i wymiarach okienka - Rys. 5.



Rys. 4. Ślady wiązki jonów dla diafragmy z okrągłym otworem (a) i otworem w kształcie bieżni lekkoatletycznej (b, c)

Fig. 4. Ion beam traces for the diaphragm with the circular aperture (a) and with the running track shape aperture (b, c)



Rys. 5. Przykład prostokątnej przesłony wiązki
Fig. 5. Example of rectangular beam aperture

Mniejsza częstotliwość impulsów f jest zazwyczaj stosowana przy małych dawkach jonów, co umożliwia bardziej precyzyjny pomiar czasu implantacji, podczas implantacji materiałów trudniej przewodzących prąd elektryczny, bądź w przypadku dużych wartości prądu wiązki, stwarzających niebezpieczeństwo znacznego nagrzania implantowanych materiałów, które może wywołać niepożądane zmiany ich mikrostruktury.

Prąd jonowy I_j można regulować w określonym, charakterystycznym dla urządzenia zakresie, zapewniającym stabilną pracę źródła jonów oraz jego zasilaczy. Czas implantacji jest odwrotnie proporcjonalny do prądu jonowego i wynosi np. dla dawki jonów azotu na poziomie $1e17 \text{ cm}^{-2}$, do powierzchni 30 cm^2 , ok. 54 min. dla $100 \mu\text{A}$, ok. 27 min. dla $200 \mu\text{A}$ i ok. 18 min. dla $300 \mu\text{A}$.

Wartość prądu jonowego powinna być dobrana pod kątem rodzaju modyfikowanego materiału, aby jak wspomniano powyżej, nie doprowadzić do zmian w jego mikrostrukturze. Temperatura na powierzchni implantowanego materiału powinna być kontrolowana w sposób ciągły. W przypadku zaistnienia niebezpieczeństwa jej nadmiernego wzrostu, implantację można prowadzić przy mniejszym prądzie, z przerwami bądź przy mniejszej częstotliwości w przypadku implantatorów z wiązką impulsową. Możliwe jest również wykorzystanie manipulatorów okresowo wprowadzających modyfikowany materiał w obszar wiązki. Niestety, wszystkie te zabiegi wydłużają czas trwania procesu.

W praktyce, oprócz pojęcia „prądu wiązki”, stosuje się również określenie „gęstość prądu wiązki”, które wyraża stosunek prądu wiązki i pola powierzchni przekroju wiązki.

Czas implantacji opisywany wzorami (1)-(2) dotyczy tylko procesu właściwej modyfikacji. Do tego należy doliczyć czas potrzebny na zapowietrzenie komory implantatora, załadunek modyfikowanych materiałów, ustawienie odpowiednich wartości parametrów procesu oraz czas konieczny do uzyskania właściwych warunków do prawidłowego prowadzenia procesu, a zwłaszcza właściwego poziomu próżni w komorze roboczej implantatora, ponieważ zbyt niski poziom próżni może spowodować wyładowania w źródle, a w efekcie - uszkodzenie układu.

Komory robocze implantatorów są odpompowywane dwuetapowo. W pierwszym etapie, do uzyskania próżni wstępnej na poziomie $5e-2 \text{ mbar}$, tj. 5 Pa , używa się pomp rotacyjnych

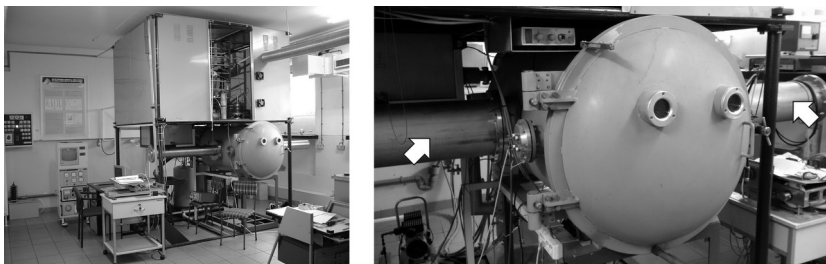
i/lub pomp Rootsa. W drugim etapie, próżnia na poziomie $5\text{e-}6$ mbar, tj. $5\text{e-}4$ Pa, uzyskiwana jest przy pomocy pomp dyfuzyjnych lub turbomolekularnych.

Właściwy poziom próżni, konieczny do rozpoczęcia procesu implantacji jest osiągany w czasie 1-1,5 h, gdy pompa dyfuzyjna jest zimna i w czasie 30-45 min., gdy jest rozgrzana. W przypadku pomp turbomolekularnych, czas osiągnięcia właściwego poziomu próżni skraca się o połowę w odniesieniu do powyższych wartości. Czas odpompowywania jest porównywalny dla różnych urządzeń, ze względu na to, że wydajność pomp dobiera się pod kątem objętości komór roboczych.

Jak wspomniano wcześniej, dla popularnej wartości dawki zadanej implantowanemu azotu na poziomie $1\text{e}17$ cm^{-2} , przy prądzie 300 μA , dla powierzchni 30 cm^2 , czas implantacji wynosi 18 min. Jest to stosunkowo krótki czas w porównaniu z całkowitym czasem pracy implantatora. Aby poprawić stosunek czasu właściwego procesu implantacji do całkowitego czasu pracy urządzenia, należy stosować odpowiednie manipulatory, przy pomocy których można znacząco zwiększyć np. ilość modyfikowanych narzędzi bez konieczności zapowietrzania i odpompowywania komory. Krótki przegląd różnego rodzaju manipulatorów został przedstawiony w dalszej części niniejszego artykułu, w której pokazano praktyczne rozwiązania montażu i manipulacji modyfikowanych narzędzi.

Oprzrządowanie

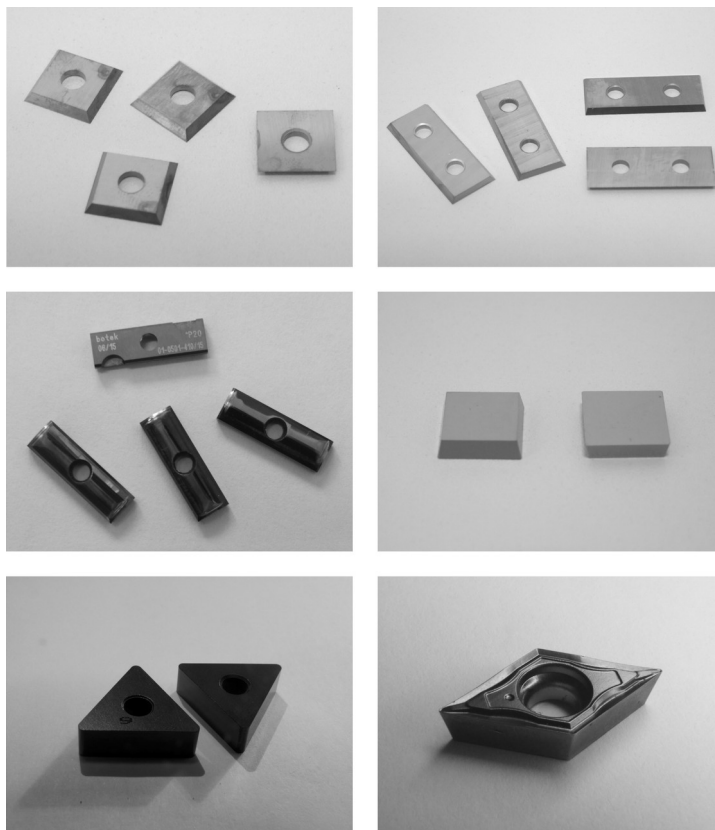
Rys. 6 przedstawia półprzemysłowy implantator jonów gazowych z wiązką stałą. Jest on wyposażony w dość dużą komorę o średnicy 80 cm, długości 120 cm i objętości ok. 600 l. Dodatkowo, jego funkcjonalność zwiększają dwa rękawy (zaznaczone strzałkami), co daje możliwość załadowania np. narzędzi na długości do 90 cm.



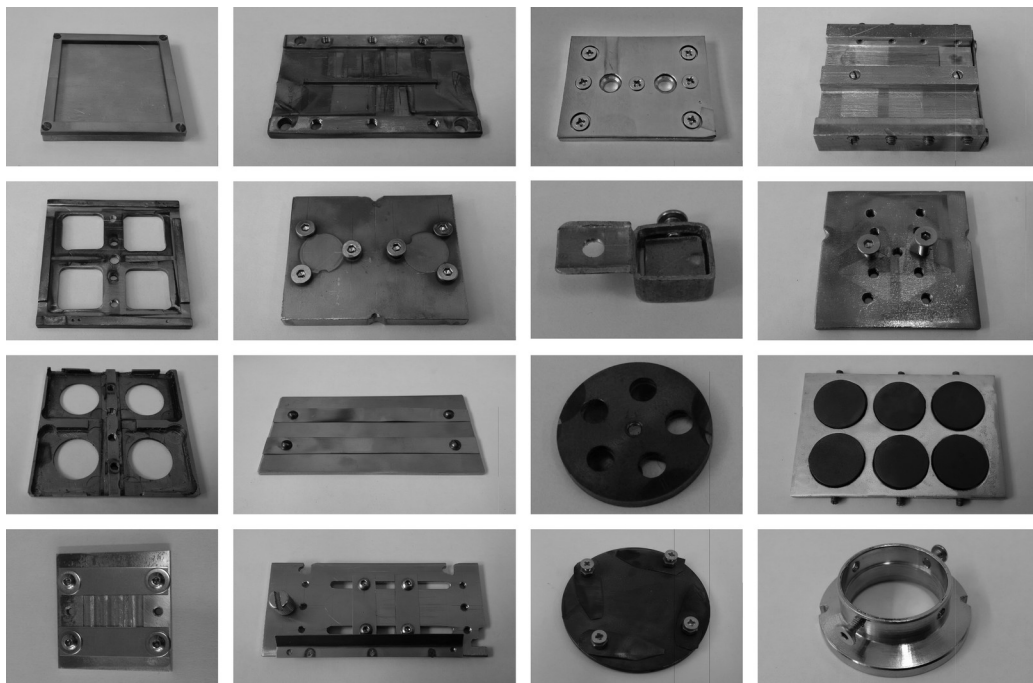
Rys. 6. Implantator jonów
Fig. 6. Ion implanter

Materiały i narzędzia o niewielkich wymiarach i prostych kształtach jak np. noże wymienne (gdy implantowana jest powierzchnia natarcia), bądź płytki prowadzące do głowic do głębokiego wiercenia (Rys. 7), można implantować umieszczając je bezpośrednio pod pionową wiązką jonów, w sposób uniemożliwiający ich przemieszczanie podczas procesu implantacji. Gdy wiązka jonów jest pozioma konieczne jest zastosowanie odpowiednich uchwytów, pozycjonujących modyfikowane próbki lub narzędzia. Budowa takich uchwytów

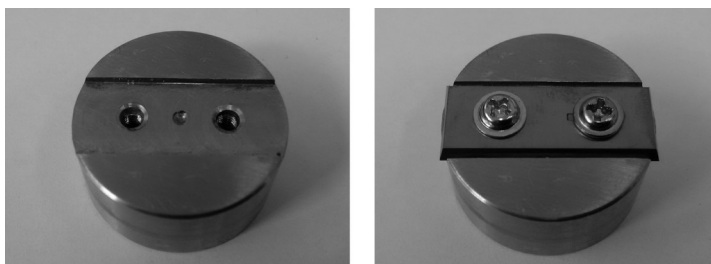
może dawać możliwość przesłonięcia części próbki, w celu uzyskania powierzchni referencyjnej w badaniach naukowych. Przykłady prostych uchwytów, wykonanych na potrzeby implantacji zostały przedstawione na Rys. 8-9.



Rys. 7. Przykłady modyfikowanych narzędzi
Fig. 7. Examples of the implanted tools

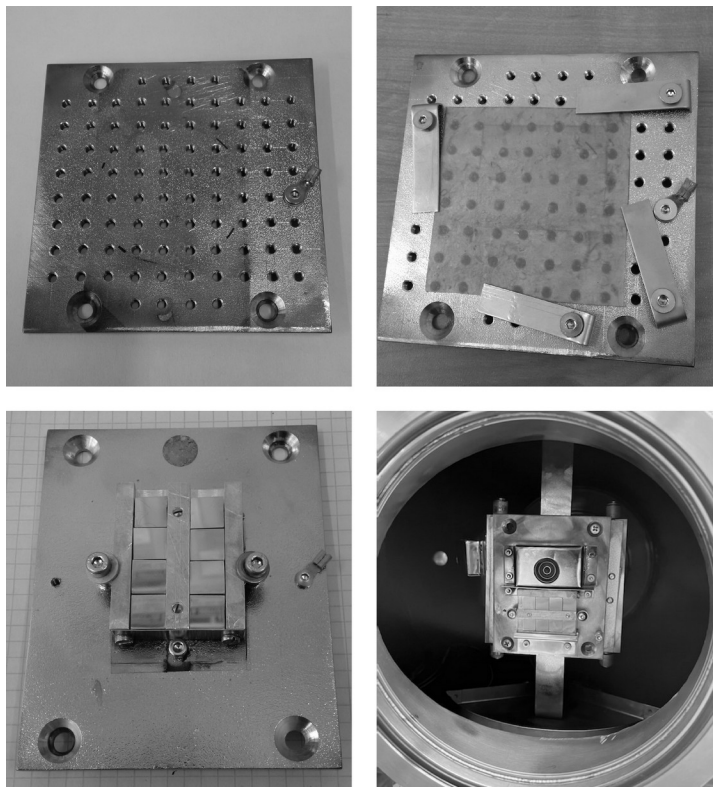


Rys. 8. Przykłady uchwytów próbek
Fig. 8. Examples of the sample holders



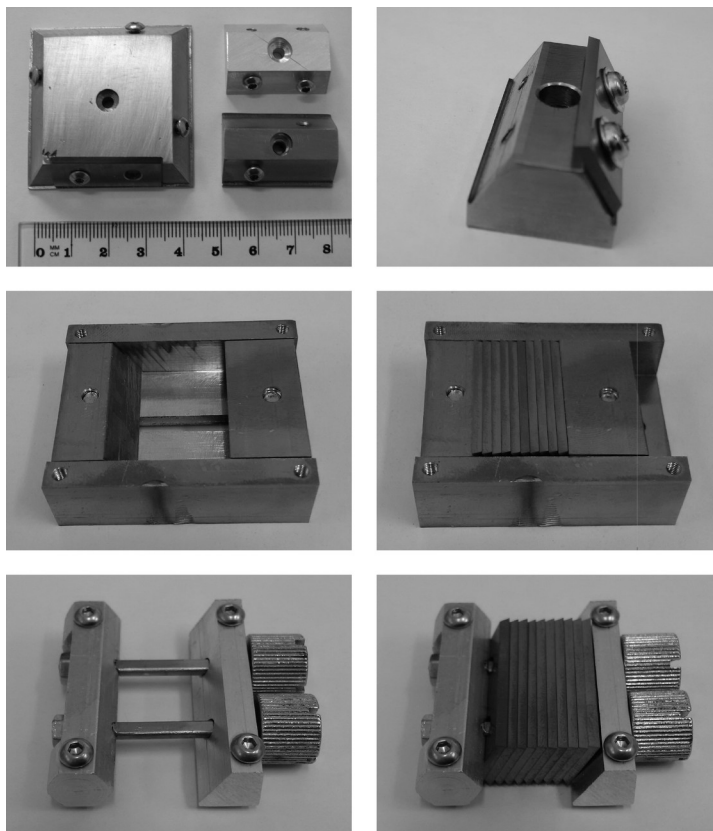
Rys. 9. Przykład uchwytu bez i z zamontowanym wymiennym nożem WC-Co
Fig. 9. Example of the sample holder without and with the implanted WC-Co indexable knife

Płytki z otworami montażowymi, przedstawione na Rys. 10 mogą być wykorzystywane w przypadku implantacji elementów o większych gabarytach lub do mocowania mniejszych uchwytów. Uniwersalność takiego rozwiązania jest dość duża, zwłaszcza, że oprócz modyfikowanych materiałów, na płytkach można montować dodatkowe elementy, np. termopary.



Rys. 10. Przykłady uniwersalnych płyt montażowych
Fig. 10. Examples of the universal mounting plates

W przypadkach, gdy modyfikowane powierzchnie prostych w formie narzędzi są usytuowane pod określonym kątem do ich podstawy, należy zastosować uchwyty o budowie uwzględniającej ten kąt. Przykłady takich uchwytów zostały przedstawione na Rys. 11.



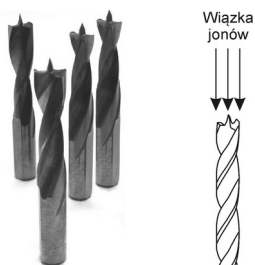
Rys. 11. Przykłady uchwytów narzędzi zapewniających implantację pod odpowiednim kątem
Fig. 11. Examples of tool holders fixing the implanted surface at the appropriate angle

Sytuacja komplikuje się przy modyfikacji narzędzi o bardziej skomplikowanym kształcie, jak np. wiertła, czy noże kształtowe (Rys. 12). Gdy narzędzia są implantowane „od czoła”, to godząc się na mniejszą efektywność implantacji, związaną z pochyleniem implantowanych krawędzi, wystarczy umieścić je w polu wiązki, jak pokazano na Rys. 13. W przypadku implantacji powierzchni bocznych, w najprostszym przypadku, zapewniając odpowiedni kąt ustawienia, narzędzia wystarczy umieścić w uchwycie stałym (Rys. 14) lub przesuwным (Rys. 15). Zazwyczaj, w tym przypadku implantację należy prowadzić w dwóch etapach (obracając narzędzia o 180 stopni). Oczywiście, narzędzia można implantować zarówno „od czoła”, jak i z boku, jednakże taka modyfikacja jest czasochłonna i nie zawsze konieczna.

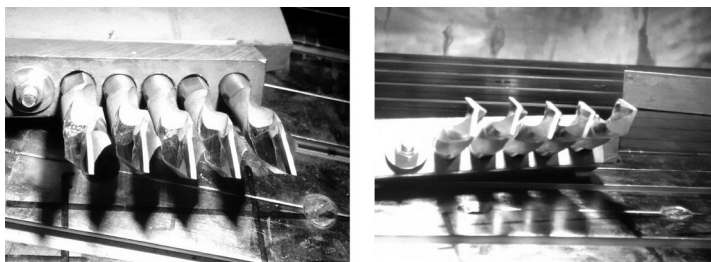
W przypadku gdy wspomniana powyżej implantacja dwuetapowa może być niewystarczającą, należy stosować manipulatory obrotowe lub planetarne (Rys. 16). Przykładem takich narzędzi mogą być piły tarczowe (Rys. 17).



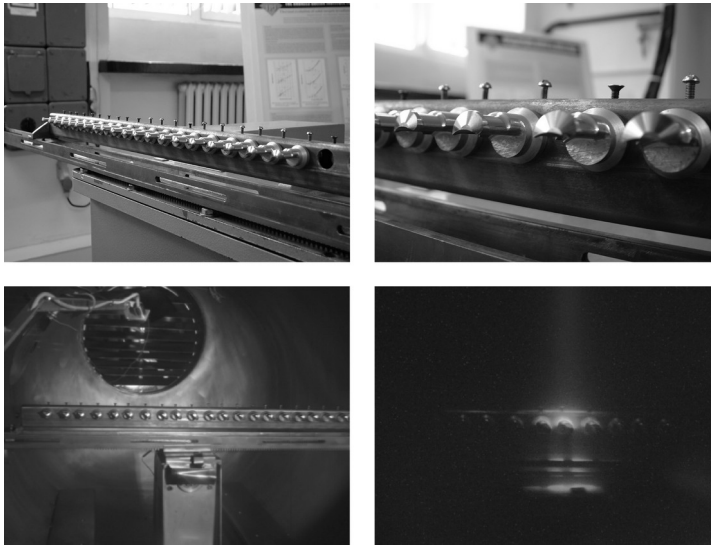
Rys. 12. Przykłady noży kształtowych i wiertel
Fig. 12. Examples of the profile cutters and the drills



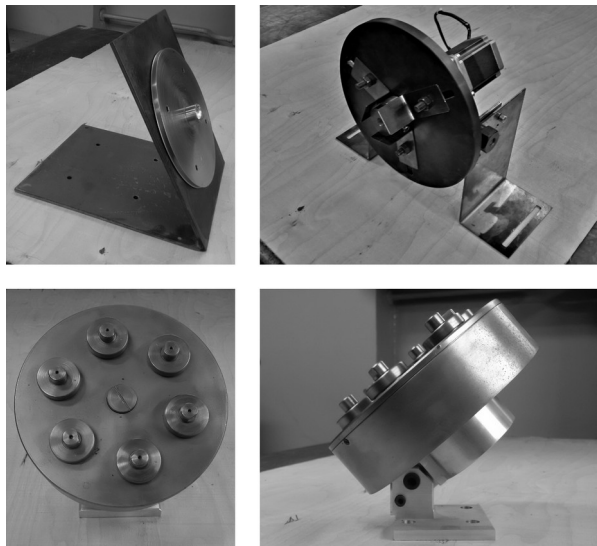
Rys. 13. Ustawienie wiertel pod wiązką „od czoła”
Fig. 13. Setting the drills under the beam "from the front"



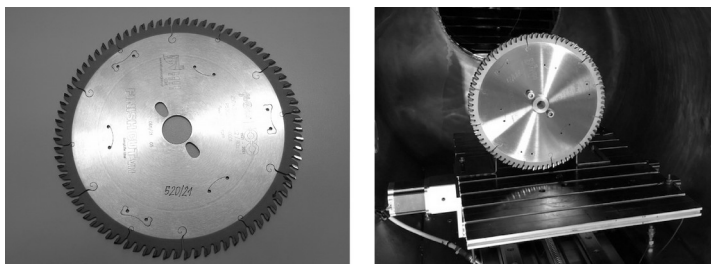
Rys. 14. Ustawienie wiertel węglkowych pod wiązką z uwzględnieniem kąta padania wiązki
Fig. 14. Setting the carbide drills under the beam, taking into account the angle of incidence of the beam



Rys. 15. Noże kształtowe w uchwycie
Fig. 15. Profile cutters in the tool holder

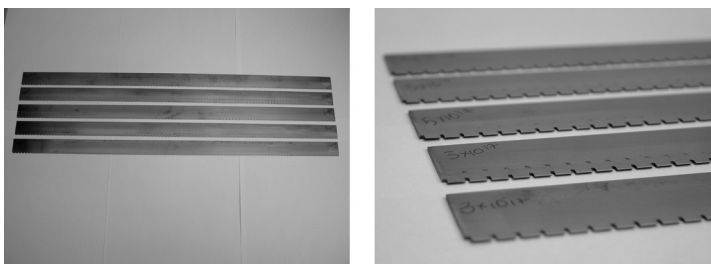


Rys. 16. Manipulatory obrotowe i planetarne
Fig. 16. Rotary and planetary manipulators



Rys. 17. Przykład piły tarczowej i jej zamocowania na manipulatorze obrotowym i stoliku XY
Fig. 17. Example of a circular saw and its mounting on a rotary manipulator and XY table

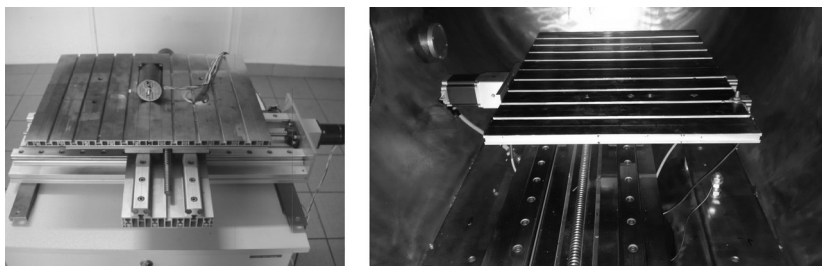
Podczas modyfikacji długich narzędzi, jak np. noży do perforacji papieru (Rys. 18), konieczny jest ich przesuw pod wiązką. Do tego celu można wykorzystać manipulator wózkowy (Rys. 19) lub stół XY (Rys. 20).



Rys. 18. Przykład noży do perforacji papieru
Fig. 18. Example of paper perforation knives



Rys. 19. Przykład manipulatora wózkowego
Fig. 19. Example of a trolley type manipulator



Rys. 20. Przykład stolika XY
Fig. 20. Example of XY table

Wnioski

Rozwój technik modyfikacji i ciągle poszerzanie obszaru ich zastosowań, wymusza na konstruktorach opracowywanie coraz to nowszych rozwiązań konstrukcyjnych, zapewniających prawidłowy przebieg procesu modyfikacji, większe wykorzystanie możliwości urządzeń do modyfikacji, przy coraz bardziej skomplikowanych formach narzędzi.

Kluczowym może być również posiadanie możliwości technicznych, tj. warsztatu, w którym prototypy uchwytów i manipulatorów mogą być wytwarzane i na bieżąco korygowane. Wydatnie wpłynie to na skrócenie czasu prototypowania i wykonywania oprzyrządowania.

Podziękowania

Składamy je wszystkim osobom i instytucjom, współpracującym z autorami, które na przestrzeni wielu lat dostarczyły narzędzi i osprzętu, którego fotografie mogły być wykorzystane w tym artykule w celach edukacyjnych.

Literatura

Anuntalabhochai, S., Chandej, R., Sanguansermisri, M., Ladpala, S., Cutler, R.W., Vilaithong, T., 2009. Ion-beam-induced gene transfer in *Saccharomyces cerevisiae*. Surface and Coatings Technology 203, 2521-2524. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2009.02.067

Atak, Ç., Alikamanoğlu, S., Açıık, L., Canbolat, Y., 2004. Induced of plastid mutations in soybean plant (*Glycine max* L. Merrill) with gamma radiation and determination with RAPD. Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis 556, 35-44. DOI: 10.1016/j.mrfmmm.2004.06.037

Barlak, M., Olesińska, W., Piekoszewski, J., Chmielewski, M., Jagielski, J., Kaliński, D., Werner, Z., Sartowska, B., 2005. Ion implantation as a pre-treatment method of AlN substrate for direct bonding with copper. Vacuum 78, 205-209. DOI: 10.1016/j.vacuum.2005.01.027

Barlak, M., Piekoszewski, J., Werner, Z., Pakieła, Z., Sartowska, B., Składnik-Sadowska, E., Waliś, L., Kierzek, J., Starosta, W., Kolitsch, A., Gröetzchel, R., Bocheńska, K., 2009.

The influence of distribution of titanium alloyed into carbon ceramics by the intense plasma pulses on their surface wettability with liquid copper. *Vacuum* 83 S81-S85. DOI: 10.1016/j.vacuum.2009.01.027

Barlak. M., Wilkowski, J., Werner, Z., 2019. Wybrane problemy modelowania głębokościowych profili pierwiastków, implantowanych do narzędzi wykorzystywanych w obróbce materiałów drzewnych. *Biuletyn Informacyjny OB-RPPD* 3-4, 118-134. DOI: 10.32086/biuletyn.2019.5

Barlak. M., Wilkowski, J., Werner, Z., 2020a. Modelowanie procesów multiimplantacji jonów azotu do narzędzi WC-Co wykorzystywanych w obróbce materiałów drzewnych. *Biuletyn Informacyjny OB-RPPD* 1-2, 56-67. DOI: 10.32086/biuletyn.2020.05

Barlak. M., Wilkowski, J., Werner, Z., Zagórski, J., Staszkiwicz, B., Szkarłat, F., 2020b. Wpływ implantacji CO₂ na okres trwałości narzędzi WC-Co wykorzystywanych w obróbce materiałów drzewnych. *Biuletyn Informacyjny OB-RPPD* 3-4, 178-187. DOI: 10.32086/biuletyn.2020.08

Bootkul, D., Chaiwai, C., Tippawan, U., Wanthanachaisaeng, B., Intarasiri, S., 2015. Analysis and modification of blue sapphires from Rwanda by ion beam techniques. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 365, 288-293. DOI: 10.1016/j.nimb.2015.07.029

Bootkul, D., Tengchaisri, T., Tippawan, U., Intarasiri, S., 2016. Analysis and modification of natural red spinel by ion beam techniques for jewelry applications. *Surface and Coatings Technology* 306, 211-217. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2016.05.084

Brown, I., Oks, E., 2005. Vacuum arc ion sources: recent developments and applications. *IEEE Transactions on Plasma Science* 33, 1931-1943. DOI: 10.1109/TPS.2005.860088

Cao, Y., Yao, J., Li, J., Chen, X., Wu, J., 2010. Breeding of high lipid producing strain of *Geotrichum robustum* by ion beam implantation. *Electronic Journal of Biotechnology* 13. DOI: 10.2225/vol13-issue6-fulltext-4

Chaiwong, C., Yu, L.D., Schinarakis, K., Vilaithong, T., 2005. Optical property modification of ruby and sapphire by N-ion implantation. *Surface and Coatings Technology* 196, 108-112. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2004.08.115

Chiang, W.C., Tseng, I.S., Møller, P., Hilbert, L.R., Tolker-Nielsen, T., Wu J.K., 2010. Influence of silver additions to type 316 stainless steels on bacterial inhibition, mechanical properties, and corrosion resistance. *Materials Chemistry and Physics* 119, 123-130. DOI: 10.1016/j.matchemphys.2009.08.035

Chodun, R., Nowakowska-Langier, K., Wicher, B., Kwiatkowski, R., Zaloga, D., Dypa, M., Zdunek, K., 2020. The state of coating-substrate interfacial region formed during TiO₂ coating deposition by Gas Injection Magnetron Sputtering technique. *Surface and Coatings Technology* 398, 126092. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2020.126092

Duan, H., Yu, Y., He, Y., Zhou, Y., Lu, L., 2013. Mutagenic effects of low energy ions on root tip cells of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Plant Omics* 6, 355-358.

Echeverrigaray, F.G., Echeverrigaray, S., Delamare, A.P.L., Wanke, C.H., Figueroa, C.A., Baumvol, I.J.R., Aguzzoli C., 2016. Antibacterial properties obtained by low-energy silver implantation in stainless steel surfaces. *Surface and Coatings Technology* 307, 345-351. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2016.09.005

Feng, H., Wu, L., Yu, L., Han, W., Liu, X., Yu Z., 2005. Mutagenic effect of a keV range N^+ beam on mammalian cells. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 234, 477-486. DOI: 10.1016/j.nimb.2005.03.005

Han, Y., Xu, L., Yang, P., Ren, S., 2013. Study on the Growth and the Photosynthetic Characteristics of low energy C^+ ion implantation on peanut. *PLoS ONE* 8, e68769. DOI: 10.1371/journal.pone.0068769

Intarasiri, S., Bootkul, D., Yu, L.D., Kamwanna, T., Singkarat, S., Vilaithong, T., 2009. Gemological modification of local natural gemstones by ion beams. *Surface and Coatings Technology* 203, 2788-2792. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2009.02.122

Intarasiri, S., Wijaikhum, A., Bootkul, D., Suwannakachorn, D., Tippawan, U., Yu, L.D., Singkarat, S., 2014. Development of vertical compact ion implanter for gemstones applications. *Applied Surface Science* 310, 94-99. DOI: 10.1016/j.apsusc.2014.03.060

Intarasiri, S., Bootkul, D., Tippawan, U., Songsiriritthigul, P., 2016. Color improvement of rubies by ion beam technique. *Surface and Coatings Technology* 306, 205-210. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2016.05.083

Jin, G., Cao, H., Qiao, Y., Meng, F., Zhu, H., Liu X., 2014a. Osteogenic activity and antibacterial effect of zinc ion implanted titanium. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 117, 158-165. DOI: 10.1016/j.colsurfb.2014.02.025

Jin, G., Qin, H., Cao H., Qian, S., Zhao, Y., Peng, X., Zhang, X., Liu, X., Chu, P.K., 2014b. Synergistic effects of dual Zn/Ag ion implantation in osteogenic activity and antibacterial ability of titanium. *Biomaterials* 35, 7699-7713. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2014.05.074

Kamiński, M., Budzyński, P., 2017. Implantacja jonowa jako sposób konstituowania warstwy wierzchniej podzespołów silników spalinowych. *Autobusy* 12, 937-940.

Karimi, M.V., Sinha, S.K., Kothari, D.C., Khanna, A.K., Tyagi, A.K., 2002. Effect of ion implantation on corrosion resistance and high temperature oxidation resistance of Ti deposited 316 stainless steel. *Surface and Coatings Technology* 158-159, 609-614.

Kitahara, N., Sato, T., Isogawa, H., Ohgoe, Y., Masuko, S., Shizuku, F., Hirakuri K.K., 2010: Antibacterial property of DLC film coated on textile material. *Diamond and Related Materials* 19, 690-694. DOI: 10.1016/j.diamond.2010.03.013

Krasaechai, A., Yu, L.D., Sirisawad, T., Phornsawatchai, T., Bundithya, W., Taya, U., Anuntlabhocha, S., Vilaithong, T., 2009. Low-energy ion beam modification of horticultural plants for induction of mutation. *Surface and Coatings Technology* 203, 2525-2530. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2009.02.068

Krivososienko, A.W., Nikolaev, A.G., Li, S., 2001. Технические описание и инструкция по эксплуатации ионного источника "Титан-3" (Technical descriptions and operating instructions of the ion source "Titan-3"), Российская Академия Наук - Институт Сильноточной Электроники, Tomsk, in Russian.

Larson, L.A., Williams, J.M., 2011. Ion implantation for semiconductor doping and materials modification. 4, 11-40. DOI: 10.1142/S1793626811000616

Macdougall, J.D., Manchester, K.E., Roughan, P.E., 1969. High value implanted resistors for microcircuits. Proceedings of the IEEE 57, 1538-1542. DOI: 10.1109/PROC.1969.7333

Mahadthanapuk, S., Yu, L.D., Cutler, R., Vilaithong, T., Anuntalabhochai, S., 2007. Mutation of *Bacillus licheniformis* using low-energy ion beam bombardment. Surface and Coatings Technology 201, 8029-8033. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2006.08.148

Mahadthanapuk, S., Sanguansermisri, M., Yu, L.D., Vilaithong, T., Anuntalabhochai, S., 2009. Cloning of antifungal gene from *Bacillus licheniformis* by application of low energy ion beam bombardment. Surface and Coatings Technology 203, 2546-2549. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2009.02.072

Mahadthanapuk, S., Teraarusiri, W., Phanchaisri, B., Yu, L.D., Anuntalabhochai, S., 2013. Breeding for blast-disease-resistant and high-yield Thai jasmine rice (*Oryza sativa* L. cv. KDML 105) mutants using low-energy ion beams. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms 307, 229-234. DOI: 10.1016/j.nimb.2013.01.088

Marques, C., Falcão A., da Silva, R.C., Alves, E., 2000. Annealing behaviour of natural topaz implanted with W and Cr ions. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms 166-167, 204-208. DOI: 10.1016/S0168-583X(99)00655-2

Marques, C., Falcão A., da Silva, R.C., Alves, E., 2002. Structural and optical characterization of topaz implanted with Fe and Co. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms 191, 312-316. DOI: 10.1016/S0168-583X(02)00582-7

Maćzka, D., 1994. Separacja izotopów i implantacja jonowa w Zakładzie Fizyki Jonów i Implantacji IF UMCS. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin - Polonia 49, 173-190.

Nikolaev, A.G., Savkin, K.P., Yushkov, G.Y., Oks, E.M., Oztarhan, A., Akpet, A., Kocabas, E.H., Urkac, E.S., Cireli, I., 2010. Modification of the textile materials by vacuum arc ion source implantation. Proceedings of the 10th International Conference on Modification of Materials with Particle Beams and Plasma Flows (10th CMM) 401-404.

A.G., Nikolaev, G.Y., Yushkov, E.M., Oks, A., Oztarhan, A., Akpek, E., Hames-Kocabas, E.S., Urkac, I.G., Brown, 2014. Modification of anti-bacterial surface properties of textile polymers by vacuum arc ion source implantation. Applied Surface Science 310, 51-55. DOI: 10.1016/j.apsusc.2014.04.002

Nowakowska-Langier, K., Chodun, R., Minikayev, R., Okrasa, S., Strzelecki, G.W., Wicher, B., Zdunek, K., 2018. Phase composition of copper nitride coatings examined by the use of X-ray diffraction and Raman spectroscopy. *Journal of Molecular Structure* 1165, 79-83. DOI: 10.1016/j.molstruc.2018.03.107

Norarat, R., Semsang, N., Anuntalabhochai, S., Yu L.D., 2009. Very low-energy and low-fluence ion beam bombardment of naked plasmid DNA. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 267, Pages 1650-1653. DOI: 10.1016/j.nimb.2009.01.095

Öztarhan, A., Brown, I., Bakkaloglu, C., Watt, G., Evans, P., Oks, E., Nikolaev, A., Tek Z., 2005. Metal vapour vacuum arc ion implantation facility in Turkey. *Surface and Coatings Technology* 196, 327-332. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2004.08.178

Öktem, T., Özdoğan, E., Namligöz, S.E., Öztarhan, A., Tek, Z., Tarakçıoglu, I., Karaaslan A., 2016. Investigating the applicability of metal ion implantation technique (MEVVA) to textile surfaces. *Textile Research Journal* 76, 32-40. DOI: 10.1177/0040517506059708

Phanchaisri, B., Chandet, R., Yu, L.D., Vilaithong, T., Jamjod, S., Anuntalabhochai, S., 2007. Low-energy ion beam-induced mutation in Thai jasmine rice (*Oryza sativa* L. cv. KDML 105). *Surface and Coatings Technology* 201, 8024-8028. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2006.02.057

Pyszniak, K., 2015. Wykorzystanie zjawisk towarzyszących bombardowaniu jonowemu w diagnostyce procesu implantacji, Rozprawa doktorska, Narodowe Centrum Badań Jądrowych Świerk, Otwock

Rao, K.S., Sahoo, R.K., Dash, T., Magudapathy, P., Panigrahi, B.K., Nayak, B.B., Mishra, B.K., 2016. N and Cr ion implantation of natural ruby surfaces and their characterization. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 373, Pages 70-75. DOI: 10.1016/j.nimb.2016.03.017

Rodríguez, R.J., Medrano, A., Rico, M., Sánchez, R., Martínez, R., García J.A., 2002. Niche sectors for economically competitive ion implantation treatments. *Surface and Coatings Technology* 158-159, 48-53. DOI: 10.1016/S0257-8972(02)00211-6

Rosiński, W., 1995. Zastosowanie implantacji jonów do modyfikacji właściwości technicznej warstwy wierzchniej metali. *Materiały Elektroniczne* 23, 5-23.

Rubin, L., Poate, J., 2003. Ion implantation in silicon technology. *The Industrial Physicist*, June/July, 12-15.

Song, M., Wu, Y., Zhang, Y., Liu, B.M., Jiang, J.Y., Xu, X., Yu Z.L., 2007. Mutation of rice (*Oryza sativa* L.) LOX-1/2 near-isogenic lines with ion beam implantation and study of their storability. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 265, 495-500. DOI: 10.1016/j.nimb.2007.09.035

Shockley W., 1954. Semiconductor translating device. US2666814A patent.

Shockley W., 1957. Forming of semiconductor devices by ionic bombardment. US2787564A patent.

Shypylenko, A., Pshyk, A.V., Grześkowiak, B., Medjanik, K., Peplinska, B., Oyoshi, K., Pogrebnjak, A., Jurga, S., Coy E., 2016. Effect of ion implantation on the physical and mechanical properties of Ti-Si-N multifunctional coatings for biomedical applications. *Materials & Design* 110, 821-829. DOI: 10.1016/j.matdes.2016.08.050

Tippawan, U., Chulapakorn, T., Bootkul, D. Pangkason, C., Intarasiri, S., 2016. Investigation on modification of ion implanted natural corundum by UV-Vis-NIR spectroscopy. *Surface and Coatings Technology* 306, 358-363. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2016.08.028

Urkac, E.S., Oztarhan, A., Tihminioglu, F., Kaya, N., Ila, D., Muntele, C., Budak, S., Oks, E., Nikolaev, A., Ezdesir, A., Tek Z., 2007. Thermal characterization of Ag and Ag + N ion implanted ultra-high molecular weight polyethylene (UHMWPE). *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 261, 699-703. DOI: 10.1016/j.nimb.2007.04.102

Vilaithong, T., Yu, L.D., Apavatjirut, P., Phanchaisri, B., Sangyuenyongpipat, S., Anuntalabhochai, S., Brown I.G., 2004. Heavy ion induced DNA transfer in biological cells. *Radiation Physics and Chemistry* 71, 927-935. DOI: 10.1016/j.radphyschem.2004.04.136

Werner, Z., Barlak, M., Ratajczak, R., Konarski, P., Markov, A.M., Heller, R., 2016. Electron-beam pulse annealed Ti-implanted GaP. *Journal of Applied Physics* 120, 085103. DOI: 10.1063/1.4961518

Wilkowski, J., Barlak, M., Böttger, R., Werner, Z., 2019. Wpływ separacji jonów azotu w procesie implantacji warstwy wierzchniej ostrzy WC-Co na ich trwałość podczas frezowania płyty wiórowej. *Biuletyn Informacyjny OB-RPPD* 3-4, 135-147. DOI: 10.32086/biuletyn.2019.6

Wilkowski, J., Barlak, M., 2021. Wpływ chropowatości powierzchni narzędzi WC-Co do obróbki materiałów drzewnych na modelowane parametry głębokościowych profili implantowanego azotu. *Biuletyn Informacyjny OB-RPPD* 3-4, 157-169. DOI: 10.32086/biuletyn.2021.08

Wu, Y., Zhang, Y., Yu, W., Song, M., Yu, Z.L., 2005. The progress of the research and application of ion implantation biotechnology in China. *Solid State Phenomena* 107, 37-42. DOI: 10.4028/www.scientific.net/SSP.107.37

Xu, G., Wang, X., Gan, C., Fang, Y., Zhang, M., 2012a. Biological effects of low energy nitrogen ion implantation on *Jatropha curcas* L. seed germination. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 287, 76-84. DOI: 10.1016/j.nimb.2012.05.038

Xu, J., Ding, G., Li, J., Yang, S., Fang, B., Sun, H., Zhou Y., 2010. Zinc-ion implanted and deposited titanium surfaces reduce adhesion of *Streptococcus mutans*. *Applied Surface Science* 256, 7540-7544. DOI: 10.1016/j.apsusc.2010.06.002

Xu, L., Yang, P.L., Han, Y.G., Zhang T., Ren S.M., 2009. The biological effects of low energy C⁺ ion implantation on peanu. *Proceedings of the 2009 International Conference on Engineering Computation* 265-268. DOI: 10.1109/ICEC.2009.72

Xu, X., Liu, B., Zhang, L., Wub, Y., 2012b. Mutagenic effects of heavy ion irradiation on rice seeds. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms 290, 19-25. DOI: 10.1016/j.nimb.2012.08.028

Yu, L.D., Wongkham, W., Prakrajang, K., Sangwijit, K., Inthanon, K., Thongkumkoonb, P., Wanichapichart, P., Anuntalabhochai S., 2013. Nano-ranged low-energy ion-beam-induced DNA transfer in biological cells. Applied Surface Science 275, 136-141. DOI: 10.1016/j.apsusc.2013.01.066

Yu, Z., 2007. Study on the interaction of low-energy ions with organisms. Surface and Coatings Technology 201, 8006-8013. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2006.09.316

Zhao S.P., Huang Q., Liang Q., Zhang S., Jiao Z., Huang W.Z., 2013. Biological effects of low energy N⁺ beams implantation on calluses of autotetraploid rice. Journal of Integrative Agriculture 12, 2045-2055. DOI: 10.1016/S2095-3119(13)60331-7

Źródła internetowe

Doolittle, A., Lecture 3 Diffusion Reading: Chapter 3. <https://alan.ece.gatech.edu> > ECE6450 > Lectures (dostęp 20.05.2022)

Doolittle, A., Lecture 5 Ion Implantation Reading: Chapter 5. <https://alan.ece.gatech.edu> > ECE6450 > Lectures (dostęp 20.05.2022)

Ermel, V., Frey, H., Kurrat, M., Lehmann, K.H., Mayr, M., Thomas H., 2006. Conductivity of ion implanted textile. https://www.academia.edu/29232413/Conductivity_of_Ion_Implanted_Textile (dostęp 20.05.2022)

John Macdougall. Ion implantation. <https://www.invent.org/inductees/john-macdougall> (dostęp 20.05.2022)

Palmer, R.B., SEMI oral history interview. <https://www.semi.org/ko/Oral-History-Interview-Robert-Palmer> (dostęp 20.05.2022)

What is ion implantation? <https://blog.bodycote.com/2017/08/02/what-is-ion-implantation/> (dostęp 20.05.2022)

Madhusa, Difference between ion implantation and diffusion. <https://pediaa.com/difference-between-ion-implantation-and-diffusion/> (dostęp 20.05.2022)

Shirwaiker R., 2015. Silver shines as antibacterial for medical implants. <https://phys.org/news/2015-03-silver-antibacterial-medical-implants.html> (dostęp 20.05.2022)

SRIM. Interactions of ions with matter, <http://www.srim.org/> (dostęp 20.05.2022)

SRIM. <http://www.srim.org/> (dostęp 20.05.2022)

Artykuł recenzowany / Reviewed paper

Zgłoszony / Submitted: 28.06.2022

Opublikowany online / Published online: 30.06.2022

STATYSTYKA

Produkcja i handel płyt drewnopochodnych na świecie w latach 2000-2020 na podstawie danych FAOSTAT

W poprzednim numerze BI 3-4/2021 przedstawiono dane statystyczne FAOSTAT dotyczące wielkości produkcji, importu, eksportu, obliczonej konsumpcji (produkcja+import-eksport) oraz dynamiki wzrostu produkcji z ostatnich dwóch dekad 2000-2020 dla płyt drewnopochodnych: MDF/HDF, HB, pozostałych płyt pilśniowych (oFB). Zamieszczone dane obejmowały dane dla całego świata z podziałem na kontynenty oraz kraje wiodące z podziałem czasowym, co pięć lat oraz porównanie roku 2019 do roku 2020.

W obecnym numerze znajdują się analogiczne dane statystyczne płyt wiórowych (PB) płyt OSB oraz sklejk.

Tabela 1. Produkcja, eksport, import płyt drewnopochodnych na świecie w latach 2000-2020 (tys. m³)*

Rodzaj płyt	Rok	Produkcja	Import	Eksport	Konsumpcja	Dynamika
PB	2000	64.252	12.920	14.169	63.003	
	2005	74.593	17.438	18.335	73.696	16%
	2010	77.147	15.798	16.445	76.500	3%
	2015	87.257	19.810	19.788	87.279	13%
	2019	100.740	22.761	23.399	100.102	15%
	2020	96.011	22.043	21.970	96.084	-5%
OSB	2000	21.338	8.139	8.108	21.369	
	2005	28.536	11.741	11.273	29.004	34%
	2010	19.036	5.993	6.029	19.000	-33%
	2015	26.990	9.077	9.247	26.820	42%
	2019	34.420	10.917	11.198	34.139	28%
	2020	35.922	11.127	11.483	35.566	4%
Plywood	2000	58.432	18.924	17.684	59.672	
	2005	86.840	24.645	25.799	85.686	49%
	2010	100.586	22.326	23.713	99.199	16%
	2015	111.773	26.516	27.444	110.845	11%
	2019	116.076	30.034	30.112	115.998	4%
	2020	118.411	26.834	28.224	117.021	2%

Objaśnienia do danych w Tabelach od 1-11 bez oznaczenia dane oficjalne:

* Dane zagregowane, mogą obejmować dane oficjalne, półoficjalne, szacunkowe lub obliczone.

** Dane nieoficjalne.

*** Dane szacowane FAO.

**** Dane z poprzedniego roku.

Płyty PB na świecie

Z danych statystycznych FAOSTAT wynika, że wielkość produkcji płyt wiórowych na świecie w latach 2000-2019 intensywnie wzrastała z 64 do 101 mln m³. W 2020 r. nastąpił

5% spadek wielkości produkcji, czyli o ok. 4,7 mln m³ w stosunku do danych z 2019 r. (Tabela 1).

Tabela 2. Produkcja, eksport, import PB na kontynentach 2000-2020 r. (tys. m³)*

Kontynent	Rok	Produkcja	Import	Eksport	Konsumpcja	Dynamika
Europa	2000	38.850	8.350	10.671	36.529	
	2005	43.734	11.097	13.739	41.092	13%
	2010	41.365	10.212	12.672	38.905	-5%
	2015	42.142	11.812	14.685	39.269	2%
	2019	43.377	13.172	16.198	40.351	3%
	2020	40.486	11.997	15.369	37.114	-7%
Azja	2000	8.396	2.256	1.280	9.372	
	2005	15.330	3.677	2.370	16.637	83%
	2010	21.876	3.959	2.784	23.051	43%
	2015	32.016	4.943	3.235	33.724	46%
	2019	43.298	5.866	4.728	44.436	35%
	2020	42.040	5.844	4.236	43.648	-3%
Ameryka Północna	2000	11.773	1.912	1.582	6.759	-72%
	2005	9.876	1.751	1.413	10.214	-16%
	2010	7.219	889	440	7.668	-27%
	2015	6.023	1.798	1.062	6.759	-17%
	2019	6.065	1.894	1.271	6.688	1%
	2020	5.551	1.954	1.121	6.384	-8%
Ameryka Południowa	2000	2.928	98	318	4.254	
	2005	3.317	243	474	3.086	13%
	2010	4.352	342	366	4.328	31%
	2015	4.201	601	548	4.254	-3%
	2019	4.766	815	854	4.727	13%
	2020	4.717	838	989	4.566	-1%
Australia	2000	1.190	13	126	1.077	
	2005	1.182	77	132	1.127	-1%
	2010	1.070	59	72	1.057	-9%
	2015	1.104	79	85	1.098	3%
	2019	1.104	125	87	1.142	0%
	2020	1.109	74	62	1.121	0%
Afryka	2000	460	83	17	526	
	2005	586	233	46	773	27%
	2010	583	257	51	789	-1%
	2015	902	339	153	1.088	55%
	2019	1.262	652	219	1.695	40%
	2020	1.261	624	157	1.728	0%

W 2000 r. wiodącym producentem płyt wiórowych była Europa z wielkością produkcji 38,8 mln m³. W Europie w latach 2000-2005 wielkość produkcji wzrosła z ok. 38,8 mln m³ do 43,7 mln m³, następnie w 2010 r. spadła, o 5% czyli 2,4 mln m³, po czym wzrastała do 43,4 mln m³ w 2019 r. Europa przez ostatnie dekady była największym importem

i eksporterem płyt wiórowych na świecie. Do 2019 r. wzrastał zarówno import z ok. 8,3 mln m³ w 2000 r. do 13,2 mln m³ w 2019 r., jak i eksport z ok. 10,7 mln m³ w 2000 r. do 16,2 mln m³ w 2019 r. W przypadku płyt wiórowych rok 2020 w Europie był rokiem spadków, o 7% zmniejszyła się wielkość produkcji spadła o ok. 2,9 mln m³, nastąpił również spadek importu o ok. 1,2 mln m³ jak i eksportu o ok. 0,8 mln m³.

Drugim wiodącym producentem płyt wiórowych wśród kontynentów w była Azja. W latach 2000-2019 w Azji nastąpił szybki wzrost wielkości produkcji z ok. 8,4 mln m³ do 43,3 mln m³. Jednocześnie w tym samym czasie wzrastał również import z 2,3 do 5,9 mln m³ oraz eksport z 1,3 do 4,7 mln m³. W 2020 r. w Azji wielkość produkcji spadła ok. 1,3 mln m³, import utrzymał się na podobnym poziomie, a eksport spadł o ok. 0,5 mln m³.

W latach 2000-2015, w Ameryce Północnej wielkości produkcji płyt wiórowych zmalała z ok. 11,8 mln m³ do ok. 6 mln m³, następnie wielkość ta utrzymywała się na takim poziomie do 2019 r. W latach 2000-2010 nastąpił spadek zarówno importu z ok. 1,9 mln m³ do 0,9 mln m³, jak i eksportu z 1,6 do 0,4 mln m³. Następnie po 2010 r. sytuacja się odwróciła i nastąpił wzrost importu do 1,9 mln m³ oraz eksport do 1,3 mln m³ w 2019 r. W 2020 r. wielkość produkcji spadła o ok. 0,5 mln m³, import wzrósł o ok. 0,1 mln m³ a eksport spadł o ok. 0,1 mln m³.

W Ameryce Południowej w latach 2000-2019 wielkość produkcji płyt wiórowych wzrastała z ok. 2,9 mln m³ do 4,8 mln m³. Import i eksport w tych latach miał również tendencję wzrostową import wzrósł z 0,1 do 0,8 mln m³, eksport z ok. 0,3 mln m³ do 0,9 mln m³. W 2020 r. w Ameryce Południowej dane zmieniły się nieznacznie porównaniu do 2019 r., wielkości produkcji spadła (o ok. 50 tys. m³) import wzrósł (o ok. 20 tys. m³), a eksport zmniejszył się (o ok. 50 tys. m³).

Niewielki wpływ na gospodarkę płytami wiórowymi na świecie miała Oceania oraz Afryka.

W Oceanii wielkość produkcji w ostatnich dekadach była stabilna na poziomie 1,1 mln m³. Import i eksport były niewielkie utrzymywały się na poziomie ok. 0,1 mln m³.

W Afryce wielkości produkcji są również niewielkie jednak wskazują na tendencje wzrostową z 0,5 mln m³ w 2000 do 1,3 mln m³ w 2019. W tym samym czasie wzrastał również import z 0,1 do 0,7 mln m³ oraz eksport z wartości marginalnych do 0,2 mln m³. Dane za 2020 r. dla obu kontynentów, mają podobne wielkości produkcji, importu i eksportu jak w 2019 r.

Najwięksi producenci PB na świecie

Tabela 3. Produkcja, eksport, import PB w wybranych krajach (najwięksi producenci w 2020 r) 2000-2020 r. (tys. m³)

Kraj	Rok	Produkcja	Import	Eksport	Konsumpcja	Dynamika
Chiny*	2000	2.951	814	150	3.615	
	2005	5.844	851	116	6.579	98%
	2010	12.575	763	138	13.200	115%
	2015	20.383	622	198	20.807	62%
	2019	30.583	935	257	31.261	50%
	2020	29.515	1.295	250	30.560	-3%
Rosja**	2000	2.335	229	135	2.429	
	2005	3.930	538	240	4.228	68%
	2010	5.429	231	562	5.098	38%
	2015	6.591	253	1.257	5.587	21%
	2019	7.151	239	1.983	5.407	8%
	2020	6.731	299	1.739	5.291	-6%
Niemcy**	2000	10.012	1.284	2.050	9.246	
	2005	9.808	1.447	2.746	8.509	-2%
	2010	6.500	1.846	1.887	6.459	-34%
	2015	5.531	2.258	1.756	6.033	-15%
	2019	5.715	1.995	1.824	5.886	3%
	2020	5.556	1.903	1.670	5.789	-3%
Polska**	2000	2.681	304	324	2.661	
	2005	3.360	785	668	3.477	25%
	2010	4.214	892	338	4.768	25%
	2015	4.410	1.392	454	5.348	5%
	2019	5.650	1.748	534	6.864	28%
	2020	5.270	1.266	672	5.864	-7%
Turcja**	2000	1.884	106	18	1.972	
	2005	2.890	172	278	2.784	53%
	2010	3.060	206	260	3.006	6%
	2015	4.361	63	407	4.017	43%
	2019	4.355	49	855	3.549	0%
	2020	4.075	29	870	3.234	-6%
USA**	2000	9.256	1.532	470	10.318	
	2005	7.236	1.374	353	8.257	-22%
	2010	5.485	768	97	6.156	-24%
	2015	4.301	1.036	145	5.192	-22%
	2019	4.346	1.429	380	5.395	1%
	2020	4.136	1.462	361	5.237	-5%
Brazylia	2000	1.762	15	**46	1.731	
	2005	2.049	83	**54	2.078	16%
	2010	3.018	19	25	3.012	47%
	2015	**2.700	1	106	2.595	-11%
	2019	**3.348	**2	**414	2.936	24%
	2020	***3.348	1**1	**508	2.851	0%

Na świecie największym producentem oraz konsumentem płyt wiórowych w 2020 r. były Chiny. W latach 2000-2019 wielkość produkcji gwałtownie wzrastała zwiększając swoją wielkość dziesięciokrotnie z ok. 3 mln m³ do 30,6 mln m³, podobnie wzrastała konsumpcja z 3,6 do 31,3 mln m³. Import w analizowanych latach wahał się w przedziale 0,6-0,9 mln m³, eksport był niewielki 0,1-0,2 mln m³. W 2020 r. nastąpił spadek wielkości produkcji o 3%, o ok. 0,9 mln m³ w porównaniu do 2019 r., import wzrósł ok. 0,4 mln m³, eksport utrzymał się na podobnym poziomie.

Na drugim miejscu w 2020 r. była Rosja. Wielkość produkcji płyt wiórowych w latach 2000-2019 wzrastała z ok. 2,3 do ok. 7,2 mln m³, import był niewielki wahał się w przedziale 0,2-0,5 mln m³. Wraz z wzrostem wielkości produkcji wzrastała konsumpcja oraz eksport początkowo niewielki ok. 0,1 mln m³ wzrósł do ok. 2 mln m³ w 2019 r. W 2020 r. nastąpił spadek wielkości produkcji o 6%, o ok. 0,4 mln m³ w porównaniu do 2019 r., import wzrósł nieznacznie, eksport spadł o ok. 0,2 mln m³.

Na trzecim miejscu w 2020 r. znajdowały się Niemcy. W latach 2000-2015 wielkość produkcji spadała z 10 do 5,5 mln m³. Import wzrastał z 1,3 do 2,3 mln m³, eksport wahał się w przedziale 1,8-2,7 mln m³. W 2019 r. wielkość produkcji wzrosła, o ok. 0,2 mln m³, import natomiast spadł o ok. 0,3 mln m³, eksport utrzymał się na poziomie 1,8 mln m³. W 2020 r. wielkość produkcji spadła o ok. 3% ok. 0,2 mln m³ w porównaniu do 2019 r., import i eksport również spadły o ok. 0,1 mln m³.

Na kolejnym miejscu znajdowała się Polska. Z danych wynika, że od 2000 do 2019 wielkość produkcji płyt wiórowych wzrosła ponad dwukrotnie z 2,7 do 5,7 mln m³. Równocześnie wzrastał import z 0,3 do 1,7 mln m³, eksport natomiast wahał się w przedziale 0,3-0,7 mln m³. W 2020 r. wielkość produkcji spadła, o 7% czyli ok. 0,4 mln m³, w stosunku do 2019 r., rosnący do tej pory import również spadł o ok. 0,5 mln m³.

Wysoką produkcję płyt wiórowych miała również w analizowanych latach Turcja. Wielkość produkcji wzrosła znacząco z 1,9 do 4,4 mln m³, a wraz nią również eksport z wartości marginalnych do 0,9 mln m³. Import natomiast był niewielki. W porównaniu do 2019 r. w 2020 r. import i eksport nie zmienił się znacząco, wielkość produkcji spadła o 6%, o ok. 0,3 mln m³.

W USA w latach 2000-2015 wielkość produkcji zmniejszyła się z poziomu 9,3 do 4,3 mln m³. W analizowanym okresie spadł również import z 1,5 do 1 mln m³, jak i eksport z 0,5 do 0,1 mln m³. W 2019 r. wielkość produkcji była podobna do tej z 2015 r., wzrosły natomiast import o ok. 0,4 mln m³ i eksport o ok. 0,2 mln m³. W 2020 r. wielkość produkcji spadła o ok. 0,2 mln m³ w porównaniu z rokiem 2019, import i eksport utrzymał się na podobnym poziomie.

W Brazylii przez lata 2000-2019 utrzymywała się tendencja wzrostowa wielkości produkcji z 1,8 do 3,3 mln m³. Import był marginalny, eksport wzrósł z ok. 0,1 do 0,4 mln m³. Dane dotyczące wielkości produkcji za 2020 r. są nieoficjalne i mają takie same wartości jak w 2019 r., w tym samym czasie eksport wzrósł o ok. 0,1 mln m³.

Płyty OSB na świecie

Z danych statystycznych FAOSTAT dla produkcji płyt OSB dla całego świata wynika, że wielkość produkcji w latach 2000-2019 była zróżnicowana. W 2020 r. wielkość produkcji wzrosła o ok. 1,5 mln m³ i wynosiła prawie 36 mln m³.

Tabela 4. Produkcja, eksport, import OSB na kontynentach w 2000-2020 r. (tys. m³)*

Kontynent	Rok	Produkcja	Import	Eksport	Konsumpcja	Dynamika
Ameryka Północna	2000	19.753	6.865	7.091	19.527	
	2005	24.812	9.472	8.926	25.358	26%
	2010	13.538	2.586	2.972	13.152	-45%
	2015	18.829	4.667	5.025	18.471	39%
	2019	21.066	5.568	5.887	20.747	12%
	2020	21.204	5.188	5.445	20.947	1%
Europa	2000	1.585	945	1.003	1.527	
	2005	3.347	1.756	2.124	2.979	111%
	2010	4.924	2.584	2.959	4.549	47%
	2015	7.292	3.293	4.049	6.536	48%
	2019	9.435	3.885	4.983	8.337	29%
	2020	10.118	4.440	5.608	8.950	7%
Azja	2000	0	328	14	314	
	2005	0	504	10	494	
	2010	190	643	33	800	
	2015	375	902	71	1.206	97%
	2019	3.385	1.108	104	4.389	803%
	2020	3.935	1.215	187	4.963	16%
Ameryka Południowa	2000	0	-	-	-	
	2005	377	1		378	
	2010	386	63	64	385	2%
	2015	494	118	96	516	28%
	2019	535	211	218	528	8%
	2020	666	181	237	610	24%
Oceania	2000	-	-	-	0	
	2005	-	-	-	0	
	2010	-	-	-	0	
	2015	0	25	1	24	
	2019	0	45	-	45	
	2020	-	-	-	0	
Afryka	2000	-	1	-	1	
	2005	-	4	-	4	
	2010	0	6	0	6	
	2015	0	10	1	9	
	2019	0	13	1	12	
	2020	0	13	1	12	

Największą wielkość produkcji płyt OSB wśród kontynentów miała Ameryka Północna. W ostatnich dwóch dekadach wielkość produkcji była bardzo zróżnicowana, początkowo

wzrastała z 19,7 mln m³ w 2000 do 24,8 mln m³ w 2005 r., następnie spadła do 13,5 mln m³ w 2010 r. W latach 2010-2019 ponownie wzrosła do 21 mln m³. Wielkości importu i eksportu były wysokie i zbliżone do siebie (Tabela 4), dlatego konsumpcja była podobna do wielkości produkcji. Z danych wynika, że w latach 2000-2019 Ameryka Północna była największym importerem i eksporterem płyt OSB wśród kontynentów, należy jednak wziąć pod uwagę, że dane uwzględniają również import i eksport pomiędzy państwami wewnątrz kontynentu. W 2020 r. wielkość produkcji wzrosła, o 1% czyli ok. 0,2 mln m³, import i eksport natomiast spadły o ok. 0,4 mln m³.

W Europie w analizowanym okresie wielkość produkcji cały czas wzrastała intensywnie z ok. 1,6 mln m³ w 2000 r. do 10,2 mln m³ w 2020 r. Równocześnie wzrastał też import ok. 0,9 mln m³ do 4,4 mln m³ oraz eksport ok. 1 mln m³ do 5,6 mln m³. W 2020 r. podobnie jak w poprzednich latach konsumpcja powiększyła się o ok. 0,4 mln m³, co oznacza, że zapotrzebowanie na OSB w Europie wciąż wzrasta.

Z danych FAOSTAT wynika, że w Azji produkcja płyt OSB rozpoczęła się dopiero w 2010 r. W latach 2015-2019 wielkość produkcji wzrosła prawie dziesięciokrotnie z ok. 0,4 do 3,4 mln m³. W latach 2000-2019 wzrastał również import z 0,3 do 1,1 mln m³, eksport miał również tendencję wzrostową, ale był niewielki ok. 0,1 mln m³ w 2019 r. W 2020 r. wielkość produkcji wzrosła o 16% ok. 0,5 mln m³, import i eksport również wzrosły o ok. 0,1 mln m³.

W Ameryce Południowej produkcja płyt OSB rozpoczęła się po 2000 r., jej wielkość wzrastała do ok. 0,5 mln m³ w 2019 r. W tym samym czasie import i eksport był niewielki i bardzo wyrównany, co może świadczyć o handlu wewnątrz kontynentu. W 2020 r. wielkość produkcji nadal wzrastała o ok. 0,1 mln m³ w stosunku do 2019 r., import spadł (ok. 30 tys. m³), a eksport wzrósł (ok. 20 tys. m³).

W Oceanii i Afryce w ostatnich dwóch dekadach nie produkowano płyt OSB. Handel był również marginalny. W 2020 r. w gospodarce płytami OSB w Afryce i Oceanii nie nastąpiły zmiany.

Najwięksi producenci płyt OSB na świecie

W ostatnich dekadach największym producentem i importerem płyt OSB były USA. W latach 2000-2005 wielkość produkcji wzrosła z ok. 11,9 mln m³ do 15 mln m³, następnie do 2010 r. spadła, o 39% czyli 5,9 mln m³, po czym wzrastała do 13,4 mln m³ w 2019 r. Import podobnie jak wielkość produkcji wzrastał w latach 2000-2005 z 6,8 do 9,3 mln m³, następnie spadł do 2,5 mln m³ w 2010 r., po czym wzrastał do 5,4 mln m³ w 2019 r. Eksport był niewielki ok. 0,2 mln m³ w 2000 r. do 11,3 mln m³. W porównaniu do 2019 r. w 2020 r. wielkość produkcji wzrosła o ok. 0,3 mln m³, spadła wielkości importu o ok. 0,4 mln m³, eksport utrzymał się na podobnym poziomie.

Tabela 5. Produkcja, eksport, import płyt OSB w wybranych krajach (najwięksi producenci) w 2000-2020 r. (tys. m³)

Kraj	Rok	Produkcja	Import	Eksport	Konsumpcja	Dynamika
USA	2000	11.906	6.754	159	18.501	
	2005	14.985	9.342	150	24.177	26%
	2010	9.115	2.464	241	11.338	-39%
	2015	11.755	4.484	235	16.004	29%
	2019	13.435	***5.419	189	18.665	14%
	2020	13.713	5.066	195	18.584	2%
Kanada	2000	7.847	111	6.932	1.026	-43%
	2005	9.827	130	8.776	1.181	25%
	2010	4.423	**122	**2.731	1.814	-55%
	2015	7.074	183	4.790	2.467	60%
	2019	7.631	149	5.698	2.082	8%
	2020	7.491	123	5.251	2.363	-2%
Chiny*	2000	0			0	
	2005	0	57	3	54	
	2010	150	90	29	211	
	2015	300	201	66	435	100%
	2019	3.310	275	97	3.488	1003%
	2020	3.860	275	97	4.038	17%
Rosja	2000	0	1	0	1	
	2005	0	35	1	34	
	2010	0	298	**20	278	
	2015	***618	***372	***40	950	
	2019	***1.377	***246	***279	1.344	123%
	2020	***1.626	351	***362	1.615	18%
Rumunia	2000	0	8	11	-3	
	2005	0	43	15	28	
	2010	500	68	159	409	
	2015	1.437	40	838	639	187%
	2019	1.273	108	810	571	-11%
	2020	***1.273	189	833	629	
Niemcy	2000	329	310	18	621	-77%
	2005	1.117	210	722	605	240%
	2010	1.134	373	528	979	2%
	2015	1.206	646	451	1.401	6%
	2019	***1.163	***792	***523	1.432	-4%
	2020	***1.234	***846	***511	1.569	6%
Polska	2000	350	52	328	74	-72%
	2005	**580	148	264	464	66%
	2010	470	259	223	506	-19%
	2015	604	202	238	568	29%
	2019	938	124	364	698	55%
	2020	930	149	380	699	-1%

Drugim krajem pod względem wielkości produkcji płyt OSB była Kanada. Wielkość produkcji płyt wzrastała w latach 2000-2009 z 7,8 do 9,8 mln m³, następnie do 2010 r. spadła o 55%, po czym wzrastała do 7,6 mln m³ w 2019 r. W latach 2000-2020 import był niewielki ok. 0,1 mln m³. Kanada jest największym eksporterem OSB na świecie, analizując dane można wywnioskować, że głównym odbiorcą płyt są USA, ponieważ wzrosty i spadki pokrywają się z ich importem (Tabela 5). W 2020 r. w Kanadzie spadły zarówno wielkość produkcji o ok. 0,1 mln m³, jak i wielkość eksportu 0,4 mln m³, import utrzymał się na podobnym poziomie.

Na kolejnym miejscu znajdują się Chiny. Produkcja płyt OSB w tym kraju rozpoczęła się w 2010 roku początkowo na małą skalę ok. 0,1 mln m³ wzrosła do 3,3 mln m³ w 2019 r. W tym samym czasie wzrastał z wartości marginalnych import do 0,3 mln m³ oraz eksport do 0,1 mln m³. W 2020 r. utrzymała się tendencja wzrostowa, wielkość produkcji wzrosła o ok. 0,5 mln m³, import ok. 0,1 mln m³, eksport ok. 40 tys. m³.

Z danych FAOSTAT wynika, że produkcja płyt OSB w Rosji rozpoczęła się w 2012 r. W analizowanym okresie wielkość produkcji wzrastała, w 2015 r. wynosiła 0,6 mln m³, a w 2019 r. prawie 1,4 mln m³. W latach 2000-2019 zarówno import i eksport wzrosły z wartości marginalnych do ok. 0,3 mln m³. W 2020 r. wielkość produkcji wzrosła do 1,6 mln m³, a import i eksport o ok. 0,1 mln m³.

Produkcja płyt OSB w Rumunii rozpoczęła się w 2009 r. W latach 2010-2015 wzrosła z ok. 0,5 do 1,4 mln m³, następnie spadła do 1,3 mln m³ w 2019 r. Import w latach 2000-2019 wzrastał z wartości marginalnych do ok. 0,1 mln m³. Eksport stanowił dużą część produkcji, wzrósł z ok. 0,2 mln m³ w 2010 r. do 0,8 mln m³ w 2015 r. i utrzymywał się na tym poziomie do 2020 r. Dane dla wielkości produkcji za 2020 r. są nieoficjalne i mają tę samą wartość, co w 2019 r., import wzrósł prawie dwukrotnie o ok. 0,1 mln m³.

Inaczej wygląda to w przypadku Niemiec, tu produkcja rozpoczęła się wcześniej w 2000 r. i wynosiła 0,3 mln m³, do 2005 r. wzrosła do 1,1 mln m³. W latach 2005-2020 wielkość produkcji była ustabilizowana, na poziomie ok. 1,1-1,2 mln m³. Import po nieznacznym spadku importu w 2005 r. do 0,2 mln m³ w porównaniu do 0,3 mln m³ w 2000 r. przez kolejne lata wzrastał do 0,8 mln m³ w 2019 r. W 2000 r. eksport był marginalny, w 2005 r. wynosił ok. 0,7 mln m³ następnie spadł do 0,5 mln m³ w 2010 r. i utrzymywał się na podobnym poziomie do 2020 r.

W Polsce przez ostatnie dwie dekady wielkość produkcji zwiększyła się z 0,4 do 0,9 mln m³. Import wahał się w przedziale 0,1-0,2 mln m³. Eksport w stosunku do wielkości produkcji był dość duży i wynosił 0,2-0,4 mln m³. W 2020 r. wielkość produkcji nieznacznie spadła o ok. 10 tys. m³, import i eksport zwiększyły się o ok. 25 tys. m³.

Sklejki na świecie

Z danych z ostatnich dwóch dekad wynika, że wielkość produkcji sklejek wzrastała intensywnie w latach 2000-2010 z 58,4 mln m³ do 100,5 mln m³. W kolejnych latach 2010-2020 wzrastała nadal jednak mniej intensywnie z 110,5 mln m³ do 116 mln m³.

Tabela 6. Produkcja, eksport, import skleiki na kontynentach w 2000-2020 r. (w tys. m³)*

Kontynent	Rok	Produkcja	Import	Eksport	Konsumpcja	Dynamika
Azja	2000	28.610	9.533	9.688	28.455	
	2005	55.107	9.530	13.862	50.775	-48%
	2010	76.443	9.165	14.624	70.984	-28%
	2015	84.026	10.674	16.766	77.934	10%
	2019	87.265	11.814	16.866	82.213	4%
	2020	91.044	9.590	16.081	84.553	4%
Ameryka Północna	2000	19.515	2.618	1.614	20.519	
	2005	16.771	6.874	1.621	22.024	-14%
	2010	11.402	4.463	1.172	14.693	-32%
	2015	12.901	5.750	1.290	17.361	13%
	2019	11.847	6.075	1.211	16.711	-8%
	2020	11.389	6.309	1.071	16.627	-4%
Europa	2000	5.910	5.504	4.256	7.158	
	2005	7.337	6.620	5.439	8.518	24%
	2010	6.908	6.275	5148	8.035	-6%
	2015	8.375	7.195	6.517	9.053	21%
	2019	9.308	8.334	7.557	10.085	11%
	2020	9.129	7.920	7.556	9.493	-2%
Ameryka Południowa	2000	3.062	76	1.709	1.429	
	2005	6.089	104	4.413	1.780	99%
	2010	4.359	230	2.451	2.138	-28%
	2015	4.561	260	2.563	2.258	5%
	2019	5.673	315	4.052	1.936	24%
	2020	4.993	287	3.226	2.054	-12%
Afryka	2000	645	287	234	698	
	2005	736	565	317	984	14%
	2010	779	1.011	182	1.608	6%
	2015	953	1.175	198	1.930	22%
	2019	1.045	1.842	288	2.599	10%
	2020	1.005	1.207	206	2.006	-4%
Oceania	2000	458	136	115	479	
	2005	582	234	123	693	27%
	2010	504	330	121	713	-13%
	2015	582	453	76	959	15%
	2019	583	566	72	1.077	0%
	2020	496	627	46	1.077	-15%

Wiodącym producentem skleiki wśród kontynentów jest Azja. Według aktualnych danych w ostatnich dekadach wielkość produkcji wzrastała z 28,6 w 2000 r. do 87,3 w 2019 r. Należy zwrócić uwagę, że dane te nie są spójne z pozyskiwanymi wcześniej danymi (BI 1-2/2020 i 3-4/2020), aktualnie podawana wielkość produkcji jest mniejsza o ok. 40 mln m³. W latach 2000-2010 import był stosunkowo wyrównany w przedziale 9-9,5 mln m³, po czym wzrósł do 11,8 mln m³ w 2019 r. Eksport wzrastał z 9,7 mln m³ w 2000 r. do 16,9 mln m³ w 2019 r. W 2020 r. wielkość produkcji skleiki w Azji wzrosła o ok.

3,7 mln m³, czyli do 91 mln m³. Import i eksport w tym czasie zmniejszyły się, import o ok. 2,2 mln m³, a eksport o ok. 0,8 mln m³.

Na drugim miejscu, co do wielkości produkcji sklejki znajduje się Ameryka Północna. W ostatnich dwóch dekadach wielkość produkcji miała tendencję spadkową. Produkcja zmniejszyła się z 19,5 mln m³ w 2000 r. do 11,4 mln m³ w 2020 r. (spadek o 0,4 mln m³ w stosunku do 2019 r.). Import był wysoki i wahał się, w 2000 r. był na poziomie 2,8 mln m³, następnie wzrósł do 6,8 mln m³, po czym spadał do 4,5 mln m³ w 2010 r., po 2010 r. wzrastał do 6,3 mln m³ w 2020 r. (wzrost o 0,2 mln m³ w stosunku do 2019 r.). W analizowanym okresie eksport spadł z 1,6 do 1,1 mln m³ (spadek o 0,1 mln m³ w stosunku do 2019 r.).

Na trzecim miejscu znajduje się Europa. W latach w 2000-2005 wielkość produkcji wzrastała z 5,9 do 7,3 mln m³, następnie nieznacznie spadła do 6,9 mln m³ w 2010 r., po czym zwiększyła się do 9,3 mln m³ w 2019 r. W latach 2000-2019 wzrastał zarówno import, z 5,5 do 8,3 mln m³ oraz eksport z 4,3 do 7,6 mln m³, poza okresem 2005-2010 gdzie zmniejszył się zarówno import jak i eksport (o ok. 0,3 mln m³). W 2020 r. wielkość produkcji spadła o 2% czyli ok. 0,2 mln m³. Jednocześnie zmniejszył się również import o ok. 0,4, eksport natomiast pozostał na podobnym poziomie.

W Ameryce Południowej w latach w 2000-2005 wielkość produkcji wzrastała intensywnie z 3 do 6,1 mln m³, następnie znacząco spadła do 4,4 mln m³ w 2010 r., po czym zwiększyła się do 5,7 mln m³ w 2019 r. W latach 2000-2019 import był niewielki z tendencją wzrostową od 0,1 do 0,3 mln m³. Eksport był zróżnicowany wyraźnie zależny od wielkości produkcji, początkowo wzrósł z 1,7 w 2000 r. do 4,4 mln m³, następnie w latach 2005-2010 zmniejszył się do ok. 2,4 mln m³, następnie wzrastał do 4,1 mln m³ w 2019 r. W 2020 r. wyraźnie spadła wielkość produkcji, o 12% czyli ok. 0,7 mln m³, znacząco zmniejszył się również eksport o ok. 0,8 mln m³, import utrzymał się na podobnym poziomie.

W Afryce wielkość produkcji sklejki jest nadal niewielka, pomimo wzrostu w ostatnich dwóch dekadach z 0,6 do 1 mln m³. W latach 2000-2019 import wzrósł z 0,3 do 1,8 mln m³, eksport utrzymywał się na niewielkim poziomie 0,2-0,3 mln m³. W 2020 r. wielkość produkcji nieznacznie spadła ok. 20 tys. m³., import zmniejszył się wyraźnie o 0,6 mln m³, eksport wynosił ok. 0,2 mln m³.

W Oceanii w latach 2000-2020 wielkość produkcji utrzymywała się na podobnym poziomie 0,5-0,6 mln m³. W tym samym czasie import wzrastał z 0,1 do 0,6 mln m³, eksport był niewielki ok. 0,1 mln m³.

Najwięksi producenci skleiki na świecie**Tabela 7.** Produkcja, eksport, import sklejek w wybranych krajach w 2000-2020 r. (w tys. m³)

Kraj	Rok	Produkcja	Import	Eksport	Konsumpcja	Dynamika
Chiny*	2000	10.764	2.170	764	12.170	
	2005	38.192	1.829	5.617	34.404	255%
	2010	58.669	1.326	7.536	52.459	54%
	2015	65.265	1.069	10.175	56.159	11%
	2019	63.864	973	10.100	54.737	-2%
	2020	68.464	936	10.089	59.311	7%
Indie	2000	59	12	8	63	
	2005	2.130	**12	**33	2.109	3510%
	2010	***3.754	***170	**58	3.866	76%
	2015	***6.617	***114	***64	6.667	76%
	2019	***10.000	***189	***69	10.120	51%
	2020	***10.000	***110	***54	10.056	0%
USA**	2000	17.271	2.385	673	18.983	
	2005	14.449	6.181	503	20.127	-16%
	2010	9.397	2.551	871	11.077	-35%
	2015	10.972	4.253	643	14.582	17%
	2019	9.925	4.664	556	14.033	-10%
	2020	9.499	5.058	528	14.029	-4%
Indonezja	2000	8.200	6	5.154	3.052	
	2005	4.534	32	**3.411	1.155	45%
	2010	**4.850	**128	**2.637	2.341	-41%
	2015	***3.800	***112	***2.780	1.132	-22%
	2019	***4.800	***109	***3.060	1.849	26%
	2020	***4.100	***60	***2.400	1.760	-15%
Rosja**	2000	1.484	38	974	548	
	2005	2.556	54	1.527	1.083	72%
	2010	2.689	35	1.512	1.212	5%
	2015	3.607	75	2.206	1.476	34%
	2019	4.061	75	2.748	1.388	13%
	2020	3.999	120	2.904	1.215	-2%
Japonia	2000	3.218	5.033	7	8.244	
	2005	3.212	4.732	10	7.934	0%
	2010	2.645	3.255	9	5.891	-18%
	2015	2.756	***2.886	43	5.599	4%
	2019	3.340	2.560	111	5.789	21%
	2020	3.340	***1.730	***104	4.966	0%
Brazylia	2000	2.420	1	1.372	1.049	
	2005	4.457	8	3.668	797	84%
	2010	2.207	**7	1.447	767	-50%
	2015	**2.196	***2	**1.491	707	0%
	2019	***3.260	***8	***2.820	448	48%
	2020	***2.700	***4	***2.060	644	-17%

Największym producentem sklejk na świecie w 2020 r. były Chiny. W latach 2000-2015 wielkość produkcji wzrastała z 10,8 do 65,2 mln m³ następnie spadła o ok. 1,4 mln m³ w 2019 r. W analizowanym okresie import spadł z 2,2 do 0,9 mln m³. Eksport wzrastał z ok. 0,8 w 2000 do 10,2 mln m³ w 2015 r., następnie spadł o ok. 0,1 mln m³ w 2019 r. W 2020 r. wielkość produkcji zwiększyła się, o 7% czyli 4,6 mln m³ import i eksport utrzymywały się na podobnym poziomie.

Na drugim miejscu pod względem wielkości produkcji sklejk w 2020 r. znajdowały się Indie. W latach 2000-2019 wielkość produkcji dynamicznie rosła z wartości marginalnych do 10 mln m³. W tym samym okresie import i eksport były niewielkie import do 0,2 mln m³ a eksport nie przekroczył 0,1 mln m³, co świadczy o dużym zapotrzebowaniu na sklejkę w tym kraju. W 2020 r. dane dotyczące wielkości produkcji są takie same jak w 2019 r.

Na trzecim miejscu wśród producentów sklejk na świecie był największy producent Ameryki Północnej, czyli USA. Tu wielkość produkcji w ostatnich dekadach była zróżnicowana. W 2000 r. wynosiła 17,3 mln m³ następnie spadła do 9,4 mln m³ w 2010 r., po czym wzrosła do ok. 11 mln m³ i ponownie spadała do 9,5 mln m³ w 2020 r. Import wahał się w 2000 r. wynosił 2,4 mln m³ następnie wzrósł do 6,2 mln m³ w 2005 r., po czym spadł do ok. 2,6 mln m³ i ponownie wzrastał do 5,1 mln m³ w 2020 r. Eksport był dość stabilny w przedziale 0,5-0,9 mln m³.

Na kolejnym miejscu znajdowała się Indonezja. Tu również w ostatnich dekadach wielkość produkcji wahała się, na początku analizowanego okresu w 2000 r. wynosiła 8,2 mln m³, następnie spadła do 4,5 mln m³ w 2005 r., po czym naprzemiennie wzrastała i spadała w granicach od 3,8-4,9 mln m³ (Tabela 7). W analizowanym okresie import był niewielki ok. 0,1 mln m³. Eksport był wysoki i stanowił większość wielkości produkcji. Podobnie jak przy wielkości produkcji eksport był najwyższy w 2000 r. i wynosił 5,2 mln m³, następnie spadł i wahał się w przedziale od 2,4-3,4 mln m³. W 2020 r. znacząco zmniejszyły się wielkość produkcji i eksport o ok. 0,7 mln m³ porównaniu do poprzedniego roku.

W Rosji w latach 2000-2019 wielkość produkcji sklejk wzrastała z 1,5 do 4,1 mln m³. W tym samym czasie import był niewielki 40-75 tys. m³, eksport natomiast wzrastał wraz z rosnącą produkcją z 1 do 2,7 mln m³. W 2020 r. wielkość produkcji spadła o 2% (ok. 60 tys. m³), import wzrósł o ok. 45 tys. m³, eksport wzrósł do 2,9 mln m³.

Wielkość produkcji sklejk w Japonii w ostatnich dekadach była stosunkowo stabilna i mieściła się w przedziale 2,6-3,3 mln m³. Import początkowo wysoki 5 mln m³ w 2020 r. spadał sukcesywnie do 2,6 mln m³ w 2019 r. Eksport w tym czasie był niewielki powoli wzrastał do 0,1 mln m³ w 2019 r. W 2020 r. wielkość produkcji i eksport nie zmieniły się, import natomiast spadł znacząco o ok. 0,7 mln m³, są to jednak dane nieoficjalne.

W analizowanym okresie w Brazylii wielkość produkcji była zróżnicowana początkowo wzrosła z 2,4 mln m³ w 2020 do 4,5 mln m³ w 2005, następnie spadła do ok. 2,2 mln m³ w 2010 r. i utrzymywała się na tym poziomie również w 2015 r. W okresie 2015-2019 wielkość produkcji wzrosła do ok. 3,3 mln m³. Import był marginalny, eksport wahał się proporcjonalnie do wielkości produkcji w przedziale 3,7-1,4 mln m³ (Tabela 7). Konsumpcja

utrzymywała się na podobnym poziomie 0,8-0,7 mln m³ spadła do 0,4 w 2019 r. najprawdopodobniej z powodu sprzedaży nadwyżek magazynowych w 2020 r. wzrosła do poziomu ponad 0,6 mln m³ Wielkość produkcji w 2020 r. spadła o ok. 0,6 mln m³, podobnie spadł eksport ok. 0,7 mln m³.

Podsumowanie

W 2020 r. w wielu krajach można zauważyć spadek w wielkości produkcji płyt wiórowych oraz wyhamowanie wzrostu wielkości produkcji płyt OSB i sklejki. Prawdopodobnie są one spowodowane przestojami w produkcji spowodowanymi pandemią SARS-CoV-2. Należy jednak wziąć pod uwagę, że dane nie dla wszystkich krajów są oficjalne i mogą nie uwzględniać jeszcze rzeczywistych spadków.

Analizując dane, które były zamieszczone we wcześniejszych opracowaniach (BI 1-2/2020 i 3-4/2020) można zauważyć znaczne różnice w wielkości produkcji sklejki (Świat, Azja, Chiny). Różnice te wynikają z wprowadzanych w FAOSTAT aktualizacji danych.

Maria Ostrowska

KONFERENCJE, ZEBRANIA, WYDARZENIA

JEC World w Paryżu

W dniach od 3 do 5 maja 2022 r. odbyło się w Paris Nord Villepinte w Paryżu, a także online, za pośrednictwem platformy cyfrowej JEC World Connect, wiodące na świecie wydarzenie dotyczące kompozytów.

JEC World gromadzi przedstawicieli przemysłu materiałów kompozytowych z całego świata. Wydarzenie skupia nie tylko największe światowe firmy, ale także innowacyjne startupy w dziedzinie kompozytów i zaawansowanych materiałów, ekspertów, naukowców oraz liderów R&D. JEC World to także „festiwal kompozytów”, prezentujący sektory zastosowań, od przemysłu lotniczego przez morski, budownictwo, po motoryzację. Jest to także nieograniczone źródło inspiracji dla uczestników z tych branż.

O Grupie JEC

Grupa JEC to wiodąca na świecie firma zajmująca się w całości rozwojem kanałów i platform informacyjnych i powiązań biznesowych, wspierających rozwój i promocję branży materiałów kompozytowych.

<https://www.jeccomposites.com>

<https://www.jec-world.events/jec-world-2022-postponed/> - dostęp 31.03.2022

AFRIWOOD Kenia 2022

AFRIWOOD 2022 to najważniejsza w tym roku wystawa w Afryce, na której spotkali się profesjonaliści z branży drzewnej i stolarskiej. Wystawa odbyła się w dniach 12-14 maja 2022 r. w Nairobi, w Kenii, w centrum wschodnioafrykańskiego kontynentu.

Wydarzenie to poświęcone jest najnowszym innowacjom i technologiom, które stają się platformą postępu w branży drzewnej w Afryce. Odwiedzający targi mają okazję do zacieśniania więzi z klientami, nawiązywania kontaktów i nadrobienia zaległości w zakresie najnowszych technologii. Będąc wysoce wyspecjalizowanym pokazem, AFRIWOOD stanowi doskonałą okazję dla lokalnych i międzynarodowych firm do zaprezentowania i poznania drewna oraz do budowania nowych, strategicznych relacji z nabywcami, handlowcami i inwestorami na całym świecie.

AFRIWOOD 2022 to miejsce spotkań producentów, importerów, handlowców, dystrybutorów, przetwórców i użytkowników końcowych z branży drzewnej. Wprowadzanie na rynek nowych produktów i najnowszych technologii to główne punkty targów AFRIWOOD 2022.

<https://www.expogr.com/afriwood/aboutus.php> - dostęp 15.05.2022

Konferencja Build in Wood

Build in Wood to coroczna konferencja, która w tym roku odbyła się w dniach 18-19 maja w Kopenhadze. Podczas konferencji omawiane były możliwości i wyzwania związane z drewnem i budownictwem drewnianym. Można było zapoznać się w duńskimi i międzynarodowymi osiągnięciami w tej dziedzinie, a także zdobyć wiedzę na takie tematy, jak drewno jako surowiec, korzyści, wynikających ze stosowania drewna jako materiału budowlanego, jak wybrać system budowlany oraz jak uzyskać szczegółową wiedzę na temat niektórych barier, które stanowią wyzwania w konstrukcjach drewnianych.

<https://buildinggreen.eu/buildinwood/en/> - dostęp 19.05.2022

Wood Tech Expo w Warszawie

Wood Tech Warsaw Expo to wydarzenie wywodzące się z Międzynarodowych Targów Przemysłowych - WARSAW INDUSTRY WEEK, które z dużym sukcesem, od 5 lat odbywają się w PTAK WARSAW EXPO. Początkowo była to jedna ze stref targów przemysłowych, ale widząc jej dynamiczny rozwój, jak i słuchając głosów branży oraz sugestii wystawców, postanowiono zorganizować wydarzenie, poświęcone wyłącznie branży drzewnej i meblarskiej. Wood Tech Warsaw Expo to miejsce spotkań producentów, importerów, handlowców, dystrybutorów, przetwórców i użytkowników końcowych z branży obróbki drewna. Wprowadzanie nowych produktów i najnowszych technologii oraz nawiązywanie bezpośrednich kontaktów to główny cel wydarzenia. Targi odbyły się w dniach 25-27 maja 2022 r.

<https://woodwarsawexpo.com/> - dostęp 30.05.2022

Carrefour International duBois 2022

Carrefour International duBois 2022 to targi organizowane co dwa lata w Nantes (Francja) przez profesjonalistów i dla profesjonalistów. W tym roku targi odbyły się w dniach 1-3 czerwca. Na targach można się było dowiedzieć o nowościach dotyczących m.in. przemysłu tartacznego, płytowego, parkietów, specjalistycznego handlu, rozwiązań konstrukcyjnych z drewna.

Organizacja wydarzeń: konferencji, walnych zgromadzeń, spotkań i in. sprawia, że są to istotne targi dla decydentów, miejsce spotkań biznesowych i wymiany doświadczeń oraz marketingu. Carrefour to także doskonały branżowy barometr. Dzięki wsparciu partnerów: Ministerstwa Rolnictwa i Żywności Francji BoisForêt i Codifab, ale także darczyńców z organizacji międzybranżowej FiboisPays de la Loire, profesjonalistów, wystawców i dostawców, Techniques& Solutions Bois, Carrefour International duBois ugruntował swoją

pozycję w krajobrazie budownictwa drewnianego we Francji. Dzięki długo wyczekiwanemu cyklowi konferencji oraz obecności francuskich i międzynarodowych ekspertów, Carrefour znalazł się w czołówce aktualnych wydarzeń w sektorze drzewnym. Niezależnie od tego, czy dotyczy to kwestii budowlanych, handlu, czy innych, organizatorzy przedstawiają wydarzenie „Techniki i rozwiązania dotyczące drewna” jako miejsce, w którym omawiane są trendy jutra.

<https://www.timbershow.com/> - dostęp 07.06.2022

<https://www.novabuild.fr/rendez-vous/carrefour-international-bois-2022> - dostęp 07.04.2022

Indiawood w Bangaluru

XII Międzynarodowe Targi Technologii Produkcji Mebli, Maszyn do Obróbki Drewna, Narzędzi, Okuć, Akcesoriów, Surowców i Produktów to jedna z wiodących na świecie wystaw przemysłu meblarskiego i przemysłu drzewnego. Targi odbyły się w dniach 2-6 czerwca 2022 r. w Bangaluru w Indiach. Na targach zaoferowano uczestnikom kompleksowy przegląd panujących trendów i nowinek technologicznych, jak również rozwiązań produkcyjnych w wytwarzaniu mebli, technologii obróbki drewna, narzędzi, okuć, akcesoriów i surowców.

W ciągu ostatnich kilku lat trio wystawowe IndiaWood, DelhiWood i MumbaiWood ugruntowało swoją pozycję największej indyjskiej platformy zaopatrzenia dla producentów mebli, wytwórców wyrobów rękodzielniczych z drewna, tartaków, stolarzy, rzemieślników, architektów i projektantów wnętrz w regionie. Rosnący popyt lokalny, możliwości rozbudowy zakładów i przyciągania nowych inwestycji przez producentów mebli oraz obecna korzystna pozycja Indii w globalnym łańcuchu dostaw to tylko niektóre z czynników, które przyczyniły się do tego wzrostu.

Indyjski przemysł drzewny przechodzi ogromną transformację, jeśli chodzi o zarządzanie łańcuchem dostaw, przestrzeganie najnowszych osiągnięć technologicznych zgodnych z koncepcją Industry 4.0 oraz powstawanie nowych możliwości w kontekście popytu i podaży. Zgodnie z raportami branżowymi, oczekuje się, że krajowy rynek mebli wzrośnie w CAGR na poziomie 12,91% w okresie 2020-2024, podczas gdy globalny rynek mebli szacowany jest na 1,1 bln USD. Wielkość rynku indyjskiego ma ogromny potencjał wzrostu, ponieważ oprócz krajowego rynku mebli, potencjał eksportu mebli jest również bardzo obiecujący, a kilka krajów zamierza zdywersyfikować swoje bazy produkcyjne po COVID-19.

<https://www.indiawood.com/> - dostęp 30.06.2022

FORMÓBILE w São Paulo

Dziewiąta edycja ForMóBILE - Międzynarodowych Targów Meblarstwa i Przemysłu Drzewnego odbędzie się w dniach 5-8 lipca 2022 r. w São Paulo Expo w Brazylii. W targach będzie uczestniczyć ok. 600 wystawców, którzy zaprezentują nowości w zakresie akcesoriów i komponentów, maszyn i urządzeń, sprzętu, surowców i zaopatrzenia.

ForMóBILE to główne wydarzenie w Ameryce Łacińskiej, skierowane do profesjonalistów i firm z sektora drzewnego i meblarskiego.

<https://www.formobile.com.br/en/home.html> - dostęp 29.03.2022

AFRIWOOD w Addis Abeba

AFRIWOOD 2022 to wystawa, na której można spotkać się z profesjonalistami z branży drzewnej i stolarskiej oraz opracować pomysły na zwiększenie zasięgu i jakości prowadzonej działalności. Organizatorzy mają wizję utworzenia platformy dla kreatywnych pomysłów i nowych technologii, ponieważ producenci i sprzedawcy drewna zwracają uwagę na innowacyjne zasoby, które pobudzają biznes. Po udanych edycjach w Kenii i Tanzanii, AFRIWOOD ma odbyć się w Etiopii w Millennium Hall w Addis Abebie w dniach 7- 9 lipca 2022 r.

Będąc wysoce wyspecjalizowanym pokazem, AFRIWOOD stanowi doskonałą okazję dla lokalnych i międzynarodowych firm do zaprezentowania i poznania drewna i produktów z drewna w celu budowania nowych strategicznych relacji z nabywcami, handlowcami i inwestorami na całym świecie. Premiera nowych produktów i najnowszych technologii będzie punktem kulminacyjnym targów AFRIWOOD 2022, w których spodziewanych jest ponad 12 tys. zwiedzających.

<https://expogr.com/ethiopia/afriwood/aboutus.php> - dostęp 30.04.2022

DREMA 2022

Międzynarodowe Targi Maszyn, Narzędzi i Komponentów dla Przemysłu Drzewnego oraz Meblarskiego odbędą się na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich w Poznaniu w dniach 13-16 września 2022 r.

Pogorszenie sytuacji gospodarczej, brak możliwości spotkań z klientami na żywo, luki kadrowe, rosnące ceny materiałów i energii - to tylko niektóre problemy, z jakimi obecnie borykają się producenci mebli i materiałów na bazie drewna. Na targach DREMA zostaną kompleksowo omówione obecne wyzwania branży, promując jednocześnie osiągnięcia polskiego przemysłu drzewnego i meblarskiego. Zdaniem organizatorów, zdobyte przez lata

know-how sprawia, że kreowana dziś wraz z liderami rynku i renomowanymi markami przyszłość, wyznacza kierunki rozwoju całego sektora.

<https://drema.pl/pl> - dostęp 01.04.2022

Główne tematy Ligna 2023

Kolejne Targi LIGNA zostały zaplanowane na 15-19 maja 2023 r. Główne tematy tego wydarzenia, takie jak transformacja obróbki drewna, procesy budowy prefabrykatów, przetwarzanie materiałów ekologicznych, będą się odnosiły do bieżących wydarzeń w branży - wyjaśniła Stephanie Wagner, dyrektor LIGNA.

Od stolarki po przemysł meblarski, od produktów po indywidualne rozwiązania - cyfryzacja już dawno wkroczyła do wszystkich obszarów przemysłu drzewnego, przetwórstwa drewna i zasadniczo zmienia modele i procesy biznesowe. Pandemia jeszcze bardziej przyspieszyła ten rozwój. Dlatego tematem przewodnim projektu LIGNA 2023 będzie transformacja obróbki drewna. Będą omawiane takie zagadnienia, jak połączone maszyny, interakcja człowiek-maszyna, platformy IoT (Internet of Things - internet rzeczy/przedmiotów), modelowanie informacji o budynku (BIM), rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości, obecne i przyszłe postępy w cyfryzacji wraz z całym łańcuchem wartości. Inne tematy obejmą kontrolę przepływu drewna, robotykę, logistykę, standaryzację, obróbkę powierzchni i zarządzanie danymi w chmurze.

Znaczenie procesów budowy prefabrykatów stale rośnie - zarówno w przypadku budynków czysto drewnianych, jak i konstrukcji z materiałów mieszanych. Prowadzi to do nowych wymagań dotyczących wydajności i prefabrykacji. Koncentrując się na procesach budowy prefabrykatów, LIGNA 2023 zajmie się ich rozwojem. Na targach zwiedzający będą mogli doświadczyć całego procesu, od planowania, przez obróbkę po logistykę w zakładzie oraz na placu budowy. Będzie to również obejmować rozwiązania dla obecnie napiętej sytuacji w łańcuchu dostaw. Ponadto zostanie podjęta kwestia harmonizacji ww. procesów z ogólnymi trendami, takimi jak m.in. standaryzacja, wielopiętrowe budownictwo drewniane, budownictwo hybrydowe, budownictwo modułowe i produkcja seryjna.

Jako najważniejszy surowiec odnawialny, drewno stanowi centralną podstawę biogospodarki na drodze od gospodarki opartej na kopalnych surowcach mineralnych do gospodarki opartej na zasobach odnawialnych. Green Material Processing, biogospodarka oparta na drewnie, jest uważana za innowacyjną siłę napędową technologii i produktów. Warunki ramowe dla rozszerzenia zasobooszczędnego wykorzystania drewna są częścią Europejskiego Zielonego Ładu i filarami biogospodarki o obiegu zamkniętym. To wystarczający powód, aby wybrać Green Material Processing jako temat przewodni LIGNA 2023.

Wcześniej, w dniach 1 i 2 czerwca 2022 r. odbędzie się 1st Rosenheim LIGNA.Conference, zorganizowana wspólnie przez Deutsche Messe i University of Applied Sciences Rosenheim.

<https://www.ligna.de/en/news/news-articles/focus-topics-at-ligna-2023-address-current-industry-developments> - dostęp 15.03.2022

IFMAC WOODMAC Indonesia. Międzynarodowa wystawa komponentów do produkcji mebli (IFMAC). Międzynarodowa wystawa maszyn do obróbki drewna (WOODMAC)

IFMAC WOODMAC Indonesia - targi producentów i komponentów maszyn do obróbki drewna w Indonezji. IFMAC & WOODMAC to wystawa branżowa, prezentująca zaawansowane technologicznie maszyny, unikalne produkty i kreatywne metody wytwarzania dla rynku produkcji mebli.

Wydarzenie to zostało przesunięte z początkowego terminu październik 2022 r. na 21-24 września 2022 r. Miejsce, w którym odbędzie się IFMAC WOODMAC Indonesia, pozostaje niezmienione -Dżakarta International Expo (JIE expo) Indonezja.

<https://www.cantonfair.net/event/3853-ifmac> - dostęp 24.02.2022

Światowy Festiwal Architektury 2022 i najlepsze wykorzystanie certyfikowanego drewna

W tym roku coroczny, piętnasty Światowy Festiwal Architektury (WAF- World Architecture Festival) odbędzie się w Lizbonie w dniach 30.11.2022-02.12.2022. Podczas tego wydarzenia przyznawane są najbardziej prestiżowe na świecie nagrody w zakresie architektury, w tym nagroda Best Use of Certified Timber, wspierana przez Program for Endorsement of Forest Certification (PEFC). Nagradzane są prace zakończone (data zakończenia 30 czerwca 2022) lub rozpoczęte od stycznia 2021. Zakwalifikowani kandydaci będą prezentować swoje projekty na żywo przed jury.

2022 r. będzie czwartym rokiem sponsorowania przez PEFC nagrody Best Use of Certified Timber. W ubiegłym roku 22 projekty z całego świata znalazły się na liście finalistów, a osiem z nich doszło do końcowej fazy oceny.

Nagroda Best Use of Certified Timber przyznawana jest architektom i zespołom projektowym za wykorzystanie certyfikowanego drewna, jako kluczowego materiału w budynkach, które łączą estetykę z trwałością, innowacyjnością i jakością. Specjalne jury,

w skład którego wchodzi przedstawiciel PEFC, wskaże zgłoszenia, które w ten sposób wykorzystają drewno certyfikowane.

Drewno z certyfikatem PEFC - w tym produkty z drewna konstrukcyjnego, takie jak CLT i glulam oznacza, że las jest zarządzany w sposób zrównoważony, zgodnie ze 140 surowymi kryteriami. Wymagania te obejmują zwiększenie różnorodności biologicznej, ochronę gleby, utrzymanie cieków wodnych oraz prawa pracowników leśnych i społeczności lokalnych.

Zwycięzcą nagrody WAF za najlepsze wykorzystanie certyfikowanego drewna w 2021 r. został „Te Whare Nui o Tuteata”, centrum Scion Innovation w Rotorua w Nowej Zelandii, które wykorzystywało LVL z certyfikatem PEFC i CLT z certyfikowanych lasów w Nowej Zelandii.

Więcej informacji na temat nagrody WAF Best Use of Certified Timber można znaleźć na stronie internetowej:

[https://worldarchitecturefestival.com/live/en/page/special-](https://worldarchitecturefestival.com/live/en/page/special-prizes)

[prizeshttps://www.worldarchitecturefestival.com/live/en/page/enter](https://www.worldarchitecturefestival.com/live/en/page/enter) - dostęp 31.03.2022

Walne zgromadzenie EPF w Gandawie

EPF(European Panel Federation) zamierza w tym roku zorganizować walne zgromadzenie jako wydarzenie stacjonarne, z fizyczną obecnością, w normalnym zakresie. Zarówno w 2020, jak i 2021 r. spotkanie to zostało zmienione na wydarzenie internetowe z powodu pandemii. W 2022 r. na miejsce wydarzenia wybrano Gandawę (Belgia), a termin wyznaczono na 30 czerwca do 1 lipca 2022 r. Organizatorem wydarzenia jest belgijskie stowarzyszenie branżowe Federatie van de Textiel-, Hout-en Meubelindustrie (Fedustria) przy wsparciu dwóch belgijskich producentów płyt drewnopochodnych - Unilin i Norbord.

W ostatnich dwóch latach jako miejsce spotkania planowano Berlin. W ramach każdego walnego zgromadzenia EPF przewidziano również uroczysty wieczór z okazji 100-lecia Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie (VHI) - założonego w 1920 r. Jednak oba wydarzenia zostały odwołane na kilka miesięcy przed planowanym terminem.

<https://europanel.org/12th-european-wood-based-panel-symposium-postponed-until-12-14-october-2022/> -
dostęp 20.01.2022

Grzegorz Kowaluk, Danuta Nicewicz

Z PRZEMYSŁU PŁYT DREWNOPOCHODNYCH

Nowe inwestycje

ANDRITZ dostarczy trzeci system przygotowania włókien MDF do Starwood w Turcji

Międzynarodowa grupa technologiczna ANDRITZ otrzymała od Starwood Orman Urunleri Sanayi AS zamówienie na dostawę trzeciego kompletnego systemu przygotowania włókien dla linii produkcyjnych MDF w Inegöl w Turcji. Uruchomienie zaplanowano na koniec 2022 r.

Zakres dostawy obejmuje kompletną linię przygotowania włókien, w tym system mycia zrębków i ciśnieniowy system rafinacji z 64-calowym rafinerem typ S2064 do produkcji włókien przy minimalnym zużyciu energii. Nowoczesny system będzie przetwarzał mieszaninę zrębków sosnowych i bukowych.

ANDRITZ i Starwood od wielu lat są bliskimi partnerami biznesowymi. ANDRITZ od 2014 r. zapewnia szeroko zakrojone prace serwisowe i ciągłe modernizacje wszystkich linii w zakładzie w Inegöl - niezależnie od producenta oryginalnego sprzętu.

Starwood jest jednym z największych przedsiębiorstw przemysłowych w Turcji; produkuje dziennie ok. 2 tys. m³ płyt MDF i ok. 3 tys. m³ płyt wiórowych. Firma specjalizuje się m.in. w produkcji cienkich płyt typu MDF o grubości od 1,5 do 8 mm. Starwood odgrywa ważną rolę jako dostawca mebli w Turcji i innych krajach Bliskiego Wschodu.

<https://www.andritz.com/newsroom-en/panelboard/2021-09-27-starwood-group> - dostęp 27.09.2021

ANDRITZ dostarczy firmie GUTEX drugi system przygotowania włókien do produkcji płyt izolacyjnych

Międzynarodowa grupa technologiczna ANDRITZ otrzymała od GUTEX Holzfaserplattenwerk zamówienie na dostawę drugiego systemu przygotowania włókien do produkcji płyt izolacyjnych w Eschbach w Niemczech.

Zakres dostawy obejmuje kompletną linię przygotowania włókien, w tym linię do korowania i pozyskiwania zrębków, a także konstrukcje stalowe, połączenia rurowe i prace instalacyjne.

Nowa, wysoce wydajna linia będzie przetwarzać głównie zrębki z drewna iglastego i będzie charakteryzować się następującymi cechami technologicznymi:

- system odbioru kłód i ich korowania ANDRITZ Rota Barker oraz rębak HHQ z podajnikiem poziomym zapewnią niezmiennie dobrą jakość zrębków przy dużej wydajności,
- w pełni automatyczny system magazynowania zrębków z urządzeniami do odzyskiwania i przesiewania,
- rafiner (HC) zapewniający stałą szczelinę mielenia, niezbędną do uzyskiwania wysokiej jakości włókien i niskiego jednostkowego zużycia energii,

- system odzysku pary SRS (Steam Recovery System) do efektywnego odzysku nadmiaru pary i większej sprawności cieplnej systemu przygotowania włókien.

Uruchomienie zakładu zaplanowano na drugi kwartał 2023 r.

GUTEX jest w Europie jednym z pionierów ekologicznych rozwiązań izolacyjnych. Firma rodzinna z siedzibą w Schwarzwaldzie, po raz pierwszy rozpoczęła produkcję wyrobów izolacyjnych z włókien drzewnych już w 1932 r. i była pierwszym na świecie producentem tego typu wyrobów. Firma GUTEX produkuje izolacyjne płyty pilśniowe o grubości do 240 mm przy znaczących zaletach jakościowych.

<https://www.andritz.com/newsroom-en/panelboard/2021-12-03-gutex-group> - dostęp 03.12.2021

Siempelkamp wybuduje nową fabrykę MDF tureckiemu Kastamonu Entegre AS

Turecki producent płyt drewnopochodnych **Kastamonu Entegre** złożył w Siempelkamp zamówienie na fabrykę płyt MDF. Nowy zakład będzie zlokalizowany w zachodniej Turcji w Balıkesir. Dzięki temu projektowi zostają wyznaczane nowe standardy w branży płyt drewnopochodnych; instalacja nowej linii pras stworzy kolejną mega fabrykę w Turcji. W Balıkesir od 2005 r. Kastamonu Entegre produkuje płyty wiórowe na linii wyposażonej w prasę ContiRoll® o wymiarach 7' (ok. 2,13 m) × 42,1 m o rocznej wydajności ponad 600 tys. m³.

Zgodnie z definicją szwedzko- fińskiej firmy konsultingowej AFRY, zakłady przemysłowe o zdolności produkcyjnej powyżej 0,5 mln m³/rok surowych płyt z dalszymi procesami wykańczania są określane jako mega zakłady w sektorze płyt drewnopochodnych. Drugi mega zakład firmy Kastamonu Entegre zlokalizowany jest w Gebze, gdzie HDF, MDF i płyty wiórowe są produkowane jako surowe płyty na trzech liniach z prasami ciągłego działania, a inne zakłady wykańczają ich powierzchnie lub przetwarzają.

W nowej fabryce płyt MDF będzie zainstalowana prasa o długości 63,7 m, która będzie najdłuższą linią pras ContiRoll® w Turcji. Największą suszarnię włókien o wydajności 65tonatno na godzinę dostarczy spółka zależna Siempelkamp - Büttner. Ta wydajność zapewni optymalne wykorzystanie wydajności prasy podczas produkcji HDF. Prasa ContiRoll® 9. generacji pozwala na realizację szerokiego zakresu produkcji; mogą być na niej produkowane standardowe płyty MDF, a także lekkie płyty MDF (L-MDF) i HDF. W zakresie dostawy jest specjalny pakiet tablic świetlnych systemu hydraulicznego ContiRoll®, który umożliwi produkcję L-MDF i U1-LDF o gęstości brutto poniżej 500 kg/m³.

Dotychczas firma Kastamonu Entegre zajmowała czołową pozycję w Turcji i szóste miejsce w światowych rankingach przemysłu. Dzięki dwóm ostatnim inwestycjom w Samsun, a teraz w Balıkesir, Kastamonu Entegre uplasuje się globalnie na piątej pozycji.

Pomyślna współpraca między Kastamonu Entegre i Siempelkamp sięga 1969 r. Nowa fabryka w Balıkesir jest dziewiątym zakładem z technologią ciągłego prasowania, który Kastamonu Entegre zamówiła do tej pory w Siempelkamp. Kastamonu Entegre obsługuje również dwie z dwunastu pras ContiRoll® o długości 55,3 m, które firma Siempelkamp do tej

pory dostarczyła tureckim producentom płyt drewnopochodnych. Łącznie 32 prasy ContiRoll® pracują we wszystkich zakładach tureckich producentów płyt drewnopochodnych.

https://www.siempelkamp.com/en/latest/news/kastamonu-entegre-as-und-siempelkamp-neue-mega-site-der-superlative-in-der-tuerke-i/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=92d2c497bfc440f9eea5ba306f294ee6 - dostęp 23.11.2021

DIEFFENBACHER dostarczy do Wietnamu dwie instalacje MDF

5 grudnia 2021 r. wietnamska Kim Tin Group z siedzibą w Ho Chi Minh podpisała kontrakty z firmą Dieffenbacher na dostawę dwóch zakładów MDF o łącznej zdolności produkcyjnej 1 mln m³ rocznie. Linie będą zlokalizowane w Chon Thanh w prowincji BinhPhuoc i DauGiay w Dong Nai.

Istotną częścią kontraktu będzie nowa platforma cyfrowa firmy EVORIS. Korzystanie z tej platformy powinno sprawić, że Kim Tin Group stanie się jednym z pionierów cyfryzacji w branży płyt drewnopochodnych. EVORIS to system oparty na przeglądarce, który daje producentom lepszy wgląd w produkcję i w procesy. Dzięki modułowej strukturze aplikacji, EVORIS można łatwo rozbudowywać i aktualizować. Wszystkie aplikacje korzystają z nowoczesnego, intuicyjnego interfejsu i mogą być bezpiecznie obsługiwane z dowolnego urządzenia mobilnego lub stacjonarnego w sieci zakładu.

Założona w 2000 r. firma Kim Tin Group szybko się rozwinęła, stając się jednym z wiodących wietnamskich producentów materiałów spawalniczych. Działa także w branży metali nieżelaznych, w górnictwie i w transporcie. Obecnie rozszerza swoją działalność o produkcję płyt MDF, inwestując łącznie 350 mln USD.

Kim Tin Group planuje wyprodukować pierwszą płytę na nowej linii MDF w Chon Thanh w maju 2023 r. Uruchomienie zakładu w DauGiay nastąpi w lutym 2024 r. Firma już planuje dalszą rozbudowę. Do 2025 r. zamierza wybudować dodatkowe zakłady w środkowym i północnym Wietnamie.

Informacje na temat platformy EVORIS: <https://dieffenbacher.com/en/cebro/evoris>

<https://dieffenbacher.com/en/company/news/detail/dieffenbacher-to-deliver-two-mdf-plants-with-a-combined-capacity-of-one-million-cubic-meters-per-year-to-vietnam> - dostęp 23.02.2022

Siempelkamp dostarczy czwartą linię pras ContiRoll dla PG Bison

Pod koniec listopada 2021 r. południowoafrykański producent płyt drewnopochodnych PG Bison podpisał kontrakt z Siempelkamp na budowę nowej fabryki MDF. Będzie to czwarta fabryka, którą wybuduje Siempelkamp w ciągu 15 lat dla tej firmy. Zakład będzie zlokalizowany w Piet Retief (eMkhondo) w prowincji Mpumalanga w RPA. Planowana roczna zdolność produkcyjna nowego zakładu MDF ma wynosić ponad 275 tys. m³. Tym samym roczna produkcja czterech zakładów przekroczy 1 mln m³ płyt.

Zamówienie obejmuje linię pras z ContiRoll w formacie 6' (ok. 1,88 m) × 38,7 m do produkcji MDF, LMDF i HDF w zakresie grubości od 3,0 do 35 mm. Pallmann, specjalizujący

się w rozdrabnianiu drewna w ramach Grupy Siempelkamp, dostarczy linię rozdrabniającą drewno, zawierającą rębak bębnowy i rafiner, natomiast spółka zależna Siempelkamp Büttner dostarczy suszarkę i instalację energetyczną. CMC Texpan, specjalista firmy Siempelkamp z Włoch, dostarczy nowe mieszalniki kleju i pojemniki dozujące. Uruchomienie tych urządzeń planowane jest na I kwartał 2022 r.

Surowce drzewne do nowej fabryki będą pozyskiwane z lokalnych zrównoważonych plantacji. PG Bison w Przylądku Wschodnim prowadzi własne plantacje z certyfikatem FSC. Drewno jest wykorzystywane przede wszystkim w zakładzie produkcji płyt w Ugie.

PG Bison jest jednym z największych w Afryce producentów płyt wiórowych, MDF i dekoracyjnych paneli drewnopochodnych.

https://www.siempelkamp.com/en/latest/news/4-controllr-pressenanlage-fuer-pg-bison-suedafrika-die-millionen-marke-ist-ueberschrit-ten/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=cd3e0aa674214b625991c1b276e2cc22 - dostęp 01.12.2021

Greenply instaluje fabrykę MDF/HDF w Vadodara w Indiach

M/s Baahu Panel Pvt Ltd, spółka zależna należąca w całości do Greenply Industries Limited, zamówiła fabrykę Siempelkamp do produkcji płyt MDF i HDF. Zakład będzie zlokalizowany w Vadodara w stanie Gujarat w zachodnich Indiach. Lokalizacja zakładu znalazła się w pasie rolniczym, co zapewnia łatwe zaopatrzenie w surowce i jest blisko portów morskich i autostrad. Firma Greenply w produkcji płyt koncentruje się na przetwarzaniu surowców eukaliptusowych, jednym z najpopularniejszych gatunków drzew plantacyjnych w Indiach. Drewno to nadaje się m.in. do wytwarzania podłóg, mebli i dekoracyjnego wykańczania wnętrz. W nowym zakładzie będą produkowane płyty MDF i HDF o grubości od 1,5 do 35 mm.

Zakład o mocy zainstalowanej 800 m³ dziennie ma rozpocząć działalność w marcu 2023 r. Firma przewiduje, że wraz ze zmianą popytu konsumentów, branża MDF będzie szybko się rozwijać ze względu na wszechstronne zastosowanie płyt typu MDF, i ma to być trwała w czasie tendencja.

Pierwsze kamienie milowe firma postawiła w 1984 r. uruchamiając tartak. Obecnie specjalizuje się w produkcji sklejk, drzwi oraz m.in. oklein ozdobnych.

https://www.lesprom.com/en/news/Greenply_to_install_MDF_HDF_plant_at_its_subsidiary_in_Vadodara_India_101582/ - dostęp 08.12.2022

<https://www.plyreporter.com/article/92392/greenply-to-set-up-800-cbm-mdf-plant-in-gujarat> - dostęp 01.03.2022

Arauco inwestuje w nową fabrykę płyt MDF w Meksyku

Arauco, główny producent płyt drewnopochodnych w Meksyku i jeden z największych na świecie, zamierza wybudować nową fabrykę płyt MDF w Zitácuaro w stanie Michoacán w Meksyku.

W 2021 r. firma zamknęła trzy zakłady, które produkowały MDF w USA. Jako pierwszy etap przedsięwzięcia firma przeprowadziła ocenę oddziaływania nowej linii na środowisko, aby ocenić jej opłacalność.

Po uzyskaniu zgody władz lokalnych i stanowych, budowa rozpoczęła się w listopadzie 2021 r., a rozpoczęcie produkcji zaplanowane jest na 2024 r. Wówczas zdolności produkcyjne MDF firmy w Meksyku zostaną podwojone. Nowa linia MDF będzie kosztować ok. 200 mln USD w technologiach operacyjnych i środowiskowych.

Realizacja projektu wygeneruje ok. 3 tys. bezpośrednich i pośrednich miejsc pracy w trakcie i po budowie infrastruktury. Inwestycja ma sprostać rosnącemu zapotrzebowaniu w rejonie w branży budowlanej i meblarskiej.

<https://www.woodworkingnetwork.com/news/woodworking-industry-news/arauco-explores-new-mdf-plant-mexico-0> - dostęp 29.10.2021

<https://www.arout.net/arauco-will-invest-4-billion-pesos-in-an-mdf-production-plant-in-zitacuaro-michoacan/> - dostęp 06.11.2021

Homanit GmbH & Co KG rozpoczął modernizację zakładu w Losheim am See

Homanit GmbH & Co KG, spółka zależna Homann Holzwerkstoffe GmbH, dostawca cienkich, wysokiej jakości płyt MDF i HDF, ogłosił w grudniu 2021 r. obszerne inwestycje w zakładzie w Losheim am See (Saara, Niemcy). Planowane nakłady, na łączną kwotę 65 mln euro, będą przeznaczone na nową prasę, dalsze działania w zakresie wykańczania powierzchni płyt oraz technologię oczyszczania powietrza wywiewanego. Dzięki tym inwestycjom zostaną pracownikom zabezpieczone istniejące miejsca pracy. Rozpoczęcie produkcji przewidziano za dwa lata.

Lokalizacja geostrategiczna zakładu była jednym z kluczowych czynników dla kompleksowych inwestycji. Zakład w Losheim am See, który obsługuje głównie przemysł drzewiowy, korzysta z dobrych dostaw surowców, ponieważ współpracuje z regionalnymi, zrównoważonymi operacjami leśnymi i utrzymuje długoterminowe relacje ze swoimi dostawcami. Aby jeszcze bardziej skorzystać z zalet lokalizacji i zapewnić zrównoważony łańcuch wartości, firma pracuje obecnie nad reaktywacją istniejącego systemu torów. Wstępne przygotowania do modernizacji już trwają. Szeroko zakrojone inwestycje odtworzeniowe zapewnią najnowocześniejszą technologię w zakładzie w Saarland i wniosą potencjał do zwiększenia mocy produkcyjnych, jednocześnie zmniejszając emisje dzięki energooszczędnemu procesowi produkcji.

<https://www.homanit.pl/pl/aktualnosci/2021/12/investments-to-modernize.php> - dostęp 06.12.2021

Siempelkamp dostarczy firmie Küpeliler Endustri nowe fabryki płyt OSB i płyt wiórowych

Küpeliler Endustri AS, turecki producent płyt drewnopochodnych, złożył na jesieni 2021 r. firmie Siempelkamp zamówienia na dwa nowe zakłady: fabrykę płyt OSB i fabrykę płyt wiórowych.

Fabryka płyt OSB będzie pierwszą w fabrykę w Turcji wyposażoną w prasę ciągłego działania ContiRoll o wymiarach 4' (ok. 1,22 m) × 33,8 m z możliwością przedłużenia do 45,4 m. Fabryka zastąpi istniejącą fabrykę w Kutahya w Turcji. Nowy zakład Siempelkamp wesprze firmę Küpeliler Endustri w podnoszeniu jakości płyt.

Firma Küpeliler swoją marką Westboard udowadnia wieloletnie doświadczenie z materiałami OSB, które są wykorzystywane głównie w branży budowlanej i opakowaniowej. Jakość płyt OSB jest podnoszona przez rodzaj wykończenia powierzchni OSB-ContiFinish. Ulepszone tolerancje grubości i zoptymalizowane właściwości mechaniczne płyt, osiągnięte dzięki technologii ciągłego prasowania, to pozytywy w porównaniu z płytami produkowanymi z wykorzystaniem pras cyklicznych.

Druga inwestycja, fabryka płyt wiórowych, również będzie wyposażona w prasę ContiRoll o wymiarach 7' (ok. 2,13 m) × 23,8 m z możliwością przedłużenia do 28,8 m. Ta nowa linia w mieście Eskişehir zastąpi linię z cykliczną prasą, na której produkowane są płyty od 40 lat.

Siempelkamp prowadzi biuro w Stambule od 2010 r., które wspiera i doradza tureckim producentom płyt drewnopochodnych, a z tureckimi klientami współpracuje od 27 lat.

<https://www.woodandpanel.com/woodnews/article/turkey-gets-it-first-continuous-osb-plant-from-siempelkamp/>
- dostęp 02.11.2021

Wanhua zamówiła dwie kolejne linie produkcyjne w firmie Dieffenbacher

Wanhua Ecoboard, dział płytowy chińskiego producenta kleju MDI Wanhua Industrial Group, zamówił w firmie Dieffenbacher dwie linie, które umożliwią rozpoczęcie produkcji płyt wiórowych (Super PB) na bazie słomy w 2023 r. Łącznie Wanhua Ecoboard zamówił 10 linii produkcyjnych w Dieffenbacher w ciągu sześciu lat.

Proces produkcyjny Super PB polega na mieszaniu standardowych wiórów płatkowych ze smukłymi, długimi wiórami w warstwie rdzeniowej, dzięki czemu gęstość płyt będzie do 30 kg/m³ niższa niż zwykłych płyt. Ma to prowadzić do znacznych oszczędności surowców, takich jak słoma, drewno i żywica, a także energii elektrycznej i ciepłej bez pogarszania właściwości płyt.

Wanhua zainstaluje nowe linie w Chenzhou, Hunan i Leshan w Syczuanie. Dostawa sprzętu Dieffenbacher ma się rozpocząć we wrześniu 2022 r. dla linii dziewiątej oraz w październiku 2022 r. dla linii dziesiątej. Uruchomienie obu linii planowane jest na drugi kwartał 2023 r. Po uruchomieniu nowych zakładów Wanhua osiągnie zdolność produkcyjną ponad 2,5 mln m³ płyt rocznie.

Współpraca między firmami rozpoczęła się w 2015 r., kiedy firma Wanhua Ecoboard zamówiła swoją pierwszą fabrykę płyt wiórowych na bazie słomy w firmie Dieffenbacher.

<https://dieffenbacher.com/en/company/news/detail/wanhua-orders-two-more-production-lines-from-dieffenbacher> - dostęp 10.12.2021

Monolit-Stroy uruchomił nową fabrykę płyt OSB pod Tomskiem

Firma Monolit-Stroy (znak towarowy Latat) uruchomiła pod koniec 2021 r. nowy zakład do produkcji płyt OSB pod Tomskiem. Wartość inwestycji wyniosła 5 mld rubli. Zaprojektowana wielkość produkcji - 250 tys. m³ płyt OSB rocznie powinna być osiągnięta w maju 2022 r. W nowym zakładzie znajdzie zatrudnienie ok. 600 osób.

Wcześniej informowano, że w 2017 r. moskiewska firma Monolit-Stroy stała się właścicielem majątku upadłego Przedsiębiorstwa Obróbki Drewna Partner-Tomsk. Firma wykupiła istniejące linie do produkcji i laminacji płyt MDF, kompleks budynków i magazynów TPC Partner-Tomsk oraz majątek w zakresie pozyskiwania drewna. W ciągu roku nowy właściciel praktycznie podwoił wolumen produkcji MDF (do ok. 330 tys. m³), opanował produkcję laminatu i wyrobów gotowych.

Wcześniej zakomunikowano, że na koniec 2020 r. w obwodzie tomskim działa 600 przedsiębiorstw leśnych, zatrudniających 5,2 tys. osób. Pod koniec roku przedsiębiorstwa przemysłu drzewnego wyprodukowały towary o wartości 17,5 mld rubli. Udział eksportu wyrobów z drewna wynosi 50,2%.

<https://www.riatomsk.ru/article/20210220/monolit-stroy-will-launch-an-osb-plant-near-tomsk-by-the-end-of-2021/> - dostęp 14.11. 2021

Kronospan inwestuje w drugą fabrykę płyt wiórowych w Hiszpanii

Austriacka firma Kronospan zainwestuje ok. 180 mln euro w fabrykę płyt wiórowych zlokalizowaną w mieście Tortosa w Hiszpanii. Miasto to jest położone nad rzeką Ebrą, w rejonie, który nigdy wcześniej nie otrzymał takiego poziomu inwestycji. W fabryce powstanie ok. 180 nowych miejsc pracy.

Kronospan po raz pierwszy zaistniał na rynku w 1897 r. i posiada fabryki w 40 krajach na całym świecie, zatrudniając 14 500 osób.

www.catalannews.com/business/item/multinational-kronospan-to-invest-180m-in-southern-catalonia - dostęp 07.10.2021

Garnica otwiera kolejną fabrykę we francuskim regionie Szampanii

Czołowy europejski producent sklejk Garnica buduje siódmą fabrykę w północno-środkowej Francji. Zakład powstanie w modelu „inteligentnej fabryki” w Parc du Grand Troyes, gdzie w pobliżu, w dolinach Sekwany i Aube, znajdują się plantacje topoli. Ocenia się, że w północno-wschodniej Francji zlokalizowane są największe w Europie uprawy

topoli. Strategiczna lokalizacja zakładu zapewni producentowi dostęp do zrównoważonych surowców z europejskich plantacji.

Nowy zakład rozpocznie działalność w 2022 r. i będzie rocznie zużywał 300 tys. m³ drewna. Firma spodziewa się zamknąć rok z obrotem w wysokości 255 mln euro, z czego 93% będzie pochodziło z eksportu do 600 klientów z ok. 50 krajów.

Zakład został zaprojektowany zgodnie z modelem „Factory 4.0”. Będą w nim zoptymalizowane procesy i systemy kontroli jakości, dostarczane w rzeczywistym czasie zautomatyzowane informacje, wykorzystana technologia sztucznej inteligencji. Zakład będzie stanowił zachętę dla prywatnych rolników z okolicy do ponownego zalesienia i tworzenia lokalnych miejsc pracy.

W ciągu ostatnich trzech lat Garnica była aktywnie zaangażowana w regionalny plan Grand Est, którego celem było promowanie uprawy topoli w regionie i była głównym uczestnikiem inicjatywy Merci Le Peuplier, w ramach której ponad 400 tys. topoli zostało zasadzonych we Francji od momentu powstania tej inicjatywy.

Topola jest głównym gatunkiem drewna wykorzystywanym przez Garnica do produkcji sklejki, ponieważ jej drewno produkowane na szybko rosnących plantacjach, wyróżnia się dużą zdolnością do wychwytywania CO₂ z atmosfery, zapewniając lepszą ochronę środowiska. Ponadto, chcąc szanować i dbać o otoczenie, Garnica rozpoczęła projekt zielonego wypasu „éco-pâturage” na obecnie niezamieszkałych terenach w Troyes. Ta metoda jest ekologicznym rozwiązaniem do czyszczenia i pielęgnacji zielonych, trudno dostępnych miejsc z pomocą zwierząt.

Po uruchomieniu nowego zakładu, Garnica będzie posiadała siedem zakładów produkcyjnych: pięć w Hiszpanii (La Rioja, Kraj Basków i León) i dwa we Francji (jeden w regionie Akwitanii i nowy zakład w Troyes, w regionie regionu Sud-Szampania).

<https://www.garnica.one/en-us/blog/garnica-will-open-its-next-factory-in-the-french.html> - dostęp 18.02.2022

Swiss Krono Group rozbudowuje węgierską fabrykę płyt OSB

Szwajcarska firma Swiss Krono Group zamierza znacząco podnieść moc produkcyjną zakładu płyt OSB w Vásárosnaményi na Węgrzech. W wyniku inwestycji o wartości 47 mln euro moce produkcyjne wzrosną ponad 1,5-krotnie, a liczba miejsc pracy zwiększy się o 28% - do 173. Około 30% planowanej nadwyżki produkcji zostanie sprzedane na rynku węgierskim, a 70% będzie eksportowane. Firma zamierza rozbudować specjalną, 28,8 m linię produkcyjną płyt OSB do 38,7 m, zrealizuje zakup urządzeń do rozdrabniania i suszenia drewna oraz wprowadzi związane z tym modyfikacje energetyczne.

<https://hipa.hu/swiss-krono-is-launching-a-capacity-increasing-investment-in-vasarosnameny> - dostęp 19.10.2021

West Fraser przejął południowoamerykańską fabrykę płyt OSB

West Fraser Timber Co. Ltd. ogłosił 06.12.2021 r., że sfinalizował przejęcie fabryki płyt OSB w pobliżu Allendale w Południowej Karolinie (USA).

West Fraser to firma zajmująca się wytwarzaniem produktów z drewna, posiadająca ponad 60 zakładów w Kanadzie, Stanach Zjednoczonych, Wielkiej Brytanii i Europie. Surowce drzewne są pozyskiwane z zarządzanych w sposób zrównoważony zasobów leśnych. Spółka produkuje tarcicę, OSB, LVL, sklejkę, MDF, płyty wiórowe, masę włóknistą, papier gazetowy, zrębki, i in. oraz energię odnawialną. Produkty West Fraser są wykorzystywane w budowie domów, naprawach i przebudowach, w zastosowaniach przemysłowych, w produkcji papieru i bibuły oraz w produkcji pudełek.

<https://www.westfraser.com/investors/news/news-releases/west-fraser-completes-us-south-osb-mill-acquisition> - dostęp 06.12.2021

Merino pozna technologię Pallmanna w zakresie redukcji rozmiaru cząstek drewna

W sierpniu 2021 r. Pallmann, specjalista ds. redukcji rozmiarów cząstek drewna, otrzymał duże zamówienie od wiodącego producenta laminatów w Indiach, firmy Merino Industry Ltd.

Zamówienie dotyczyło:

- trzech nożowych skrawarek wiórów płatkowych,
- dwóch dwustrumieniowych skrawarek wiórów,
- domielacza zrębków.

Dotychczas Merino Industry koncentrowała się na produkcji laminatów jakościowych. W nowym zakładzie rozpocznie produkcję materiału nośnego. W wyniku przygotowania wiórów płatkowych, warstwa wierzchnia płyt będzie wysoce uszlachetniona, co jest niezbędnym warunkiem wykańczania.

Skrawarki wiórów płatkowych PZKR 16-600 zapewniają najwyższą jakość wiórów płatkowych, wysoką wydajność, szybką wymianę pierścieni nożowych i dokładną regulację noża.

Dwustrumieniowe skrawarki wiórów typu PSKM 14-660 będą wytwarzały drobne wióry płatkowe z niewielką zawartością pyłu i gruboziarnistego materiału, co jest ważne w produkcji najwyższej jakości płyt wiórowych o lepszej jakości powierzchni.

Domielacz zrębków zagwarantuje efektywne rozdrabnianie dużych zrębków.

Przewidywany termin dostawy wszystkich maszyn przez firmę Pallmann przewidziany jest na marzec 2022 r. Rozdrabniacze firmy Pallmann są od wielu lat stosowane w Indiach.

<https://www.woodandpanel.com/woodnews/article/merino-to-experience-pallmann-size-reduction-technology/>
- dostęp 11.11.2021

Osiem nowych zakładów produkcyjnych CLT do 2023 r.

W 2020 r. producenci CLT w regionie Niemiec, Austrii, Szwajcarii, Liechtensteinu, Włoch i Czech, ponownie odnotowali duży wzrost produkcji, która po raz pierwszy przekroczyła 1 mln m³. W porównaniu do 2019 r. produkcja wzrosła o 15%. W 2021 r. wielkość produkcji była szacowana na 1,2 mln m³.

W 2020 r. do znacznego wzrostu produkcji przyczyniły się firmy: Theurl Austrian Premium Timber, Pfeifer Group, Ziegler Group i Ante-Holz (HBS Berga), a także nowy zakład produkcyjny szwajcarskiej firmy Schilliger Holz. Niektóre firmy zwiększyły produkcję nawet o 10 tys. m³. W 2021 r. produkcja wzrosła głównie dzięki firmom HBS Berga, KLH, Grupie Pfeifer i nowicjuszowi Schwarzwald Holzbausysteme. Oprócz tego zakładu w centrali w Bromskirchen-Somplar/Niemcy, Ante Group of Berga w 2021 r. zaplanowano uruchomienie zakładu produkcyjnego CLT o rocznej wydajności 100 tys. m³ w pobliżu swojego tartaku w Rottleberode.

W 2020 r. „weteran” branży KLH uruchomił swój drugi zakład produkcyjny CLT w Wiesenau koło Bad St. Leonhard. Razem z centralą w Katsch-Teufenbach dało to roczną wydajność ok. 250 tys. m³.

W 2018 r. Grupa Pfeifer rozpoczęła również drugą fazę rozbudowy swojego zakładu produkcyjnego w Schlitz w Hesji, który został oddany do użytku w 2019 r. W przyszłości firma zamierza produkować w tym zakładzie do 100 tys. m³ CLT rocznie.

https://www.timber-online.net/wood_products/2021/07/eight-new-clt-production-sites-by-2023.html - dostęp 12.07.2021 (na podstawie artykułu Günthera Jauka)

Grupa Segezha wybuduje nową fabrykę drewna klejonego w Karelii

Grupa Segezha planuje budowę zakładu produkcji drewna klejonego warstwowo (Glulam - glued laminated timber) w Republice Karelii w Rosji. Nakłady inwestycyjne wyniosą ok. 13,4 mld rubli (184 mln USD), a zdolność produkcyjna zakładu - 240 tys. m³. Uruchomienie zakładu zaplanowano na 2023 r. Zakład będzie wytwarzał produkty z glulamu dla Rosji, krajów UE i Japonii.

Nowa fabryka będzie zlokalizowana obok głównych aktywów Grupy w Republice Karelii, Segezha Pulp i Paper Mill JSC. Odpady drzewne powstające podczas produkcji będą przetwarzane w Segezha Pulp and Paper Mill JSC, zapewniając synergii między nowym a istniejącym zakładem.

W chwili obecnej Sokół Woodworking Plant SA jest jedynym zakładem Grupy Segezha, produkującym drewno klejone warstwowo. Jego roczna produkcja wynosi 100 tys. m³. Po zakończeniu projektu w Karelii całkowita produkcja drewna klejonego w holdingu wzrośnie o 240% (do 340 tys. m³).

https://www.lesprom.com/en/news/Segezha_Group_to_build_new_glulam_plant_in_Karelia_Russia_101229/ - dostęp 12.11.2021

Nowa produkcja CLT w Schilliger Holz w Küsnacht

W szwajcarskiej firmie Schilliger Holz AG produkcja CLT odbywa się w pełni automatycznie: od sortowania wysokiej jakości, łączenia na mikrowczepy, łączenia warstw wierzchnich, klejenia płyt wielkoformatowych po przycinanie na wymiar i pakowanie. Wszystkie warstwy są klejone w sposób ciągły.

Centralnym elementem linii jest szybkobieżna prasa Timber Press X 134 HS, która może prasować płyty o długości 14 m, szerokości 3,40 m i grubości od 27 do 400 mm. Ten system został specjalnie zaprojektowany dla dużych wydajności, umożliwiając również elastyczną produkcję zorientowaną na zamówienie stosownie do wielkości partii. W ten sposób firma jest też przygotowana na rynek międzynarodowy.

Pożar zniszczył bezpośrednio sąsiadującą fabrykę płyt. W krótkim czasie postanowiono odbudować fabrykę przy użyciu najnowocześniejszych technologii. Celem była elastyczna koncepcja produkcji CLT o dużych rozmiarach na powierzchni produkcyjnej wynoszącej zaledwie 6500 m³. MINDA stworzyła koncepcję na potrzeby Schilligera.

W nowej fabryce CLT jest magazyn wysokiego składowania na półprodukty i wyroby gotowe; przy wysokości 30 m są miejsca dla ok. 13 tys. m² płyt. Aby przetransportować gotowe elementy z CLT o masie do 9 ton na wysokość prawie 30 m, MINDA zainstalowała czterokolumnową windę pionową o ładowności 10 ton.

Schilliger Holz AG to szwajcarska firma rodzinna, która od 1861 r. działa na arenie międzynarodowej, przetwarzając lokalne drewno z lasów zarządzanych w sposób zrównoważony. Firma stawia na innowacyjność i kompetencje w produkcji tarcicy, wyrobów struganych, drewna klejonego, desek z litego drewna Schilliger. Klient może otrzymać z jednego źródła różnorodne produkty z drewna do całego projektu konstrukcji drewnianej, mając zapewnioną oszczędność kosztów, wysoką jakość i krótki czas dostawy.

<https://www.minda.com/en/success-stories/standard-titel> - dostęp 15.02.2022

Schilliger Holz inwestuje w nową linię produkcyjną CLT we Francji

Szwajcarska firma Schilliger Holz zamierza zainwestować w kolejną zautomatyzowaną linię produkcyjną CLT w swoim francuskim zakładzie w Volgelsheim we Francji. Linia zostanie wykonana w istniejącej hali zakładu o powierzchni ok. 5 tys. m². Roczna wydajność, przy pracy dwuzmianowej, została zaprojektowana na ok. 50 tys. m³ CLT. Przewiduje się, że uruchomienie nastąpi w styczniu 2024 r.

https://www.lesprom.com/en/news/Schilliger_Holz_invests_in_new_CLT_production_line_in_Volgelsheim_France_101922/ - dostęp 06.01.2021

Stora Enso inwestuje w zautomatyzowaną linię do powlekania CLT

Stora Enso inwestuje 9 mln euro w zautomatyzowaną linię do powlekania CLT w tartaku Ybbs w Austrii. Inwestycja ma na celu dalsze wzmocnienie pozycji Stora Enso jako wiodącego światowego dostawcy produktów z drewna konstrukcyjnego dla

niskoemisyjnych, zrównoważonych budynków. Projekt ma odpowiedzieć na niedobory siły roboczej w branży budowlanej i presję na skrócenie czasu budowy na miejscu. Umożliwia przemysłowe nakładanie powłok na ściany i podłogi z CLT produkowane w zakładzie Ybbs firmy Stora Enso. Zautomatyzowane rozwiązanie do powlekania skutkuje krótszym czasem budowy i wyższą ochroną drewna. Dzięki tej linii można nakładać wysokiej jakości powłoki na bazie wody na ok. 500 tys. m² ścian i podłóg CLT. Klienci odniosą korzyści z ulepszonej ochrony CLT przed wilgocią, światłem słonecznym, owadami i ogniem, a także z estetycznie zabarwionych widocznych powierzchni. Oczekuje się, że zautomatyzowana linia powlekania CLT zostanie ukończona w trzecim kwartale 2023 r.

<https://www.ttjonline.com/news/stora-enso-invests-in-automated-clt-coating-line-9483031/> - dostęp 15.02.2022

Firma UPM ogłosiła modernizację fabryki sklejk w Joensuu

UPM Plywood ogłosiła decyzję o zainwestowaniu 10 mln euro w rozwój zakładu produkującego sklejki w Joensuu w Finlandii. Inwestycja obejmuje nowe linie produkcyjne, nowe miejsca pracy oraz 720 m² zupełnie nowej powierzchni produkcyjnej. W zakładzie w UPM Joensuu jest zatrudnionych ok. 170 osób, a roczna zdolność produkcyjna wynosi ok. 55 tys. m³. Inwestycja UPM wzmacnia konkurencyjność zakładu poprzez poprawę bezpieczeństwa dostaw oraz zapewnienie wysokiej jakości produktów.

Firma UPM Joensuu produkuje sklejki do zastosowań przemysłowych, takich jak podłogi naczep o dużej ładowności oraz elementy izolacyjne cystern LNG przewożących skroplony gaz ziemny. W zastosowaniach przemysłowych kładzie nacisk na stałą i wysoką jakość produktów, niezawodność i terminowość dostaw.

Realizowana inwestycja jest kontynuacją projektów rozwojowych z ostatnich lat w zakładzie UPM Joensuu. W 2020 r. oddano do użytku nowy biokocioł, a linie produkcyjne zmodernizowano w latach 2018-2020.

<https://www.upm.com/about-us/for-media/releases/2021/12/upm-plywood-aims-to-earnings-growth-by-investing-in-the-competitiveness-of-its-joensuu-plywood-mill--committed-personnel-essential-to-the-investment-project/> - dostęp 13.12.2021

Prodesa zbuduje nową fabrykę pelletu we Francji

Prodesa podpisała umowę na budowę kompletnej instalacji do produkcji pelletu o zdolności produkcyjnej 68 tys. ton pelletu rocznie w Houtaud we Francji, niedaleko granicy ze Szwajcarią.

Zakres dostaw obejmuje projekt, budowę, nadzór nad montażem i uruchomienie instalacji, która zintegruje istniejącą suszarnię taśmową z urządzeniami ProGranul. Po uruchomieniu zespół Prodesa ProGranul France zapewni pomoc posprzedażową.

Prodesa to firma inżynierska, której działalność polega na dostarczaniu kompleksowych rozwiązań w zakresie produkcji biopaliw stałych i ochrony środowiska.

https://www.lesprom.com/en/news/Prodesa_to_develop_new_pellet_plant_in_Houtaud_France_102159/ -
dostęp 25.01.2022

EGGER planuje trzecią linię TFL

Firma Egger Wood Products zainwestuje 20 mln USD w dodatkową linię produkcyjną laminatu termotopliwego (TFL) w jedynej lokalizacji firmy w Lexington w stanie Karolina Północna (USA). Od września 2020 r. zakład produkuje płyty wiórowe i TFL do zastosowań w aranżacji wnętrz. Nowa linia ma powstać do końca 2022 r. Linia zapewni 50% wzrost zdolności produkcyjnych TFL i krótsze czasy realizacji dla klientów.

Carsten Ritterbach, kierownik zakładu ds. usług handlowych stwierdził: „W świetle zakłóceń w łańcuchu dostaw, jakich doświadczamy na całym świecie w tym roku, zwiększenie mocy produkcyjnych jest jednym z najlepszych sposobów, w jaki możemy obsługiwać naszych klientów w Stanach Zjednoczonych i Kanadzie”.

<http://www.panelworldmag.com/egger-plans-third-tfl-line/> - dostęp 09.02.2022

Grzegorz Kowaluk, Danuta Nicewicz

Nowości technologiczne

Najnowsza płyta OSB z odpadów palmowych

Al Talah Board z Abu Dhabi w Zjednoczonych Emiratach Arabskich wyprodukował pierwszą markową płytę „Desert Board” z odpadów palm daktylowych. Innowacyjny i wysoce zrównoważony zakład wybudował Dieffenbacher. W zakładzie będzie rocznie wykorzystywane ok. 15% z 500 tys. ton odpadów palmowych wytwarzanych w Zjednoczonych Emiratach Arabskich do produkcji 120 tys. m³ wysokiej jakości płyt OSB.

Al Talah Board podpisała umowę z Dieffenbacher w 2019 r. na stworzenie unikalnego zakładu produkującego płyty OSB, który pomoże utrzymać wolno biodegradowalne odpady palmowe z dala od wysypisk i przemysłowych kompostowni. Zakres dostaw firmy Dieffenbacher obejmował produkcję wiórów płatkowych, suszarkę bębnową, sita i sprzęt do odzysku materiału, system klejenia, stację i linię formowania kobierców, prasę ciągłego działania CPS+ z systemem kontroli emisji z prasy, obsługę płyt surowych oraz elektrykę i automatyzację zakładu.

Mazen Dukmak, Business Development Manager w zarządzie Al Talah powiedział: „Nasz przewodniczący, pan Hatem Farah, przewidział 18 lat temu wykorzystanie obfitości palm w naszym kraju do produkcji zrównoważonych produktów budowlanych. [...] Jesteśmy pierwszą na świecie firmą, która wykorzystuje przetworzone odpady palmowe do produkcji najwyższej jakości płyt OSB”.

<https://dieffenbacher.com/en/company/news/detail/dieffenbacher-plant-manufactures-osb-from-date-palm-fronds> -
dostęp 17.01.2022

Współpraca firm Stora Enso i Koskisen

Dwie fińskie firmy Stora Enso i Koskisen współpracują przy produkcji płyt meblowych w pełni opartych na biotechnologii. Jak donosi Stora Enso, fiński producent sklejk Koskisen jest „pierwszą” firmą, która zaczęła stosować biospoiwo NeoLigno firmy Stora Enso w nowej, zrównoważonej rodzinie produktów. Współpraca tych firm zaowocowała powstaniem biobazowej płyty meblowej o nazwie Zero Furniture Board.

Zarówno surowce, jak i materiały wiążące pochodzą z przepływów procesów produkcyjnych obu firm, dzięki czemu jest to kompletny produkt gospodarki o obiegu zamkniętym. W produktach nazwanych płytami Zero żywica na bazie surowców kopalnych jest zastąpiona biospoiwem ligninowym - NeoLigno® opracowanym przez Stora Enso.

Szef działu zarządzania produktami i badaniami w Koskisen stwierdził: „Nasza nowa rodzina produktów Zero odpowiada na rosnące zapotrzebowanie na biorozwiązania zarówno na rynkach krajowych, jak i eksportowych. Te nowe produkty umożliwiają producentom mebli oferowanie produktów o lepszej trwałości i bezpieczeństwie zdrowotnym”.

Płyta Zero Furniture Board jest produkowana w fabryce Koskisen w Järvelä. Podstawowy materiał na płyty meblowe Koskisen pochodzi z procesów produkcyjnych fabryki płyt i tartaku firmy. W produktach Zero lignina stosowana w spoiwie NeoLigno® została wyodrębniona podczas produkcji masy celulozowej Stora Enso w zakładzie Sunila. Dzięki temu wszystkie surowce w płycie są oparte na drewnie.

Testy na skalę przemysłową z ostateczną optymalizacją właściwości płyt meblowych są w toku i proces zbliża się do końca. Zero Furniture Board znajdzie się na rynku jesienią 2022 r. Po płycie meblowej kolejnymi produktami z rodziny Zero są sklejki. Stora Enso rafinuje ligninę komercyjnie od 2015 r.

<https://koskisen.fi/en/products-with-proven-safety/> - dostęp 17.01.2022

<https://www.sttinfo.fi/tiedote/the-worlds-first-100-wood-based-furniture-board-is-a-circular-economy-product-born-from-the-cooperation-of-koskisen-oy-and-stora-enso?publisherId=69818910&releaseId=69929456> - dostęp 17.01.2022

<https://www.woodandpanel.com/woodnews/article/stora-enso-and-koskisen-jointly-produces-fully-biobased-furniture-board/> - dostęp 18.01.2022

Klej do produkcji sklejk na bazie ligniny

Latvijas Finieris, światowy producent wyrobów ze sklejk brzozonej pod marką Riga Wood, używa obecnie do produkcji sklejk kleju na bazie biologicznej. Fenole kopalne w kleju zostały zastąpione bioligniną Lineo® firmy Stora Enso. Dzięki współpracy między Stora Enso i Latvijas Finieris od 2017 r. było możliwe zmniejszenie śladu węglowego produktów ze sklejk Riga Wood bez narażania ich wydajności technicznej. Według Latvijas Finieris potencjalny wpływ produktów firmy na środowisko został zredukowany nawet o 49%.

Zastosowanie ligniny w klejach do sklejk to najważniejsza innowacja w produktach ze sklejki od wielu dziesięcioleci. Na wszystkich rynkach pojawiają się wezwania do zmian, ponieważ konsumenci coraz częściej zwracają się w stronę produktów przyjaznych dla środowiska. Jednocześnie szybko rośnie zapotrzebowanie biznesu na odnawialne, biologiczne i cyrkulacyjne rozwiązania.

<https://www.storaenso.com/en/newsroom/news/2022/3/lignin-based-glue-used-in-plywood-production> - dostęp 01.03.2022

Unilin zamierza wykorzystywać 25% włókien z recyklingu do produkcji MDF

Firma Unilinod od pewnego czasu produkuje płyty drewnopochodne wyłącznie z drewna z odzysku. Płyty wiórowe produkowane przez Unilin zawierają 90% materiałów pochodzących z recyklingu. Dzięki własnej, innowacyjnej technologii, firma zaczęła przetwarzać też włókna drzewne ze zużytych płyt MDF i HDF na nowe płyty na skalę przemysłową.

Recykling tych płyt był przez długi czas utrudniony, ponieważ klej stosowany jako spoiwo włókien drzewnych nie mógł być oddzielony w sposób opłacalny na skalę przemysłową. Dlatego większość płyt MDF i HDF trafiała do spalarni po ok. 14-20 latach użytkowania. Dzięki innowacyjnej procedurze firmy teraz można poddać recyklingowi włókna drzewne z pozostałościami kleju i ponownie wykorzystać je do produkcji nowych materiałów, takich jak dekoracyjne płyty MDF i HDF, pokryte laminatem siostrzanej firmy Quick-Step. Dzięki tej technologii podwojony zostaje cykl życia włókien drzewnych, dając szansę wzrostu większej ilości drzew, a tym samym chroniąc przyrodę poprzez magazynowanie CO₂. Do 2030 r. firma planuje zastąpić co najmniej 25% mieszanych surowców, na poziomie grupowym, włóknami z recyklingu, dzięki czemu w materiałach pozostanie rocznie 380 tys. ton CO₂.

W pierwszej fazie recyklingowi będą poddawane materiały powstające wewnętrznie w zakładzie produkcyjnym w Bazeilles (Francja). W drugim etapie będą poddawane recyklingowi płyty o budowie włóknistej pozyskiwane z zewnątrz.

<https://www.unilinpanels.com/en/blog/recycling-mdf-hdf-new-technology> - dostęp 18.10.2021

Tomra skupia się na sortowaniu i recyklingu drewna

Jednostka biznesowa Tomra Recycling z norweskiej grupy Tomra Group twierdzi, że wzmocniła swoją ofertę dla globalnego sektora recyklingu drewna, stając się pierwszą na świecie, która wykorzystuje elementy sztucznej inteligencji (AI) w zastosowaniach do recyklingu drewna.

Firma połączyła swoją technologię AUTOSORT z dodatkiem do sortowania opartego na głębokim uczeniu GAIN, aby stworzyć rozwiązanie, które może rozróżniać i sortować różne rodzaje materiałów drewnopochodnych, usprawniając w ten sposób sortowanie i tym samym procesy produkcyjne.

Przedstawiciele firmy uważają, że branża płyt drewnopochodnych ma na celu zwiększenie w surowcach udziału materiałów pochodzących z recyklingu, co daje podwójne korzyści: drewno z recyklingu jest do 40% tańsze niż drewno świeże i na ogół wysuszone, co skutkuje znacznym zmniejszeniem zużycia energii w produkcji płyt. Obecnie brak infrastruktury hamuje rozwój sektora.

Philipp Knopp, menedżer produktu w Tomra Recycling, skomentował: „Recykling drewna to szybko rozwijający się rynek, na którym w wielu regionach na całym świecie wprowadzane są coraz bardziej rygorystyczne przepisy mające na celu przejście na bardziej cyrkularny model gospodarki. Nasze rozwiązanie AUTOSORT z GAIN wykorzystuje technologię głębokiego uczenia się, aby stworzyć solidne i elastyczne rozwiązanie, które z pewnością zostanie przyjęte przez producentów wyrobów z drewna na całym świecie. Umożliwi to również naszym klientom zabezpieczenie swoich działań na przyszłość, ponieważ będą oni lepiej przygotowani do dostosowywania się i reagowania na wszelkie przyszłe zmiany na globalnym rynku recyklingu drewna, takie jak nowe przepisy. Cieszymy się, że jako pierwsi na rynku oferujemy to rozwiązanie oparte na sztucznej inteligencji”.

Tomra Recycling powołując się na Europejski Bank Inwestycyjny z siedzibą w Luksemburgu podała, że Unia Europejska i Stany Zjednoczone „pozostawiają ok. 100 mln ton drewna odpadowego nieprzetworzonego”. Dlatego zaleca firmom zajmującym się recyklingiem i producentom płyt wiórowych inwestowanie w odpowiednią technologię sortowania, aby dotrzymać kroku wymaganiom przemysłu i ewoluować wraz z rynkiem.

Potencjalne rozwiązanie firmy to dwa systemy sortowania: jeden do usuwania materiałów obojętnych -metali, szkła, ceramiki, a drugi - sortownik optyczny ze zintegrowaną technologią głębokiego uczenia do rozdzielania odpadów drzewnych na różne klasy materiałów.

Urządzenie firmy X-Tract może być przydatne firmom zajmującym się recyklingiem i producentom płyt wiórowych w usuwaniu zanieczyszczeń, takich jak materiały obojętne - metale i szkło za pomocą technologii transmisji promieniowania rentgenowskiego (XRT) oraz „zapewnić wyjątkowe poziomy czystości surowców wtórnych”. Z kolei AutoSort GAIN „jest przeszkolony w zakresie wykrywania, analizowania i oddzielania drewna nieprzetworzonego i drewna przetworzonego”.

Głównym zastosowaniem nowego rozwiązania Tomry jest sortowanie drewna A, nieprzetworzonego, od drewna B, przetworzonych produktów z drewna, takich jak płyty: MDF, HDF, płyty wiórowe, w tym OSB. Aplikacja Tomra Wood A vs. Wood B wykorzystuje technologię głębokiego uczenia do sortowania i ekstrakcji zanieczyszczeń, których wcześniej nie można było wykryć, dzięki czemu po raz pierwszy można wykryć, przeanalizować i posortować każdy inny rodzaj drewna, i tym samym wydzielić czystą frakcję drewna.

<https://www.wastetodaymagazine.com/article/wood-recycling-tomra-sensor-sorting-a-scrap-b/> - dostęp 15.11.2021

<https://www.wastetodaymagazine.com/article/tomra-wood-sorting-recycling-team-2022/> - dostęp 31.01.2022

Systemy Argos Solutions do klasyfikacji powierzchni dekoracyjnych

W Biuletynie Informacyjnym OB-RPPD 1-2 (2021) została zamieszczona informacja o systemach Argos Grading System (AGS) do cyfrowej kontroli dekoracyjnych powierzchni. Zostało też podane, że systemy te zostały zakupione przez firmę Pfleiderer.

Z informacji podanych w styczniu 2022 r. wynika, że firma Laminex, jeden z największych australijskich producentów wyrobów z drewna i laminatów, ponownie wybrał Argos Solutions do zainstalowania automatycznych systemów klasyfikacji na liniach produkcyjnych powierzchni melaminowych. Argos Grading System za pomocą kontroli optycznej sprawdza powierzchnię pod kątem najmniejszych defektów i stale monitoruje proces produkcyjny. Zaawansowana technologia kamer kontrolujących powierzchnie pozwala zwiększyć prędkość produkcji i poprawić jakość. Systemy Argos są szybkie i dokładne, a także łatwe w instalacji i obsłudze.

Relacje między Argos i Laminexem sięgają 2005 r., kiedy Laminex kupił pierwszy system kontroli. Z biegiem lat firma rozrosła się i wzrosło zapotrzebowanie na wysokiej jakości systemy kontroli. Dwa nowe systemy będą uzupełnieniem już pracujących i zostaną dostarczone w 2022 r.

Zwiększony popyt na systemy Argos odczuwalny jest również w Ameryce Północnej. Systemy te zostały dostarczone do takich firm jak: Arauco, Roseburg, Tafisa, Uniboard i Weyerhaeuser. Dla przykładu w firmie Arauco system Argos Solutions klasyfikuje i kontroluje cyfrowo powierzchnie płyt MDF od 2010 r. Firma Tafisa z Kanady zakupiła drugi cyfrowy system kontroli powierzchni laminatów TFL (Thermo Fused Laminate. Nowa generacja ARGOS TFL SCANNER zapewnia znacznie więcej możliwości w zakresie kontroli jakości pod kątem wad i nierówności powierzchni. Skanowanie 45 stóp² (ok. 4,2 m²) płyt odbywa się co 5 sekund, a próby znalezienia defektów o wielkości zaledwie 1 mm² trwają przez 8 do 12 godzin. Dodatkowo wydajne procesy produkcyjne i kontrola jakości przyczyniają się do zmniejszenia ilości odpadów, co jest zgodne z wysokimi standardami Tafisa dotyczącymi zrównoważonego rozwoju.

<https://www.argossolutions.no/press-releases/laminex-selects-argos-solutions-for-new-grading-systems/> - dostęp 10.01.2022

<https://www.argossolutions.no/press-releases/tafisa-canada-invests-in-additional-digital-surface-inspection-from-argos-solutions/> - dostęp 10.01.2022

<https://www.argossolutions.no/customer-stories/arauco-relies-on-argos-they-help-us-optimize-our-people-and-the-quality-of-our-production/> - dostęp 10.01.2022

Nowe chińskie standardy GB dla MDF i LVL

Nowe Standardy Guobiao GB/T 11718-2021 dla płyt MDF i GB/T 20241-2021 LVL zostaną wdrożone 1 czerwca 2022 r.

Płyty MDF są najczęściej stosowanymi płytami pilśniowymi w Chinach. Produkcja tych płyt stanowi ponad 80% całkowitej produkcji płyt pilśniowych. W 2020 r. produkcja MDF w Chinach wyniosła ok. 53,47 mln m³.

Od czasu publikacji GB/T 11718-2009 „Medium Density Fiberboard” w 2009 r., odgrywa ważną rolę w regulowaniu produkcji MDF, poprawie jakości produktów MDF i promowaniu postępu technologicznego w branży.

W celu promowania wysokiej jakości rozwoju przemysłu płyt MDF, gdy zmieniono standard GB / T 11718-2021, przyjęto część międzynarodowego standardu dla tych płyt, a niektóre techniczne treści standardu zostały przeprowadzone w oparciu o aktualny stan rozwoju chińskiego przemysłu MDF i jakości produktu.

Norma została opracowana przez Furen Group Co., Ltd. Instytut Badawczy Przemysłu Drzewnego Chińskiej Akademii Leśnictwa we współpracy z wieloma przedsiębiorstwami branży drzewnej i towarzyszącymi.

LVL jest ważnym materiałem konstrukcyjnym, który jest szeroko stosowany w konstrukcjach jako belki dwuteowe i belki stropowe, ościeżnice drzwiowe i materiały meblowe.

Od czasu publikacji GB/T 20241-2006 „Laminated Veneer Lumber” w 2006 r. norma odegrała ważną rolę w regulowaniu produkcji LVL, poprawie jakości produktów i promowaniu rozwoju konstrukcji z drewna i przemysłu opakowaniowego.

Kiedy norma GB/T 20241-2021 została zmieniona, odpowiednie normy Japonii i Unii Europejskiej zostały w niej w pełni przywołane, a odpowiednie normy ISO zostały przyjęte w połączeniu ze stanem rozwoju chińskiego przemysłu i produktów z LVL. Niektóre techniczne treści normy zostały znacząco zrewidowane.

Norma została opracowana przez Instytut Przemysłu Drzewnego Chińskiej Akademii Leśnictwa, Uniwersytet Leśny w Nanjing, Lulin Wood (Linyi) Co., Ltd., Taizhou Kemian Wood Co., Ltd., Jiangsu Fuqing Wood Co., Ltd. i Guannan Yindeleng Wood Industry Co., Ltd., Krajowe Centrum Nadzoru Jakości i Kontroli Paneli Drewnianych oraz Produktów z Drewna i Bambusa, Zhejiang Forestry Research Institute, Guangxi Guigang Hanbang Wood Co., Ltd., Shuyang County Peony Wood Sp. zo.o. i inne jednostki.

Obie normy są wydawane i wdrażane w celu regulowania produkcji i handlu powiązаныmi produktami.

<https://www.yalongwood.com/new-chinese-gb-standards-for-mdf-and-lvl/> - dostęp 09.12.2021

Firma inżynierska z siedzibą w Japonii opracowała ścianę z CLT odporną na trzęsienia ziemi

Japońska firma inżynierska Kozo Keikaku Kenkyusho (znana również jako Kozo Keikaku Engineering, Inc.) opracowała konstrukcję ściany zaprojektowaną tak, aby była odporna na fale spowodowane trzęsieniami ziemi.

Wykonana z płyt CLT ściana jest zbudowana w „szachownicę”, wsparta na stalowych płytach i kołkach rozporowych. Podczas opracowywania ściany blokowej wzięto pod uwagę odporność sejsmiczną, elementy światła dziennego, wentylację pasywną, a także estetyczny wygląd.

Ten odporny na trzęsienia ziemi projekt ściany zostanie wykorzystany w przedszkolu Heisei Gakuen Himawari (znanym „dziecięcy ogród”), który jest projektowany przez Kengo Kuma & Associates, przy współpracy z Kozo Keikaku Kenkyusho. Przedszkole będzie miało dwukondygnacyjną konstrukcję i będzie otoczone ogrodem.

<https://pop.inquirer.net/115401/japan-based-engineering-firm-develops-an-earthquake-resistant-wall> - dostęp 24.09.2021

Patrząc wstecz na 2021 - Looking back to 2021

31 grudnia 2021 r. w „Wood&Panel” podsumowano najważniejsze osiągnięcia w branży w 2021 r. Podkreślono, że w ciągu ostatnich dwóch lat zaszło wiele zmian, ale najbardziej zauważalną jest przyspieszenie cyfryzacji. Szczególnie zostało docenione wydarzenie cyfrowe, LIGNA. Innovation Network. Za zgodą „Wood&Panel” przedstawiamy te wydarzenia:

- Obróbka drewna jako usługa („Woodworking as a Service”) od innowatora WEINIG,
- HOMAG wprowadza na rynek nową generację rozwiązań do nestingu (HOMAG launches next generation of nesting solutions),
- KLEIBERIT stawia duże i innowacyjne kroki w przyszłość (KLEIBERIT is taking big and innovative steps into the future),
- LIGNA.IN triumfalnie debiutuje (LIGNA.IN makes its triumphant debut),
- Łączność - Elastyczność - Usługi w chmurze: imos AG prezentuje swoją nową wersję iX 2021 (Connectivity - Flexibility - Cloud Services: imos AG presents its new version iX 2021),
- Cefla Live Global: Musisz wziąć udział w wydarzeniu (Cefla Live Global: A must attend event),
- Ammeraal Beltech wprowadza nową gamę RAPPLON (Ammeraal Beltech brings new range of RAPPLON) XYLEXPO 2022 w poszukiwaniu nowych synergii,
- SCMIInteligentna i ludzka fabryka (Smart&Human Factory),
- LEUCO zwiększa wydajność obróbki w cichszy sposób (LEUCO enhances tooling efficiency in a quieter way).

Obróbka drewna jako usługa - Woodworking as a Service

Firma WEINIG stawia na nowy model biznesowy „Woodworking as a Service”, który zapewnia większą elastyczność w radzeniu sobie z wahaniami rynkowymi i ekonomicznymi. Program będzie wdrażany w ciągu najbliższych dwóch lat. Umożliwi to klientom płacenie za maszyny zgodnie z rzeczywistym użyciem, co oznacza, że maszyna nie zostanie zakupiona raz za kwotę X, ale klienci otrzymają maszynę, której wykorzystanie będzie fakturowane w regularnych odstępach czasu. W ten sposób firma WEINIG stawia na efektywność

maszyny - jej wydajność, dostępność i serwis w centrum modelu biznesowego, a nie tylko samą maszynę.

Dzięki wsparciu programu finansowania „InvestBW” landu Badenia-Wirtembergia, Grupa WEINIG uzyskała zgodę na finansowanie innowacji w modelu biznesowym „Woodworking as a Service”. Program zapewnia finansowanie firmom z Badenii-Wirtembergii projektów badań technologicznych i rozwoju, mające na celu nowatorskie, oparte na danych modele biznesowe i usługi (znane jako „inteligentne usługi”).

Więcej informacji: <https://www.woodandpanel.com/woodnews/article/looking-back-at-2021> - dostęp 12.11.2021

HOMAG wprowadza na rynek nową generację rozwiązań do nestingu - HOMAG launches next generation of nesting solutions

Firma HOMAG odpowiedziała na zapotrzebowanie rynku, wprowadzając nową generację maszyn do zastosowań w nestingu, w których najważniejsze są zrównoważony rozwój, elastyczność i wydajność. Dwa nowe modele, CENTATEQ N-210 i CENTATEQ N-510, są już dostępne. W obszarze elastyczności, wymagania w zakresie obróbki 5-osiowej mogą być spełnione, oprócz klasycznych zadań nestingu, poprzez zwiększenie maksymalnej wysokości całkowitej w kierunku Z na nowych maszynach. Nowa generacja maszyn jest dostępna zarówno w konfiguracjach wolnostojących, jak i zautomatyzowanych, zawiera zaktualizowane konfiguracje stołów rastrowych w celu zwiększenia zarówno wydajności, jak i elastyczności. Oprócz konstrukcji stołu, koncepcja podciśnienia, poduszki powietrznej i komponenty do obsługi materiałów zostały ponownie przeemyślane i zoptymalizowane. Dostosowano również system wymiany narzędzi, aby zoptymalizować czasy i ustawienia nieprodukcyjne. Maszyny zostały opracowane zgodnie z naczelnymi zasadami niższych nakładów inwestycyjnych dla klienta, standardów jakości HOMAG i skróconego czasu montażu w fabrykach, co skutkuje większą dyspozycyjnością dla klientów.

Więcej informacji: www.woodandpanel.com/woodnews/article/homag-launches-next-generation-of-nesting-solutions/ - dostęp 17.11.2021

KLEIBERIT stawia duże i innowacyjne kroki w przyszłość - KLEIBERIT is taking big and innovative steps into the future

Intensywne prace badawczo-rozwojowe oraz szeroka gama rozwiązań w zakresie technologii aplikacji stały się podstawą innowacyjnych rozwiązań dostępnych obecnie w asortymencie produktów KLEIBERIT. Dzięki całkowicie nowej serii klejów termotopliwych PUR, opartej w ponad 50% na surowcach odnawialnych, firma KLEIBERIT realizuje swoje cele dotyczące zrównoważonej i zasobooszczędnej produkcji oraz stosowania wysokowydajnych klejów do zastosowań przemysłowych i rzemieślniczych.

W rezultacie KLEIBERIT spełnia wymagania rynku przemysłu meblarskiego i dostawców, aby cykl życia produktu był zrównoważony, od produkcji, przez użytkowanie po ostateczną utylizację.

Pod nazwą KLEIBERIT BioMelt PUR dostępna jest cała gama klejów termotopliwych PUR do różnych zastosowań na bazie biologicznej. Do obrzeży materiałów płytowych dostępny jest materiał KLEIBERIT 707.9.80, charakteryzujący się wyjątkową odpornością na ciepło, zimno i parę. Produkt osiąga doskonałe wyniki przy oklejaniu materiałów płytowych taśmami obrzeżowymi, takimi jak ABS, PMMA, PVC, PP, fornir i wieloma standardowymi obrzeżami litymi. Zapewnia najwyższą jakość klejenia, szczególnie w kuchniach i pomieszczeniach o dużej wilgotności.

Innym przykładem jest KLEIBERIT 702.0.80 do oklejania wstępnie obrobionych profili PCV i materiałów drewnianych foliami PCV i papierami dekoracyjnymi. Ten biologiczny klej topliwy PUR charakteryzuje się bardzo wysoką wytrzymałością początkową, a przede wszystkim ogromną odpornością na wysokie i niskie temperatury w zakresie od -40 do ponad 140°C.

https://www.woodandpanel.com/woodnews/article/kleiberit-is-taking-big-and-innovative-steps-into-the-future/?utm_medium=email&utm_campaign=Final+da+at+LIGNA.Innovation%20+Sie%C4%87+%28test%29&utm_source=YMLP

LIGNA.IN triumfalnie debiutuje - LIGNA.IN makes its triumphant debut

Nowe wydarzenie cyfrowe, LIGNA. Innovation Network odbyło się w dniach 27-29 września 2021 r. 120 wystawców i ponad 80 renomowanych prelegentów z przemysłu, polityki i badań wyznaczyło nowe impulsy i pokazało perspektywy dla branży. Ponad 5000 zarejestrowanych uczestników poznało innowacje i trendy w branży. Wydarzenie zostało zorganizowane przez Deutsche Messe Hannover wraz ze Stowarzyszeniem Maszyn do Obróbki Drewna VDMA zgodnie z głównymi tematami LIGNA: przetwarzanie materiałów ekologicznych, transformacja obróbki drewna i procesy budowy prefabrykatów.

W celu promowania dialogu na rzecz biogospodarki zorientowanej na przyszłość, po raz pierwszy w historii odbył się Szczyt Przemysłu Drzewnego. Konferencja internetowa zgromadziła ponad 30 międzynarodowych ekspertów z przemysłu i polityki, którzy przyjrzeni się biogospodarce opartej na drewnie z różnych perspektyw.

Uznani prelegenci przedstawili idee i wizje na temat: Transformacji obróbki drewna poprzez digitalizację i networking. W tym miejscu podkreślono obecne i przyszłe osiągnięcia w zakresie cyfryzacji oraz omówiono ich możliwości dla przemysłu - od przedsiębiorstw rzemieślniczych po grupy przemysłowe.

W głównym temacie: Procesy budowy prefabrykatów w budownictwie drewnianym omówiono wykorzystanie drewna jako materiału budowlanego oraz odpowiednie etapy planowania, prefabrykacji i montażu konstrukcji drewnianych.

Nie zaniedbano również rzemiosła drzewnego. W „Spotlight Handwerk” eksperci udzielali impulsów i sugestii na różne tematy, takie jak azbest i bezpieczeństwo pracy, pomiary cyfrowe czy cyfryzacja w szkoleniach.

Pod hasłem: Projektowanie własnej powierzchni, eksperci i użytkownicy podkreślali aktualne trendy w projektowaniu wysokiej jakości i indywidualnych powierzchni oraz relacjonowali swoje doświadczenia podczas drugiej konferencji Sympozjum DIPA (Digital Printing Association).

Kolejna LIGNA odbędzie się w dniach 15-19 maja 2023 r.

Wcześniej w dniach 1-2 czerwca 2022 r. odbędzie się pierwsza konferencja Rosenheim LIGNA. Conference. Organizatorem jest Deutsche Messe wraz z TH Rosenheim.

Więcej informacji: <https://www.woodandpanel.com/woodnews/article/ligna-in-makes-a-triumphant-debut/> - dostęp 30.09.2021

Łączność - Elastyczność - Usługi w chmurze: imos AG prezentuje swoją nową wersję iX 2021 - Connectivity - Flexibility - Cloud Services: imos AG presents its new version iX 2021

imos AG, globalna firma programistyczna z siedzibą w Herford/East Westfalia, kładzie nacisk na rozwój i sprzedaż cyfrowych komponentów systemowych dla przemysłu meblarskiego i obróbki drewna.

Przy opracowaniu nowej wersji skupiono się na rozszerzeniu usług w chmurze i na sieciach cyfrowych w branży. W imos realizowana jest strategia otwarcia własnej technologii, która podnosi na nowy poziom możliwości współpracy w zakresie produkcji i marketingu. W ten sposób uwzględniono globalny trend, zgodnie z którym firmy przemysłowe, podobnie jak przedsiębiorstwa rzemieślnicze, coraz częściej projektują swoje modele biznesowe poza granicami firmy, sprzedając produkty na arenie międzynarodowej i modernizując swoje usługi - wyjaśnił Winfried Dell, dyrektor generalny imos AG, podczas premiery iX 2021 (21 września 2021).

Autonomiczne aplikacje oprogramowania oferują ogromne korzyści w zakresie bezpieczeństwa i szybkości wymiany danych dzięki unikaniu interfejsów. Wraz z nową wersją iX 2021 imos kroczy jednak ścieżką w kierunku integracji usług w chmurze innych dostawców. Niezależnie od tego, czy są to producenci maszyn, czy dostawcy, w całej branży istnieje trend w kierunku technologii online, które wspierają przepływ pracy. Użytkownicy iX mogą w ten sposób rozszerzyć zakres funkcjonalny swojego oprogramowania, a jednocześnie współpraca w ramach branży meblarskiej staje się bardziej atrakcyjna, całkowicie w duchu Industry 4.0.

Więcej informacji: <https://www.woodandpanel.com/woodnews/article/imos-ag-presents-its-new-version-ix-2021/> - dostęp 30.09.2021

Cefla Live Global: Musisz wziąć udział w wydarzeniu - Cefla Live Global: A must attend event

Podczas globalnego tygodnia Cefla Live, od 7 do 11 czerwca 2021r., specjaliści ds. produktów i technologii Cefla ilustrowali w akcji zarówno poszczególne maszyny, jak i kompletne linie. Odkryto się pięć seminariów internetowych. Każde z nich było doskonałą okazją do zrozumienia technologii, uzyskania szczegółowych informacji na temat innowacji i przyjrzenia się najnowocześniejszym rozwiązaniom cyfrowym, które zapewniają korzyści pod względem wydajności, zrównoważonego rozwoju i kontroli procesów.

Z trzech LAB na żywo w siedzibie Cefla Finishing we Włoszech, w Ameryce Północnej i Chinach Cefla odbyły się webinaria tak, aby każdy mógł wziąć w nich udział ze swoich regionów i skontaktować się ze specjalistami ds. technologii, procesów, wykańczania i druku cyfrowego.

Więcej informacji: <https://www.woodandpanel.com/woodnews/article/cefla-live-global-a-must-attend-event/> - dostęp 27.05.2021

Ammeraal Beltech wprowadza nową gamę RAPPLON - Ammeraal Beltech brings new range of RAPPLON

Ammeraal Beltech niedawno wprowadził nową gamę płaskich pasów RAPPLON High Performance dla logistyki. Dzięki zdefiniowanej historii oferowania wysokiej jakości produktów w przemyśle drzewnym oraz znanym z innowacji w produkcji taśm przenośnikowych i procesowych oraz spełnianiu wymagań przemysłu, Ammeraal Beltech uczestniczył w LIGNA. Innovation Network oferując rozwiązania dla tartaków, producentów mebli, linii wykończeniowych i producentów płyt.

Ammeraal Beltech wprowadził na rynek płaskie pasy nowej generacji RAPPLON High Performance zaprojektowane specjalnie z myślą o zapewnieniu maksymalnej niezawodności na wszystkich etapach przetwarzania, niezależnie od tego, czy chodzi o znaczne wahania temperatury, w pełni obciążone zatrzymania i starty, sekcje nachylenia i spadku, czy jakiegokolwiek inne wyzwania operacyjne lub środowiskowe.

Więcej informacji: <https://www.woodandpanel.com/woodnews/article/ammeraal-beltech-brings-new-range-of-rapplon-eases-logistics-trouble/> - dostęp 21.09.2021

XYLEXPO 2022 w poszukiwaniu nowych synergii - XYLEXPO 2022: Searching for new synergies

W dniach 12-15 października 2022 r. na Fiera Milano-Rho zostanie zaprezentowana nowa, duża koncepcja wystawiennicza poświęcona technologii produkcji, będąca efektem współpracy pomiędzy BI-MU i Xylexpo, odpowiednio zorganizowanej przez Ucimu-Sistemi per produrre - stowarzyszenie włoskich producentów narzędzi (machine tools), robotów i automatyki - oraz Acimall, stowarzyszenie włoskich producentów maszyn do obróbki drewna.

Kluczowymi tematami Xylexpo 2022 będą transformacja cyfrowa, zrównoważony rozwój, wydajne metody zgodnie z zasadami Industry 4.0.

Więcej informacji: [https://www.woodandpanel.com/woodnews/article/xylexpo-2022-searching-for new-synergies/](https://www.woodandpanel.com/woodnews/article/xylexpo-2022-searching-for-new-synergies/) - dostęp 07.10.2021

SCM Inteligentna i ludzka fabryka - SCM Smart&Human Factory

Podczas LIGNA Innovation Network, SCM zwrócił uwagę na Smart&Human Factory, cyfrową i przyjazną dla użytkownika fabrykę, która stale ewoluuje, aby sprostać potrzebom elastycznej i „partii 1” produkcji.

Smart&Human Factory firmy SCM to najnowocześniejszy model produkcji dla przemysłu meblarskiego, który wykracza poza tradycyjne systemy automatyki. Wszystko to dzięki zautomatyzowanym, elastycznym, modułowym i łatwo rekonfigurowalnym komórkom, zintegrowanym z oprogramowaniem i usługami cyfrowymi, przemysłowymi robotami przegubowymi i współpracującymi oraz inteligentnymi bezzałogowymi wahadłowcami, programowalnymi zgodnie z układem jednostki produkcyjnej i zdolnymi do poruszania się w pracy wraz z operatorem w całkowitym bezpieczeństwie. Ogniwa te można zestawiać ze sobą tak, aby odpowiadały potrzebom każdego klienta i spełniały najbardziej zróżnicowaną obróbkę i wymagania przestrzenne. Jest to idealne rozwiązanie, aby spełnić marzenie o jednej fabryce, jednym magazynie, jednej strefie montażu, pakowania i wysyłki, poprzez maksymalne uproszczenie potrzeb produkcyjnych i logistycznych.

Więcej informacji: <https://www.woodandpanel.com/woodnews/article/scms-smarthuman-factory-and-digital-integrated-woodworking-process-at-ligna-in/> - dostęp 30.09.2021

LEUCO zwiększa wydajność oprzyrządowania - LEUCO enhances tooling efficiency in a quieter way

LEUCO wprowadza nowy kaptur ochronny (ssawę) do cichego odprowadzania wiórów. Nowy, pochłaniający hałas, podwójny kaptur jest bardziej czystszy i wspiera cichsze odwiórowanie, automatycznie dopasowując się do grubości obrabianej płyty. Wydajność wzrasta, a sprzęt pracuje czystej i ciszej. Ponadto zoptymalizowane odwiórowanie podnosi jakość produkcji.

Nowy kaptur firmy LEUCO przeznaczony jest do stosowania na czopiarkach dwustronnych, jak również na dużych okleiniarkach z podwójnym rozdrabniaczem. Na tego typu urządzeniach przemysłowych zwiększa wydajność wychwytywania wiórów do nowego poziomu. Głównym tego powodem jest zakotwiczenie górnej połówki kołpaka do górnej belki dociskowej, ponieważ zmienia się to wraz ze zmianą grubości przedmiotu obrabianego. W ten sposób kaptur zawsze dopasowuje się do odpowiedniej wysokości w stosunku do grubości panelu. Rezultatem jest stała, wąska szczelina - najlepiej ok. 2 mm między osłoną a przedmiotem obrabianym i tym samym bardzo wydajne odsysanie.

Więcej informacji: <https://www.woodandpanel.com/woodnews/article/leuco-enhances-tooling-efficiency-in-a-quieter-way/> - dostęp 08.05.2021

<https://www.woodandpanel.com/woodnews/article/looking-back-at-2021> - dostęp 31.12.2021

Dziękujemy pani Chitralkha Banerjee - Associate Editor Manager - Public Relations Wood & Panel za pozwolenie na zamieszczenie powyższych materiałów.

Inteligentna inżynieria firmy Siempelkamp dla przyszłych pokoleń

Wiosną 2022 r. grupa Siempelkamp zapowiedziała nową strategię w zakresie komunikacji: „Inteligentna inżynieria dla przyszłych pokoleń”. Oznacza to obietnicę wydajności firmy Siempelkamp, dotyczącą wzmocnienia istniejącej wiedzy za pomocą nowych, wizjonerskich treści.

Kluczową kompetencją Grupy Siempelkamp jest inżynieria, która od wielu dziesięcioleci zakotwicza nowe koncepcje i technologie dostosowywane do aktualnych wyzwań rynku. Ta innowacyjna siła charakteryzuje pierwszorzędną reputację firmy w wielu sektorach, od przemysłu materiałów drewnopochodnych po technologię formowania metali i odlewania. Ta podstawowa kompetencja będzie otoczona w nowym wyzwaniu dwiema cechami, które odzwierciedlają strategię Siempelkamp: „Inteligentna inżynieria” i „...dla przyszłych pokoleń”.

„Inteligentna inżynieria” w szczególności integruje doświadczenie Siempelkamp w dziedzinie cyfryzacji z jego nowym umiejscowieniem. We wszystkich obszarach firma koncentruje się na zautomatyzowanych, a tym samym wydajnych procesach, zwiększających produktywność. Cyfrowy bliźniak zakładu, innowacyjna technologia sterowania Prod-IQ®, nowe podejścia do uczenia maszynowego to tylko kilka przykładów podejścia firmy Siempelkamp do zapewnienia maksymalnej wydajności w obszarze wykorzystania surowców i projektowania instalacji, zwiększania produktywności i jednocześnie zapewnienie jakości produktu na najwyższym poziomie.

„... dla przyszłych pokoleń” - ten element wyzwania zwraca uwagę na odpowiedzialność za uczynienie przemysłu i społeczeństwa zrównoważonymi, nowoczesnymi i długotrwałymi. Jako globalna firma rodzinna, Siempelkamp czuje się zobowiązana do tej odpowiedzialności i dostosowuje swoją działalność biznesową do potrzeb przyszłych pokoleń. Koncepcja zrównoważonego rozwoju firmy Siempelkamp obejmuje na przykład badania i rozwój w dziedzinie alternatywnych surowców i recyklingu w celu ochrony malejących zasobów drewna. Wspiera również portfolio produktów nastawione na efektywność energetyczną.

Nowe hasło „Inteligentna inżynieria dla przyszłych pokoleń” łączy w spójną, ogólną koncepcję kluczowe wartości, takie jak odpowiedzialność i pionierski duch, ambicja i zrównoważony rozwój. To oznacza możliwości, aby jeszcze ściślej dostosować kompetencje technologiczne firmy do przyszłych tematów cyfryzacji i zrównoważonego rozwoju” - podkreślił Martin Stark, Prezes Zarządu Grupy Siempelkamp.

https://www.siempelkamp.com/aktuelles/news/siempelkamp-positioniert-sich-mit-neuem-claim-intelligent-engineering-for-future-generations/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=eb2cffc69a29512d2e0ae078c47ad0a0 - dostęp 31.03.2022

Nagroda za innowacyjność dla włókien węglowych wykonanych z drewna

Naukowcy z Centrum Kompetencji Materiałów Biopolimerowych Niemieckiego Instytutu Badań Włókienniczych i Włókienniczych (DITF) w Denkendorf ze Stowarzyszenia Zuse opracowali proces produkcji zaawansowanych technologicznie włókien z drewna liściastego, który został nagrodzony nagrodą za innowacyjność. Opracowany i opatentowany proces-HighPerCellCarbon, został ogłoszony zwycięzcą nagrody „Celulose Fibre Innovation of the Year 2022” na „Międzynarodowej konferencji na temat włókien celulozowych 2022” na początku 2022 r.

Włókna węglowe są bardzo lekkie, ale niezwykle sprężyste i odporne na ciepło. Zastosowania techniczne tych włókien są bardzo zróżnicowane. Stosowane są jako część włóknistych materiałów kompozytowych, zwłaszcza w budowie pojazdów oraz w przemyśle lotniczym.

Zwykle produkcja włókien węglowych opiera się na poliakrylonitrylu - substancji na bazie ropy naftowej. W trakcie procesu powstają toksyczne gazy spalinowe, które należy oczyścić. Proces produkcyjny jest zatem mało ekologiczny, a także kosztowny. Do produkcji włókien high-tech naukowcy zamiast oleju wykorzystali drewno - w tym celulozę i ligninę z drewna bukowego. Jednocześnie stworzyli proces, który nie wytwarza żadnych gazów spalinowych ani innych toksycznych produktów ubocznych, a także całkowicie poddaje recyklingowi wszystkie rozpuszczalniki i włókna prekursorowe.

Proces HighPerCellCarbon obejmuje przędzenie na mokro włókien celulozowych przy użyciu cieczy jonowych jako bezpośrednich rozpuszczalników. Centralną częścią techniczną jest proces przędzenia filamentu. Proces odbywa się w systemie zamkniętym, przyjaznym dla środowiska. W procesie tym rozpuszczalnik jest całkowicie zawracany do obiegu. Następnie w procesie stabilizacji niskociśnieniowej, wytworzone włókna celulozowe są bezpośrednio przekształcane we włókna węglowe, po czym następuje odpowiedni proces karbonizacji. W nowym centrum technicznym zajmującym się drewnem liściastym proces badawczy DITF ma osiągnąć dojrzałość rynkową.

<https://biooekonomie.de/nachrichten/neues-aus-der-biooekonomie/innovationspreis-fuer-carbonfasern-aus-holz> - dostęp 02.03.2022

Grzegorz Kowaluk, Danuta Nicewicz

RÓŻNE WIADOMOŚCI Z BRANŻY DRZEWNEJ

Szczyt klimatyczny COP26

Szczyt klimatyczny COP26 był zorganizowany w Glasgow. Rozpoczął się 31 października i zakończył z jednodniowym opóźnieniem - 13 listopada 2021 r. Gospodarzem konferencji była Wielka Brytania, która przewodniczyła COP26 we współpracy z Włochami. Konferencję - pierwotnie zaplanowaną na 2020 r. - przełożono o rok ze względu na pandemię COVID-19. Przedstawiciele 196 państw i setki przedstawicieli otoczenia gospodarczego spotkali się w Glasgow, aby wytyczyć kierunki dla międzynarodowej polityki klimatycznej w celu ratowania naszej planety. W obradach uczestniczyły wszystkie państwa członkowskie UE. Łączną liczbę uczestników szacowano się na ok. 25 tys. osób. Przedstawicielami UE byli: przewodniczący Rady Europejskiej Charles Michel, przewodnicząca Komisji Europejskiej Ursula von der Leyen i premier Słowenii Janez Janša, reprezentujący prezydencję słoweńską w Radzie UE.

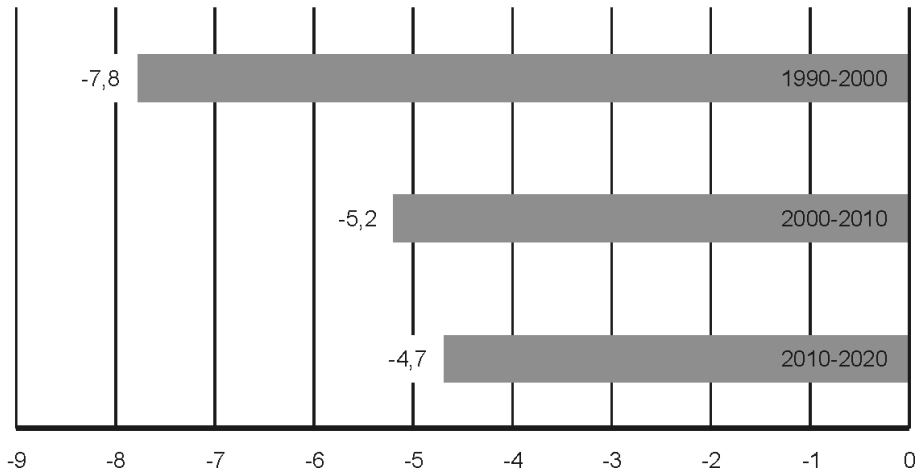
Konferencja klimatyczna miała cztery główne cele:

- zapewnić ogólnosiatową neutralność pod względem emisji dwutlenku węgla do połowy stulecia,
- zatrzymać wzrost globalnego ocieplenia na poziomie 1,5°C w porównaniu z poziomem sprzed epoki przemysłowej,
- zobowiązać się do uruchomienia 100 mld USD rocznie do 2025 r., aby pomóc krajom rozwijającym się w radzeniu sobie z negatywnymi skutkami zmiany klimatu,
- sfinalizować zbiór przepisów regulujących wdrażanie porozumienia paryskiego.

W pierwszej, dużej umowie szczytu COP26 ponad 100 światowych liderów podpisało deklarację w sprawie lasów i użytkowania gruntów, aby zakończyć i odwrócić proces wylesiania do 2030 r.

Zmniejszającą się powierzchnię lasów na świecie w ostatnich trzech dekadach przedstawiono na Rys. 1. (opr. własne na podstawie UN Food and Agriculture Organization 2020).

Średnia powierzchnia traconych lasów (w mln ha)



Rys. 1. Zmniejszająca się powierzchnia lasów na świecie w ostatnich trzech dekadach

W deklaracji podkreślono kluczową i współzależną rolę lasów wszelkiego rodzaju, bioróżnorodności i zrównoważonego użytkowania gruntów w umożliwianiu świata osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju; pomoc w osiągnięciu równowagi między antropogeniczną emisją gazów cieplarnianych a usuwaniem przez „pochłaniacze”; przystosowanie się do zmian klimatycznych oraz utrzymanie innych usług ekosystemowych.

Jednocześnie potwierdzono zbiorowe i indywidualne zobowiązania, dotyczące Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie Zmian Klimatu i Porozumienia Paryskiego, Konwencji o Różnorodności Biologicznej, Konwencji ONZ w sprawie zwalczania pustynnienia, Celów Zrównoważonego Rozwoju i inne inicjatywy.

Uznano, że osiągnięcie celów związanych z użytkowaniem gruntów, klimatem, różnorodnością biologiczną i zrównoważonym rozwojem, zarówno na poziomie globalnym, jak i krajowym, będzie wymagało dalszych działań transformacyjnych w powiązanych ze sobą obszarach zrównoważonej produkcji i konsumpcji; rozwoju infrastruktury; handlu, finansów i inwestycji oraz wsparcia dla drobnych rolników, ludności rdzennej i lokalnych społeczności, które utrzymują się z lasów i odgrywają kluczową rolę w ich zarządzaniu. Kraje, które podpisały zobowiązanie - w tym m.in. Kanada, Brazylia, Rosja, Chiny, Indonezja, Demokratyczna Republika Konga, USA, Wielka Brytania, Polska - posiadają ok. 85% światowych zasobów leśnych. Rządy 28 krajów zobowiązały się również do zaprzestania wylesiania wynikającego ze światowego handlu żywnością i innymi produktami rolnymi, takimi jak olej palmowy, soja i kakao. Branże te powodują utratę lasów, wycinając drzewa, aby zyskać miejsce do wypasu zwierząt lub uprawy. Ponad 30 największych światowych firm finansowych - w tym Aviva, Schroders i Axa - również obiecało zakończyć inwestycje w działalność związaną z wylesianiem.

Eksperci z zadowoleniem przyjęli te deklaracje, ale ostrzegli, że poprzednia umowa z 2014 r., nie spowodowała wylesiania”.

Wieczorem 13.11.2021 podano treść porozumienia końcowego, nad którym dyskutowano do ostatniej chwili. Zawartych jest w nim wiele nadziei, ale i wątpliwości.

Konferencja klimatyczna ONZ po raz pierwszy wezwała państwa świata do odejścia od paliw kopalnych, w tym węgla kamiennego. Zaakceptowany przez ok. 200 państw „Pakiet klimatyczny z Glasgow” wzywa ponadto do zaprzestania „niewydajnego” subwencjonowania ropy naftowej, gazu ziemnego i węgla kamiennego. Pod naciskiem silnie uzależnionych od węgla kamiennego Chin i Indii w tekście porozumienia końcowego „odejście” zastąpiono łagodniejszym sformułowaniem „stopniowe zmniejszanie” wydobycia i stosowania węgla kamiennego jako paliwa. Uczestników COP26 wezwano również do odejścia od energetyki węglowej i zaprzestania subwencji paliw kopalnych. Podczas obrad stopniowo jednak łagodzono retorykę i w rezultacie w tekście końcowej deklaracji mówi się tylko o węglu kamiennym i sekwestracji dwutlenku węgla, jak również „niewydajnych” subwencjach, przy czym samo pojęcie „niewydajne” nie zostało bliżej zdefiniowane.

Zobowiązanie do zatrzymania średniego wzrostu temperatury na Ziemi w granicach 1,5°C w stosunku do początku ery przemysłowej i do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych przyjęli wszyscy uczestnicy COP26. Zgodnie z nim dotychczasowe plany ochrony klimatu na Ziemi mają zostać zastrzone do końca 2022 r. Ma to jednak charakter dobrowolny, a nie obowiązkowy. W oświadczeniu końcowym konferencji podkreślono konieczność zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych o 45% w bieżącym dziesięcioleciu, o ile zatrzymanie wzrostu temperatury w granicach 1,5°C ma być realne.

Obiecano pomoc państwom ubogim w celu złagodzenia niekorzystnych skutków zmian klimatu. Już dziś miliony ich mieszkańców cierpią wskutek długotrwałych suszy i upałów, względnie zmagają się z huraganami i powodzią. Dlatego pomoc dla nich ma zostać podwojona do 2025 r. z obecnych ok. 20 do 40 mld dolarów.

Po raz pierwszy uwzględniono wysuwane od lat żądania państw ubogich o utworzenie funduszu, z którego można by wypłacać rekompensaty dla ofiar szkód i strat spowodowanych klęskami żywiołowymi. Chodzi tu o zniszczenia i przesiedlenia ludności wymuszane suszą, powodzią albo huraganami. Nie określono jednak wysokości sum wpłacanych na ten fundusz. Stwierdzono jedynie, że powinny one pokryć koszty „wsparcia technicznego” związanego z usuwaniem powstałych szkód, ale nie ich całkowitego wyrównania.

Zdecydowano doprecyzować Porozumienie Paryskie z 2015 r. Jego tekst od lat zawiera kwestie otwarte. Chodzi tu między innymi o przejrzystość i weryfikowalność doniesień jego sygnatariuszy, składanych do sekretariatu klimatycznego ONZ, a dotyczących ich postępów w działaniach na rzecz ochrony klimatu. Poza tym uzgodniono zasady handlu certyfikatami emisji zanieczyszczeń, które w większym niż obecnie stopniu przyczynią się do ochrony klimatu.

Postanowienia COP26 nie przez wszystkich uczestników zostały przyjęte z zadowoleniem. Sekretarz Generalny ONZ António Guterres nie krył swego rozczarowania wynikami szczytu w Glasgow. Powiedział m.in. „to ważny krok, ale niewystarczający. Nadszedł czas, by przejść na tryb awaryjny”. Konferencja w Glasgow nie oddaliła zagrożenia w postaci globalnego kryzysu klimatycznego. Jej postanowienia są „niewystarczające i pełne sprzeczności”. Zdaniem Sekretarza Generalnego ONZ katastrofa klimatyczna puka do naszych drzwi, a „nasza wrażliwa planeta wisi na włosku”.

Jako głównych winowajców nadmiernej emisji i niszczenia środowiska wskazano kraje rozwijające się, których produkcja przemysłowa jest mało ekologiczna. One z kolei obwiniają bogate państwa za to, że to one zanieczyściły środowisko w trakcie swojego rozwoju. W tle szczytu dostrzegane były kwestie finansowe, pieniądze, które będzie można zarobić na globalnym systemie handlu emisjami oraz na oferowaniu biednym krajom zielonych źródeł energii. Wszystko wskazuje na to, że skutkiem globalnego systemu handlu emisjami będą wyższe rachunki za energię elektryczną w krajach, gdzie nie ma elektrowni atomowych, a udział OZE jest niewielki. Takim krajem m.in. jest Polska.

W końcowej fazie szczytu podjęto decyzję, że kolejny ONZ-owski szczyt klimatyczny, COP27, odbędzie się w 2022 r. w Szarm el-Szejk w Egipcie, a gospodarzem COP28 w 2023 r. będą Zjednoczone Emiraty Arabskie. Prezydent Egiptu Abd el-Fatah as-Sisi deklarował we wrześniu 2021 r., że jego kraj jest zainteresowany goszczeniem COP27 w imieniu całego kontynentu afrykańskiego. Egipt będzie pracował nad tym, by to spotkanie było „radikalnym punktem zwrotnym w międzynarodowych wysiłkach na rzecz klimatu, które przyniesie korzyści Afryce i całemu światu” - deklarował prezydent.

Na szczycie podkreślano, że powinno się porzucić tradycyjną motoryzację, przejść na samochody elektryczne, spożywać mniej mięsa, ograniczyć przemysłową hodowlę zwierząt i ograniczyć szeroko pojętą konsumpcję. Jednak uczestnicy szczytu nie potwierdzili tego swoim zachowaniem. Do Glasgow przybyli nie tylko samolotami międzynarodowych linii, ale aż 400 prywatnymi samolotami. W ciągu trzech dni te samoloty wyemitowały, przy ostrożnych szacunkach, 13 tys. ton CO₂, czyli tyle, ile wyemitowałoby ponad 4300 samochodów, z których każdy przejechałby 300 tys. km. Dodatkowo po opuszczeniu pasażerów część samolotów musiało odbyć „pusty” przelot na inne lotniska, bo lotnisko w Glasgow nie pomieściło wszystkich maszyn. Delegacja USA na czele z prezydentem przybyła na szczyt 30 samochodami i 5 samolotami. Emisję CO₂ tej ekipy ostrożnie szacuje się na 1 tys. ton. Sam przejazd samochodu prezydenta to ponad 2 kg CO₂ na każdy kilometr. Nie sposób też oszacować, ile gazów dodatkowo wyemitowali mieszkańcy Glasgow stojąc w ulicznych korkach, które tworzyły się podczas przejazdów kolumn z przywódcami. Osobną kwestią jest zorganizowanie szczytu podczas pandemii. W 2020 r. szczyt klimatyczny nie odbył się z powodu koronawirusa, ale w 2021 r. czwarta fala pandemii nie przeszkodziła w przeprowadzeniu tak liczного spotkania.

<https://www.dw.com/pl/cop26-pochwa%C5%82y-i-krytyka-deklaracji-ko%C5%84cowej/a-59814569> - dostęp 13.11.2021

<https://www.consilium.europa.eu/pl/meetings/international-summit/2021/11/01/02.11.2021> -dostęp 13.11.2021

<https://ukcop26.org/glasgow-leaders-declaration-on-forests-and-land-use/> -dostęp 02.11.2021

<https://www.bbc.com/news/science-environment-59088498> -dostęp 02.11.2021

<https://www.bbc.com/news/science-environment-59088498>- dostęp 02.11.2021

<https://spidersweb.pl/autoblog/szczyt-klimatyczny-cop26-2021-glasgow-hipokryzja/>- dostęp 03.11.2021

WoodCircus EPF przedstawiło Białą Księgę 2040

W dniu 1 grudnia 2021 r. w Brukseli konsorcjum Wood Circus Horyzont 2020 zorganizowało konferencję polityczną, na której EPF (European Panel Federation) zaprezentowało Białą Księgę 2040. Panelistami byli: dyrektor zarządzający EPF - Clive Pinnington dyrektor techniczny EPF -Kris Wijnendaele.

EPF uczestniczy w projekcie Wood Circus, aby podkreślić istotną rolę sektora leśnego w biogospodarce o obiegu zamkniętym. Projekt jest finansowany przez Komisję Europejską w ramach programu Horyzont 2020. W Białej Księdze 2040 europejski przemysł drzewny jest przedstawiony jako ekologiczny motor zrównoważonego rozwoju. W Księdze zawartych jest sześć zasad maksymalizacji z zaleceniami politycznymi dla decydentów. Te zasady ukierunkowane są na działania w celu przyspieszenia przejścia nie tylko przemysłu drzewnego, ale i całej gospodarki europejskiej w kierunku dekarbonizacji, integracji i trwałego sukcesu.

Clive Pinnington podczas debaty panelowej stwierdził: „Przemysł płyt drewnopochodnych jest wzorem do naśladowania w zakresie łagodzenia zmian klimatu i wydajności materiałowej poprzez kaskadowe wykorzystanie drewna i cyrkulację. Na przykład płyty wiórowe mogą być wykonywane w 100% z odzyskanego drewna i przemysłowych produktów ubocznych. Możemy w coraz większym stopniu aktywnie promować takie cyrkularne rozwiązania oparte na przyrodzie w płytach drewnopochodnych, aby pomóc przekształcić sektor budowlany w pochłaniacz dwutlenku węgla poprzez inicjatywy takie jak Nowy Europejski Bauhaus. Technologia jest tutaj, umiejętności są tutaj, wiedza jest tutaj. Przemysł drzewny UE to światowy mistrz. Powinniśmy to przyjąć”.

Kris Wijnendaele zakończył wydarzenie wezwaniem do działania, podkreślając, że „powinniśmy maksymalizować biogeniczny węgiel poprzez przechowywanie w produktach z pozyskanego drewna, które nie tylko magazynują węgiel, ale mogą również zastępować materiały energochłonne. Mamy materiały sprzyjające klimatowi, które mogą pomóc w osiągnięciu celu zerowego netto”.

WoodCircus White Paper 2040 jest dostępny na stronie internetowej EPF również w języku polskim.

<https://europanel.org/press-release-epf-speaks-at-the-woodcircus-conference-presenting-its-white-paper-2040-with-policy-recommendations-on-1-december-2021/> - dostęp 07.12.2021

Europejscy właściciele i zarządcy lasów apelują o poważne wyjaśnienia dotyczące nowej strategii leśnej UE

4 października 2021 r. europejscy właściciele i zarządcy lasów z 16 krajów europejskich i sześciu organizacji na szczęblu UE zebrali się w Wiedniu na konferencji, aby omówić i wymienić poglądy dotyczące nowej strategii leśnej UE na 2030 r. W konferencji uczestniczyły europejskie i krajowe organizacje właścicieli lasów, państwowe organizacje leśne oraz euro deputowani. Podczas konferencji CEPF, EUSTAFOR, Copa-Cogeca, ELO, USSE i FECOF przedstawiły wspólne stanowisko w sprawie nowej strategii i podpisali wspólną deklarację, zawierającą główne punkty do rozważenia przez Komisję Europejską przed wdrożeniem nowej strategii. Dzień po konferencji sześciu ministrów odpowiedzialnych za lasy odbyło nieformalne spotkanie w Wiedniu i opublikowało wspólne oświadczenie w sprawie promowania współpracy leśnej.

Na konferencji stwierdzono, że nowa strategia podważa obecną równowagę społecznych, środowiskowych i ekonomicznych filarów zrównoważonego i wielofunkcyjnego leśnictwa w UE. Europejscy właściciele i zarządcy lasów byli jednymi z najbardziej aktywnych i wspierających nową strategię i byli przekonani, że jest ona potrzebna, aby lepiej sprostać wyzwaniom i możliwościom sektora oraz osiągnąć nowe cele Zielonego Ładu dzięki spójnym i dobrze skoordynowanym ramom na poziomie UE. Jednak te nadzieje zostały rozwiane wraz z nową strategią.

Szczególnie zwrócono uwagę na cztery działania, które zostały ogłoszone w strategii i wymagają poważnych wyjaśnień przed dalszym rozwojem tych inicjatyw:

- nowe unijne wskaźniki, progi i zakresy dotyczące zrównoważonej gospodarki leśnej,
- nowy dobrowolny unijny system certyfikacji gospodarki leśnej bliższej naturze,
- rozwój płatności za usługi ekosystemowe,
- nowy wniosek ustawodawczy, dotyczący unijnej obserwacji, sprawozdawczości i gromadzenia danych dotyczących lasów.

Europejscy właściciele i zarządcy lasów uznają wagę osiągnięcia celów UE i są zdeterminowani, aby wywiązać się ze swojej części. Jeśli jednak polityki UE dotyczące lasów nadal będą niespójne i będą lekceważyć wkład i obawy osób, które nimi zarządzają, i ponoszą ostateczną odpowiedzialność za wdrożenie tych polityk, istnieje duże ryzyko niewykonania. Aby zachować motywację i przyczynić się do długoterminowej rentowności obszarów wiejskich i gospodarki UE, właściciele i zarządcy lasów potrzebują konstruktywnych sygnałów od europejskich decydentów.

<https://eustafor.eu/european-forest-owners-and-managers-call-for-major-clarifications-on-the-new-eu-forest-strategy/> -dostęp 04.10.2021

<https://www.cepf-eu.org/news/new-eu-forest-strategy-criticised-forest-owners-conference-vienna> -dostęp 07.10.2021

Raport Międzyrządowego Zespołu do spraw Zmian Klimatu - druga część

Międzyrządowy Panel ds. Zmian Klimatu (ang. *Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC) 28 lutego br. opublikował drugą część raportu Zmiany Klimatu 2022: Wpływ, adaptacje i wrażliwość na zmiany” (ang. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*). Raport zawiera odniesienia do ponad 34 tys. prac naukowych.

W Raporcie przedstawiono analizy wpływu zmian klimatu na ekosystemy i społeczeństwa ludzkie, z uwzględnieniem ich wrażliwości na zmiany oraz zdolności do przystosowania się do już istniejących, a także przyszłych zmian. Podkreślono zagrożenia dla ludzi i środowiska, wynikające z ciągłych emisji oraz przeanalizowano zróżnicowanie wrażliwości różnych regionów i naturalnych systemów.

Z raportu wynika, że globalne ocieplenie niebezpiecznie zmienia przyrodę, a miliardy ludzi coraz bardziej cierpią z tego powodu. Grupa robocza IPCC podała, że obecnie od 3,3 do 3,6 mld ludzi jest szczególnie zagrożonych zmianami klimatycznymi ze względu na ich warunki życia. Obserwowane zmiany klimatu zachodzą znacznie szybciej i są bardziej niszczycielskie i rozległe, niż przewidywano 20 lat temu.

W raporcie podkreślono, że „działania w najbliższym czasie, które ograniczą globalne ocieplenie do co najwyżej 1,5°C, znacznie zmniejszyłyby przewidywane straty i zniszczenia spowodowane zmianami klimatu, zarówno w społecznościach ludzkich jak i ekosystemach, w porównaniu z wyższym wzrostem średniej temperatury na Ziemi, ale nie mogą ich całkowicie wyeliminować”. Przy obecnej polityce i zobowiązaniach w zakresie emisji gazów cieplarnianych, nasza Planeta może się ocieplić o ok. 2,3-2,7°C. Szybkie ograniczenie emisji jest jedynym sposobem, aby temu zapobiec.

Nowy raport to druga część szóstego raportu oceniającego zmiany klimatyczne. Pierwsza część, poświęcona podstawom naukowym, została opublikowana w sierpniu 2021. Trzecia część, której publikacja oczekiwana jest w kwietniu, dotyczy sposobów łagodzenia zmian klimatu.

Raport IPCC o skutkach, z 2014 r., był ostrożny co do zakresu, w jakim zmiana klimatu wpływa na społeczeństwa ludzkie. W nowym raporcie podkreślono, że ocieplenie, spowodowane przez człowieka, w rzeczywistości wpływa negatywnie na ludzkie społeczeństwa od dziesięcioleci.

Bezpośrednio po opublikowaniu nowego raportu, federalna minister środowiska Niemiec - Steffi Lemke, zapowiedziała podjęcie zdecydowanych działań w walce z globalnym ociepleniem. Rząd federalny, chcąc znacznie zintensyfikować swoje wysiłki w tym zakresie, opracował natychmiastowy program adaptacji do zmian klimatu, którego zatwierdzenie wkrótce nastąpi. Lemke podkreśliła, że Niemcy muszą uniezależnić się od importu surowców z zagranicy, gdyż również od tego zależy powodzenie działań adaptacyjnych.

<https://naukadlaprzyrody.pl/2022/02/28/raport-miedzyrządowego-panelu-ds-zmian-klimatu-czesc-druga/-dostęp 28.02.2022>

<https://www.deutschland.de/pl/news/alarmujacy-raport-klimatyczny>- dostęp 28.02.2022

Źródło: dpa, tłumaczenie: deutschland.de

Posiedzenie Zespołu problemowego ds. polityki gospodarczej i rynku pracy

18 lutego 2022 r. odbyło się posiedzenie Zespołu problemowego ds. polityki gospodarczej i rynku pracy RDS. W spotkaniu wzięli udział: Małgorzata Jarosińska-Jedynak - Sekretarz Stanu w Ministerstwie Funduszy i Polityki Regionalnej, Stanisław Szwed - Sekretarz Stanu w Ministerstwie Rodziny i Polityki Społecznej, Rafał Weber - Sekretarz Stanu w Ministerstwie Infrastruktury, Piotr Pyzik - Podsekretarz Stanu w Ministerstwie Aktywów Państwowych, a także przedstawiciele: Ministerstwa Funduszy i Polityki Regionalnej, Ministerstwa Klimatu i Środowiska, Ministerstwa Aktywów Państwowych, Ministerstwa Finansów, Ministerstwa Rozwoju.

Partnerzy społeczni wyrazili przekonanie, że koncepcja Unii Europejskiej, polegająca na objęciu ścisłą ochroną co najmniej 1/3 unijnych obszarów chronionych, czyli 10% obszarów lądowych i 10% obszarów morskich, w tym wszystkich pozostałych w UE lasów pierwotnych i starodrzewu, w celu poprawy bioróżnorodności w perspektywie do 2030 r., jest koncepcją, niosącą obok wielu korzyści, także ryzyka. Jej wdrożenie może doprowadzić do znacznych zmian w sektorze leśno-drzewnym, meblarskim, budowlanym, papierniczym oraz w sektorach pokrewnych. Sposoby wdrożenia celów Strategii powinny uwzględniać zgłaszane przez interesariuszy obawy i zagrożenia, wynikające z potrzeb społecznych, gospodarczych i sytuacji na rynku pracy.

Strona pracodawców i pracobiorców apeluje do rządu RP o powołanie stałego gremium, z udziałem partnerów społecznych oraz ekspertów w dziedzinie problematyki bioróżnorodności, monitorującego oraz konsultującego wdrażanie działań związanych z implementacją w Polsce polityki UE w zakresie bioróżnorodności i ich wpływ na sytuację przedsiębiorstw i na rynku pracy. Jest to szczególnie ważne w kontekście informacji Komisji Europejskiej o zamiarze przygotowania inicjatywy ustawodawczej UE w tym zakresie w 2024 r.

Na spotkaniu dyskutowano również nad stanowiskiem strony społecznej w sprawie rosnących cen drewna w Polsce. Strona społeczna wskazała, że konieczna jest pilna modyfikacja zasad sprzedaży drewna przez Lasy Państwowe, gdyż te obecnie obowiązujące nie zostały uzgodnione z polskimi przedsiębiorcami i nie odpowiadają potrzebom rynku. Zmiany te powinny zostać skonsultowane z przedstawicielami rynku i powinny być wprowadzone niezwłocznie, aby mogły obowiązywać jeszcze przed rozpoczęciem sprzedaży drewna na II półrocze 2022 r.

Podkreślono również potrzebę prowadzenia stałego i konstruktywnego dialogu pomiędzy Lasami Państwowymi, przemysłem drzewnym i Ministerstwami Klimatu i Środowiska oraz Rozwoju i Technologii, który pozwoli wypracować systemowe i optymalne dla polskiej gospodarki zasady gospodarowania cennym surowcem, należącym do Skarbu Państwa. Ustalono, że prace nad finalną wersją stanowiska będą kontynuowane.

Zdaniem Rafała Szefflera, dyrektora biura Polskiej Izby Gospodarczej Przemysłu Drzewnego, w tym roku mamy do czynienia ze sporym opóźnieniem w rozstrzygnięciu przetargów na usługi leśne. Widać, że z tego powodu brakuje drewna, szczególnie liściastego. Z informacji od przedsiębiorców leśnych wynika, że znaczna ilość pakietów na pozyskanie drewna liściastego jest niezakontraktowana. Przedstawiciele Lasów twierdzą, że wszystko mają pod kontrolą, ale tak nie jest, gdyż w lutym br. 20% drewna pozostawało niezakontraktowane. Przy planie dostarczenia na rynek przez LP ok. 40 mln m³ drewna, 20% to 8 mln m³ drewna, którego na razie nie ma kto pozyskać.

Analiza przetargowa otwarcia ofert w pierwszej turze przetargów na usługi leśne wykonywane w 2022 r. wykazała, że na 8% pakietów nie wpłynęła żadna oferta. Liczba ta została wyliczona na podstawie danych 14 ze wszystkich 17 Regionalnych Dyrekcji Lasów Państwowych (RDLP). Wyższe ceny o średnio 8% od wyceny nadleśnictw zaoferowały Zakłady Usług Leśnych (ZUL) w pierwszej turze przetargów na usługi leśne na 2022 r. Gdyby nadleśnictwa chciały przyjąć złożone oferty, to w 14 RDLP zabrakłoby ok. 235 mln zł. Jeśli przyjmie się, że w pozostałych RDLP sytuacja jest podobna, to w całym kraju brakuje Lasom ok. 280 mln zł.

Lasy osiągają rocznie przychód rzędu ponad 8 mld zł, a w ostatnich trzech latach miały corocznie zysk na poziomie ok. 500 mln zł.

Pracownicy ZUL nawołują się w Internecie, by nie obniżać swoich wycen w kolejnej turze przetargów. Pojawiają się głosy, według których, jeśli teraz nie wynegocjują wyższych stawek, to ich firmy padną. Część przedsiębiorców zapowiada, że jeśli ich oferta w drugiej turze nie zostanie przyjęta, albo „przebije” ich niższą ceną konkurencja, to zamkną firmy.

Michał Gzowski, Rzecznik prasowy Lasów Państwowych, odnosząc się do sytuacji na rynku usług leśnych stwierdził, że jest ona w tym roku „specyficzna i bardzo zmienna”, ale LP dostrzegają „powagę sytuacji” i dlatego przeznaczyły w tym roku o 150 mln zł więcej na usługi leśne, a możliwe, że dołożą jeszcze 100 mln zł. Jednak przedsiębiorcy leśni zgłaszają, że Lasy wyceniły prace leśne na 2022 r. znacznie taniej niż w 2021 r. Informacje te są zawarte w petycji wystosowanej przez Stowarzyszenie Przedsiębiorców Leśnych i Polski Związek Pracodawców Leśnych do premiera Mateusza Morawieckiego. (link:http://firmylesne.pl/lista/informacje/pokaz/petycja_branzy_lesnej,5007).

Źródło: Dialog społeczny - Biuletyn Informacji Publicznej

<https://pigpd.pl/posiedzenie-zespołu-problemowego-ds-polityki-gospodarczej-i-rynku-pracy/-dostęp>

23.02.2022 http://firmylesne.pl/lista/przetargi-w-lp/pokaz/analiza_przetargowa_14_rdlp_z_17,4972 - dostęp

20.12.2021 <https://pigpd.pl/nadal-20-procent-niezakontraktowanego-drewna/> - dostęp 02.03.2022

60 lat firmy EGGER

W grudniu 2021 r. rodzinna firma EGGER obchodziła swoje 60-lecie. Firma została założona przez Fritz Eggera sr. w 1961 r. W ciągu 60-ciu lat rozwinęła się z tyrolskiego tartaku w jednego z wiodących światowych producentów materiałów drewnopochodnych.

Założyciel położył kamień węgielny wraz ze swoim mottem „Drewno jest zbyt cenne, by je po prostu wyrzucić”. Podejmując decyzję wyznaczającą trendy, zamknął odnoszący sukcesy tartak i obrał nową ścieżkę działalności. 18 grudnia 1961 r. w St. Johann in Tirol (AT) uruchomił pierwszą fabrykę płyt wiórowych EGGER.

Obecnie Grupa EGGER posiada 20 zakładów w 10 krajach, 24 międzynarodowe biura sprzedaży i ponad 10000 pracowników. Asortyment obejmuje szeroką gamę materiałów drewnopochodnych w dopasowanych dekorach, materiałów do produkcji mebli i aranżacji wnętrz, do konstrukcji z drewna konstrukcyjnego, a także podłóg drewnopochodnych. Do dziś wartości i wizje założyciela są podstawą działalności biznesowej firmy.

Z okazji jubileuszu EGGER zaprezentował nowy film korporacyjny, który pozwala spojrzeć w przeszłość, teraźniejszość i przyszłość Grupy EGGER. Nacisk kładziony jest na perspektywę pracowników. Oprócz właścicieli i kierownictwa Grupy, pracownicy przedstawiają firmę - od pierwszego kierownika zakładu w St. Johann Manfreda Dittricha do praktykanta inżynierii mechanicznej Alexandra Dorfera, od rosyjskiej kierownik ds. jakości Anastasiya Cherkasova do pracownika sprzedaży Romana Klejzerowicza z Polski. Wszystkich ich łączą wspólne dla Grupy wartości i entuzjazm dla drewna jako materiału. Film podejmuje tematy, które od zawsze charakteryzowały Grupę EGGER. Należą do nich: międzynarodowy wzrost, koncentracja na klientach, odpowiedzialne i przejrzyste zarządzanie, ciągłe innowacje i rozwój, różnorodne możliwości rozwoju pracowników oraz wartości dobrego partnerstwa. „W firmie EGGER mamy coś, co nazywamy - Standardem EGGER. Jest to ta sama jakość na całym świecie, na której możemy polegać wszędzie i odczuwają to także nasi klienci. Sprzedaję nie tylko produkt, sprzedaję jakość, design, usługi i nas jako firmę. Wyróżnia nas ogromna odpowiedzialność za środowisko. Jego ochrona ma dla nas kluczowe znaczenie”.

https://www.egger.com/shop/pl_PL/film-wizerunkowy?countryRedirect - dostęp 16.12.2021

https://www.egger.com/shop/en_MT/60-years-egger/n/page_00006UWW - dostęp 16.12.2021

Segezha uzyskała certyfikat Conformité Européenne

Grupa Segezha potwierdziła jakość swoich paneli CLT, uzyskując Certyfikat Conformité Européenne (CE). Zakład Sokol CLT, należący do Grupy Segezha (MOEX: SGZH, spółka zależna Sistema PJSC) pomyślnie przeszedł certyfikację Conformité Européenne dla paneli z CLT. Certyfikat CE uzyskano po audycie terenowym, przeprowadzonym przez pracowników Holz Forschung Austria, największego austriackiego instytutu badań i testów drewna. Certyfikat potwierdził, że przedsiębiorstwo wdrożyło nowoczesne praktyki weryfikujące jakość swoich produktów, spełniających wymagania europejskie. Wcześniej panele CLT przeszły procedurę Europejskiej Oceny Technicznej (ETA) w autoryzowanych laboratoriach Politechniki w Graz (TUI Graz).

Obecnie Grupa Segezha produkuje panele CLT tylko w zakładzie w Sokol, region Wołogdy. Jego wydajność wynosi 50 tys. m³ (ok. 200 tys. m² mieszkań rocznie). Holding

rozważa możliwości rozbudowy mocy produkcyjnych CLT poprzez utworzenie nowych przedsiębiorstw w obwodzie archangielskim (2024, 50 tys. m³) i Krasnojarskim (2026, 100 tys. m³).

W Unii Europejskiej panele CLT wykorzystywane są do budowy hoteli, szkół, biur i budynków mieszkalnych. Jeśli chodzi o Rosję, prawie nigdy nie buduje się wielopiętrowych budynków z drewna.

<https://www.woodandpanel.com/woodnews/article/segezha-achieves-conformite-europeenne-certification/>-
dostęp 12.01.2022

UPM Plywood i Związek Przemysłowy podpisały zbiorowy układ pracy

Firma UPM Plywood i Związek Przemysłowy (Industrial Union) podpisały w grudniu 2021 r. zbiorowy układ pracy. Nowa umowa obowiązuje od 01.01.2022 r. przez trzy lata.

Umowa umożliwia zakładom kontynuowanie produkcji we wszystkie dni powszednie na warunkach satysfakcjonujących obie strony (pracodawców i pracowników). Produkcja i zarobki pracowników będą rosły w oparciu o nową umowę. Dodatkowo do zakładów zostanie rekrutowanych więcej osób. Umowa umożliwia ciągły siedmiodniowy model zmianowy, a to oznacza mniej godzin pracy w porównaniu z obecnym modelem nieciągłym; nowa umowa umożliwia model zmianowy, który jest bardziej przyjazny dla pracowników. Umowa umożliwia też szybsze reagowanie na szczyty popytu dzięki elastycznym godzinom pracy, a także zawiera wspólnie uzgodnione warunki produkcji w okresie świątecznym. Ponadto uzgodniono model pracy tymczasowej w innych zakładach UPM Plywood, mający na celu poprawę nauki i rozwoju w miejscu pracy, a także zarobków pracowników.

„Ta umowa jest znaczącym krokiem w odnowie fińskiej kultury rokowań zbiorowych i rozwoju fińskiego życia zawodowego. Rywalizacja o talenty jest zaciekle, a dzięki uczciwej umowie i dobremu pakietowi świadczeń chcemy zapewnić równe doświadczenie pracowników dla całego personelu UPM Plywood w Finlandii. Nowy układ zbiorowy pracy uwzględnia specyficzne potrzeby zarówno biznesu, jak i zakładów. Szczególnie cieszę się, że wiele nowych pomysłów zawartych w umowie pochodzi bezpośrednio od naszych pracowników” - stwierdził Mika Kekki, wiceprezes wykonawczy UPM Plywood.

Fińska Federacja Przemysłu Leśnego (Finnish Forest Industries Federation) zrezygnowała z roli partnera społecznego pod koniec 2020 r., a negocjacje zostały przeniesione na poziom przedsiębiorstwa. Zamiast branżowych układów zbiorowych, negocjacje prowadzone są między przedsiębiorstwami i związkami reprezentującymi ich pracowników. Umowa UPM Plywood jest pierwszym zbiorowym układem pracy wynegocjowanym w ten sposób w ramach grupy UPM.

UPMPlywood

Firma UPM Plywood oferuje produkty ze sklejki i forniru WISA® dla budownictwa, podłóg pojazdów, budowy statków LNG, produkcji parkietów i innych zastosowań przemysłowych.

W 2020 r. sprzedaż UPM Plywood wyniosła 400 mln EUR przy zatrudnieniu 2100 pracowników. UPM posiada pięć fabryk sklejk i jedną fabrykę forniru w Finlandii, a także fabrykę sklejk w Rosji i Estonii. WISA, WISA WOODSAT i WOODSAT są znakami towarowymi firmy UPM Plywood.

<https://www.upm.com/about-us/for-media/releases/2021/12/upm-plywood-and-industrial-union-sign-collective-labour-agreement/-10.12.2021>

Europejski rynek parkietów znacznie się rozwinął

Na podstawie informacji uzyskanych od firm członkowskich i stowarzyszeń krajowych - Europejska Federacja Przemysłu Parkietowego (FEP - European Association of the Parquet Industry) oszacowała, że zużycie parkietów na europejskim rynku w 2021 r. wzrosło o 5,8% w porównaniu do 2020 r. Ocena powinna być postrzegana jako wstępna prognoza i jest wynikiem najlepszych szacunków omówionych z przedstawicielami krajów członkowskich na ostatnim posiedzeniu Rady FEP, które odbyło się online.

Zużycie parkietu wzrosło na wszystkich rynkach europejskich, zwłaszcza w pierwszym półroczu 2021 r., w porównaniu z tym samym okresem roku 2020. Przez pozostałą część roku popyt nadal rósł, ale w wolniejszym tempie, ponieważ konsumenci ponownie zaczęli przeznaczać swoje wydatki na wypoczynek i podróże. Niemniej jednak renowacja i adaptacja domów do życia „po COVID-19” pozostawała motorem wzrostu konsumpcji parkietów. Jak zwykle zaobserwowano różnice w poszczególnych krajach, odzwierciedlając również ewolucję pandemii i powiązanych środków rządowych w różnych państwach członkowskich w 2020 i w 2021 r.

Francja i Włochy - kraje, które nie były w stanie zrekompensować strat poniesionych podczas blokady wiosną 2020 r. odnotowały spadki zużycia parkietów w całym 2020 r., ale wykazały największy wzrost zużycia parkietów w 2021 r. Z drugiej strony kraje, które całkowicie lub częściowo zrekompensowały w drugiej połowie 2020 r. złe wyniki odnotowane w okresie marzec-kwiecień tego samego roku, generalnie odnotowały niższe, ale wciąż utrzymujące się wzrosty. Tak było w przypadku Austrii, Niemiec, Skandynawii i Hiszpanii, podczas gdy szwajcarski rynek parkietów wykazał znacznie wyższy wskaźnik progresji.

Wszystkie państwa członkowskie powróciły, lub nawet przekroczyły poziom konsumpcji z 2019 r., i popyt nadal rośnie. Jednak czasami trudno jest zrealizować zamówienia na czas z powodu dostaw surowców. Dostawy klejów, lakierów, a obecnie wysokie koszty energii również hamują pozytywną ewolucję na europejskich rynkach parkietów.

Zdaniem FEP, nadszedł czas, aby europejskie władze rozważyły kwestię surowców i podjęły odpowiednie działania.

66. Zgromadzenie Ogólne FEP i 46. Kongres Parkietowy zaplanowano na 9 i 10 czerwca 2022 r. w Hamburgu w Niemczech.

<https://www.parquet.net/2022/01/european-parquet-market-progressed.html> - dostęp 19.01.2022

SWISS KRONO otrzymała tytuł Ambasadora Meblarstwa w kategorii Społeczna Odpowiedzialność Biznesu

Rada Ogólnopolskiej Izby Gospodarczej Producentów Mebli (OIGPM) zdecydowała o przyznaniu firmie SWISS KRONO tytułu Ambasadora Meblarstwa w kategorii Społeczna Odpowiedzialność Biznesu.

Ambasador Meblarstwa - wyróżnienie w ramach Społecznej Odpowiedzialności Biznesu, to tytuł przyznawany przedsiębiorstwom, szczególnie angażującym się w pomoc w walce z koronawirusem. Wręczenie wyróżnienia przez Jana Szynakę, prezesa Ogólnopolskiej Izby Gospodarczej Producentów Mebli, miało miejsce 15.09.2021 r. w ramach Międzynarodowych Targów Poznańskich DREMA 2021, podczas VI Ogólnopolskiego Kongresu Meblarskiego.

Rada OIGPM doceniła zaangażowanie SWISS KRONO w działania sprzyjające zwalczaniu pandemii, poprzez wsparcie szpitali z województwa lubuskiego i wielkopolskiego, jak również lokalne inicjatywy żarskich społeczników.

Opracowano na podstawie <https://www.swisskrono.pl/Aktualnosci/Firma-SWISS-KRONO-otrzymala-tytul-Ambasadora-Meblarstwa-w-kategorii-Spoleczna-Odpowiedzialnosc-Biznesu> - dostęp 20.09.2021

CEFC w Australii uruchamia finansowanie budynków z drewna

Korporacja Finansowania Czystej Energii rządu australijskiego (CEFC - Clean Energy Finance Corporation) uruchomiła 300 mln USD finansowania dłużnego dla kwalifikujących się projektów w całej Australii, aby zachęcić do masowej transformacji w budownictwie drewnianym.

Według Green Building Council of Australia, emisja dwutlenku węgla w budownictwie stanowił 16% emisji do środowiska w Australii w 2019 r. Bez interwencji odsetek ten wzrośnie do 85% w 2050 r., w którym Australia z Porozumieniem Paryskim powinna osiągnąć zerową emisję netto.

CEFC w raporcie z 2021 r. stwierdziła, że konstrukcje z litego drewna mogą odegrać rolę w sprostaniu temu wyzwaniu, ponieważ drewno zmniejsza zawartość węgla nawet o 75% w porównaniu z konwencjonalną stalą i betonem.

Kwalifikujący się odbiorcy będą rozpatrywani indywidualnie, a ich inwestycje budowlane mogą być związane zarówno z biurami handlowymi, handlem detalicznym, przemysłem, służbą zdrowia, edukacją, budynkami wielo mieszkaniowymi, mieszkaniami dla seniorów czy akademikami.

<https://thefifthestate.com.au/business/funding-grants/cefc-launches-300-million-funding-for-timber-building-construction/> - dostęp 03.02.2022

Grzegorz Kowaluk, Danuta Nicewicz

Doniesienia rynkowe

Wood Resources International przewiduje „dramatyczną zmianę” w europejskim handlu drewnem

W marcowym raporcie Wood Resources International (WRI) podano, że handel kłodami i drewnem w Europie „zmieni się dramatycznie” w nadchodzących latach, a pozyskanie drewna w Europie Środkowej podobno osiągnęło swoje maksimum. Tymczasem inwazja Rosji na Ukrainę ma znaczący wpływ na europejski import wszystkich produktów leśnych, dodatkowo destabilizując podaż.

W ciągu ostatnich kilku lat Europa Środkowa odnotowała rekordowo wysokie pozyskiwanie drewna. Najwyraźniej było to spowodowane rozległymi szkodami, spowodowanymi epidemią kornika drukarza w regionie, zwłaszcza w Czechach i Niemczech, co spowodowało „niezrównoważony poziom” pozyskiwania drewna okrągłego w latach 2017-2021. Wzrosła również produkcja tarcicy i eksport kłód.

WRI wyjaśnia, że krajowe tartaki pochłonęły ok. 60% wzrostu podaży drewna, a pozostałą część stanowił zwiększony eksport z tartaków i producentów mas celulozowych. Przemysł tartaczny w Europie Środkowej rozwinął się, według WRI, w wyniku dodatkowej podaży drewna po konkurencyjnych cenach i dzięki silnym rynkom tarcicy zarówno na świecie, jak i w Europie w latach 2020-2021. WRI dodaje, że w tym okresie wzrosła również produkcja pelletu drzewnego, ponieważ wzrosły dostawy trocin i zrębków.

WRI zauważa, że rynki drewna okrągłego osiągnęły „punkt zwrotny”, ponieważ szkody spowodowane przez korniki osiągnęły szczyt w 2019 r. Ilość uszkodzeń, spowodowanych przez korniki, prawdopodobnie spadła o 5% w 2020 r., i o kolejne 24% w 2021 r. Do 2025 r. ilość uszkodzonego drewna powinna powrócić do „zbliżonego do długoterminowego średniego poziomu”, zmniejszając się o 10-20% rocznie.

Dlatego WRI przewiduje, że produkcja tarcicy w Europie Środkowej spadnie z obecnych rekordowych poziomów, co może spowodować regionalne przesunięcie z eksportera kłód netto do importera kłód netto. W nadchodzących latach będzie to wymagało od eksporterów i konsumentów kłód dostosowania się do zmniejszonej podaży drewna iglastego.

Według WRI w 2021 r. europejski import produktów leśnych z Rosji i Białorusi obejmował prawie 14 mln m³ kłód i 9 mln m³ tarcicy iglastej. Po inwazji Rosji na Ukrainę oczekuje się, że embarga na eksport drewna będą stałym elementem sankcji gospodarczych, nałożonych przez Europę na Rosję. Ponadto w skali globalnej drewno z Rosji i Białorusi jest uważane za „drewno z konfliktów” i dlatego nie może być wykorzystywane w produktach z certyfikatem PEFC lub FSC.

Europejska Federacja Producentów Palet i Opakowań Drewnianych (FEFPEB) również przewiduje znaczące zakłócenia w dostawach drewna do Europy w wyniku wojny. Według Federacji - Ukraina, Rosja i Białoruś eksportowały znaczną ilość drewna iglastego używanego w Europie do produkcji palet i opakowań. Inwazja Rosji prawdopodobnie

zdestabilizuje podaż drewna w Europie, a alternatywne źródła nordyckie i bałtyckie nie będą w stanie uzupełnić niedoborów.

Cepi (europejskie stowarzyszenie reprezentujące przemysł celulozowo-papierniczy) przewiduje, że wpływ rosyjskiej inwazji na europejski przemysł papierniczy będzie zależał od przebiegu wojny i czasu jej trwania. Stowarzyszenie zauważa, że Rosja eksportuje znaczną ilość papieru i tektury do UE. Grupa sugeruje, że zakłócenia są prawdopodobne, a niestabilność i nieprzewidywalność kształtują relacje handlowe w branży.

Kolejną kwestią są ceny energii. Według Moody's, niektóre firmy papiernicze, jako przedstawiciele branży energochłonnej, mogą mieć trudności z utrzymaniem konkurencyjności, ponieważ dostawy z Rosji - skąd UE prawdopodobnie pozyskuje 41% gazu ziemnego, a także 27% ropy naftowej - mają być usankcjonowane, zwiększając skoki cen energii, wywołane warunkami klimatycznymi w 2021 r. W rezultacie firma przewiduje, że papiernie, aby utrzymać rentowność, mogą przyspieszyć przejście na produkcję materiałów opakowaniowych.

Według WRI, zmniejszona podaż drewna w Europie Środkowej i rosyjska inwazja na Ukrainę wpłyną na produkcję europejskiego przemysłu, przepływy handlowe i ceny produktów leśnych na wiele lat.

<https://packagingeurope.com/news/wri-predicts-dramatic-change-to-european-wood-trade-due-to-declining-harvests-and-russias-invasion-of-ukraine/8020.article> - dostęp 22.03.2022

Spodziewany niedobór drewna po inwazji Rosji na Ukrainę

W następstwie rosyjskiej inwazji na Ukrainę w UE spodziewany jest poważny niedobór drewna.

W 2021 r. UE27 importowała drewno i meble z drewna o łącznej wartości 6,71 mld USD, z czego jedna trzecia wartości tych produktów pochodziła z Rosji, Białorusi i Ukrainy. Całkowita wartość importu drewna i mebli z drewna w UE27 ze wszystkich krajów, zarówno tropikalnych, jak i nie tropikalnych (bez handlu wewnątrz unijnego) w 2021 r. wyniosła 21,34 mld USD - 40% więcej niż rok wcześniej. Import wzrósł o 42% z Chin (do 5,72 mld USD), o 63% z Rosji (do 3,28 mld USD), o 63% z Białorusi (do 1,70 mld USD) oraz o 55% z Ukrainy (do 1,74 mld USD). Ponieważ większość importowanych wyrobów z drewna z Rosji, Białorusi i Ukrainy mają relatywnie niższą wartość pierwotną (w szczególności kłody z drewna iglastego i lżejszego drewna liściastego, tarcicy i sklejki), ich znaczenie jest większe.

Biorąc pod uwagę obecną sytuację w Ukrainie, nie ma szans na poziom handlu drewnem i produktami z drewna z 2021 r. między UE27 a Rosją, Białorusią i Ukrainą. 2 marca UE nałożyła sankcje handlowe na Białoruś, obejmujące obok wielu innych surowców - drewno. Sankcje UE na import drewna z Rosji do początku marca nie zostały wprowadzone, ale 10 marca Rosyjskie Ministerstwo Przemysłu i Handlu wydało zakaz

eksportu drewna i produktów z drewna do „nieprzyjaznych krajów”, w tym UE, UK i USA przynajmniej do końca tego roku.

W tym samym czasie nastąpiło wykluczenie wybranych banków rosyjskich z systemu SWIFT, co skutecznie odcięło wiele rosyjskich firm od handlu międzynarodowego. Firmy UE zapowiadają również dobrowolne wycofanie się z handlu z Rosją i Białorusią. Szczególnie godnym uwagi przykładem jest IKEA, dla której Rosja jest drugim po Polsce, co do wielkości, dostawcą produktów z drewna.

Na spotkaniu 9 marca br. CEI-Bois (European Confederation of Woodworking Industries - Europejska Konfederacja Przemysłu Drzewnego) i EOS (European Organisation of the Sawmill Industry - Europejska Organizacja Przemysłu Tartacznoego) w wspólnym oświadczeniu podały, że „europejskie sankcje przeciwko handlowi z Rosją i Białorusią wywołują szok w łańcuchu wartości produktów z drewna. Wojna w Ukrainie już wpływa na transport i zaopatrzenie sieci w kilku krajach”. CEI Bois i EOS stwierdziły, że w Europie nastąpią niedobory drewna i że „wiele drewnopochodnych materiałów budowlanych, takich jak brzoza sklejka i tarcica będą bardzo mocno uderzone, co z kolei może utrudnić realizację założeń programu Zielonego Ładu UE, który kładzie nacisk na dekarbonizację budowlaną”.

Konflikt w Ukrainie ma miejsce w czasie, gdy gospodarka UE pozostaje pod silnym wpływem pandemii i prawdopodobnie wzmocni niektóre istniejące trendy - w tym „wąskie gardła” logistyczne i dostawcze. Wzrosty ceny energii i znaczne presje inflacyjne - które działają jak hamulec wzrostu. W najnowszej prognozie gospodarczej UE z zimy 2022 r., wydanej 10 lutego (przed rozpoczęciem działań wojennych w Ukrainie), oszacowano, że gospodarka UE wzrosła o 5,3% w 2021 r. i że PKB dla całego regionu osiągnął swój poziom sprzed pandemii w trzecim kwartale 2021 r.

Źródło: ITTO Tropical Timber Market Report Volume 26 Number 5 1st - 15th March 2022

Wojna zakłócająca światowe rynki leśne

Sankcje gospodarcze i trudności z transakcjami finansowymi nałożone wobec Rosji za inwazję na Ukrainę, zarówno przez rządy, jak i sektor prywatny (tj. nabywców) mogą nagle ograniczyć rosyjski eksport produktów leśnych, zmuszając nabywców do poszukiwania nowych dostawców. Rosja jest głównym eksporterem kłód, tarcicy, masy włóknistej i pelletów.

Wykluczenie Rosji z międzynarodowego systemu transakcji pieniężnych SWIFT przyniesie rosyjskim firmom utrudnienia handlowe ze światem. Prywatne firmy również zrywają więzi z rosyjskimi producentami. Bloomberg News donosi, że Orsted AS, duński zakład energetyczny, przestał kupować rosyjski węgiel i biomasę. Biomasa obejmuje pellety drzewne spalane jako alternatywa dla węgla w energetyce ciepłej. W 2021 r. Rosja wyeksportowała drewno, kłody, masę włóknistą, papier i pellety drzewne o wartości 12 mld USD. „Aby sprostać zwiększonemu światowemu popytowi na produkty leśne,

rosyjski rząd niedawno zainicjował programy zachęcające do inwestycji w tym sektorze, zarówno w celu rozbudowy/modernizacji istniejących zakładów produkcyjnych, jak i budowy obiektów typu greenfield". Jest jednak prawdopodobne, że wiele projektów inwestycyjnych w sektorze produkcji produktów leśnych w Rosji zostanie zatrzymanych, zauważa WRI (Wood Resources International).

<https://www.castanet.net/news/Business/361546/War-disrupting-global-forestry-markets> - dostęp 01.03.2022

Coraz więcej producentów produktów leśnych wstrzymuje kontakty z Rosją

Międzynarodowe firmy wytwarzające produkty leśne, zakłady użyteczności publicznej i producenci oficjalnie wstrzymali kontakty z Rosją w odpowiedzi za inwazję na Ukrainę.

Na początku marca br. Stora Enso, która ma w Rosji trzy zakłady produkujące opakowania z tektury falistej i dwa tartaki, ogłosiła, że zaprzestanie produkcji oraz eksportu i importu w tym kraju.

Fiński gigant leśny Metsä Group poinformował, że zawiesił działalność swojej jednostki produkcyjnej w Rosji, tartaku Svir. Rosyjskie zakupy drewna, import do ich fińskich i szwedzkich tartaków również zostały wstrzymane.

UPM (UPM-Kymmene Oyj - fińska firma z branży leśnej) zapowiedziała, że wstrzyma wszelkie dostawy do Rosji, jednocześnie zauważając, że fabryka sklejki Chudovo w Rosji będzie nadal działać normalnie.

Powołując się na poważne zakłócenia w łańcuchu dostaw i warunki handlowe, IKEA poinformowała, że jej grupa firm tymczasowo wstrzyma działalność w Rosji i w Białorusi.

Duński zakład energetyczny Ørsted ogłosił 3 marca br., że przestanie pozyskiwać biomasę z Rosji dla swoich elektrowni. W tym samym dniu brytyjskie przedsiębiorstwo użyteczności publicznej Drax Group potępiło rosyjską inwazję na Ukrainę i ogłosiło, że zakończy również dostawy „bardzo małego procentu” rosyjskiej biomasy, wykorzystywanej w elektrowni w Yorkshire. Firma poinformowała, że współpracuje z klientami w celu określenia dalszych powiązań z Rosją. Z kolei Forestry.com zauważa, że kilku dużych producentów sprzętu leśnego - w tym John Deere, Komatsu, Ponsse i Kelsa - wstrzymało dostawy maszyn na rynki Rosji i Białorusi.

Według ukraińskich źródeł, rząd ukraiński zwrócił się do UE o zakaz importu rosyjskich produktów leśnych. Wood Resource Quarterly podał, że w 2021 r. Rosja wyeksportowała produkty leśne o wartości 12 mld USD.

<https://www.woodbusiness.ca/growing-list-of-forestry-products-companies-hit-pause-in-russia/> - dostęp 03.03.2022

Konflikt rosyjsko-ukraiński negatywnie wpływa na wietnamski przemysł drzewny

Konflikt rosyjsko-ukraiński wraz z sankcjami nałożonymi na Rosję przez Stany Zjednoczone i UE będzie miał silny wpływ na światowy, w tym wietnamski, przemysł przetwórstwa i eksportu drewna.

Identyfikowanie wad i proponowanie rozwiązań związanych z mechanizmami i politykami pomagającymi przedsiębiorstwom drzewnym zmniejszyć negatywny wpływ konfliktu znalazło się w centrum seminarium internetowego, zorganizowanego 9 marca br. w Hanoi przez wietnamskie stowarzyszenie ds. drewna i produktów leśnych (VIETFOREST) w koordynacji z Departamentem Generalnym Leśnictwa i Ministerstwem Rolnictwa i Rozwoju Wsi (MRiRW).

VoQuang Ha, dyrektor generalny spółki akcyjnej Tan VinhCuu, powiedział: „Drewno brzoźowe z Rosji musi być zrównoważone, ale nadal możemy je mieć niezależnie od tego, czy polegamy na chińskich źródłach, czy sami kupujemy. W tym samym czasie zaczęła też rosnąć cena drewna”.

Z kolei PhanThiThuTrang, szef Departamentu Importu-Eksportu Drewna Lac, powiedział: „Ceny materiałów drzewnych z Ukrainy w ciągu ostatniego roku gwałtownie wzrosły, powodując, że biznes z Ukrainą stopniowo zmniejsza się, koszty transportu rosną, co prowadzi do wzrostu cen surowców, które kupujemy bezpośrednio z Rosji i Ukrainy”.

Zdaniem Vu HaiBanga, prezesa zarządu firmy Woodsland, brak dostaw drewna z rynku rosyjskiego może stworzyć nowe zapotrzebowanie na alternatywne gatunki drewna, sprowadzane z obszaru wschodnioeuropejskiego. Możliwe, że wietnamskie drewno, pozyskiwane z nasadzonych lasów, może stać się jednym z alternatywnych źródeł tego surowca. Dlatego też można uznać za konieczne opracowanie polityki, mającej na celu wspieranie przedsiębiorstw w zapewnianiu tej podaży.

BuiChinhNghia, zastępca szefa Generalnego Departamentu Leśnictwa, powiedział, że nie można przewidzieć, jak długo potrwa konflikt i jak poważne będą jego ostateczne skutki. Zasadnicze znaczenie ma przeprowadzenie szczegółowej oceny i zwiększenie aktywności w celu uzyskania jak najlepszych adaptacji dla lokalnego przemysłu przetwórstwa drewna i produktów leśnych.

Dyrekcja Generalna Leśnictwa i MRiRW są gotowe dokonać przeglądu wszystkich opinii, a następnie opracować wspólny raport, zawierający konkretne propozycje i zalecenia dotyczące adaptacji w nowej sytuacji.

Raport zostanie zebrany w kompetentnych agencjach i urzędach, a następnie zostaną wypracowane rozwiązania, mające na celu usunięcie postępujących trudności dla przemysłu drzewnego.

*<https://wtocenter.vn/tin-tuc/19277-russia-ukraine-conflict-adversely-impacts-vietnamese-wood-industry> -
dostęp 11.03.2022*

FSC i PEFC zawiesiły certyfikaty drewna w Rosji i Białorusi

8 marca br. FSC zawiesiła certyfikaty handlowe w Rosji i w Białorusi i będzie „blokować pozyskiwanie drewna” z tych krajów tak długo, jak „przemoc zbrojna będzie trwać w Ukrainie”. Decyzja obowiązuje od 8 kwietnia 2022 r.

W rezultacie „drewno i produkty leśne z Rosji i z Białorusi nie mogą być używane w produktach FSC ani sprzedawane jako posiadające certyfikat FSC w żadnym miejscu na świecie. FSC dała posiadaczom certyfikatów gospodarki leśnej w Rosji możliwość utrzymania tej akredytacji, ale nie wyda „żadnego pozwolenia na handel lub sprzedaż drewna z certyfikatem FSC”.

4 marca PEFC poinformowała, że wszystkie materiały na bazie drewna z Rosji i Białorusi będą uważane za „drewno konfliktowe” i nie będą mogły być wykorzystywane w produktach z certyfikatem PEFC. PEFC ogłosiła, że wszystkie materiały drzewne z tych krajów, dla których nie złożono „wniosku o system należytej staranności” (DDS) po 2 marca 11:55 czasu wschodnioeuropejskiego, są uważane za „drewno konfliktowe” i nie mogą być wykorzystywane w łańcuchu dostaw PEFC ani certyfikowane przez PEFC lub z kontrolowanych źródeł.

Materiały rosyjskie i białoruskie, które są już przechowywane w obu krajach i poza nimi, bez zatwierdzonego DDS, nie będą uznawane za certyfikowane przez PEFC.

Wiele europejskich firm znacząco uzależniło się od Rosji i Białorusi w zakresie dostaw drewna z certyfikatem FSC i PEFC. Z całkowitej globalnej powierzchni lasów FSC, wynoszącej 237 mln ha, 63 mln ha (27%) znajduje się w Rosji, a 15 mln ha (6%) w Białorusi. Obszar certyfikowany przez PEFC na całym świecie obejmuje 328 mln ha, 32 mln ha (10%) w Rosji, a 9 mln ha (3%) w Białorusi. Prawie jedna trzecia wszystkich obszarów na całym świecie, certyfikowanych przez FSC i 13% obszarów certyfikowanych przez PEFC zostało skutecznie usunięte z sieci certyfikacji.

Zawieszenie certyfikacji FSC i PEFC będzie miało duży wpływ na przepływ pelletu drzewnego i zrębków z Rosji. Akredytacja jednego z nich jest warunkiem wstępnym certyfikacji programu zrównoważonej biomasy (SBP), wymaganej przez prawie wszystkich konsumentów pelletu i wiórów w północno-zachodniej Europie - największym rosyjskim rynku pelletu.

SBP oświadczył 7 marca, że uważnie monitoruje sytuację w Ukrainie, ale nie skomentował jeszcze zawieszenia FSC i PEFC.

Konflikt w Ukrainie prawdopodobnie spowoduje usunięcie z rynku ponad 2 mln ton materiału rocznie. Rosja wyeksportowała 2,2 mln ton pelletów w 2021 r. - 89,9 % do Europy, a Białoruś - 528 tys. ton, z czego większość była skierowana do krajów bałtyckich.

Europejscy konsumenci zwrócili się już do producentów w Stanach Zjednoczonych i innych krajów o dodatkowe wolumeny, przy czym niektóre firmy zawieszają handel z Rosją, mimo że sankcje nie są jeszcze skierowane bezpośrednio na sektor energetyczny tego kraju. Podaż jest nadal napięta, praktycznie nie ma dostępności miejscowej, a wielu

wytwórców energii może zdecydować się na ograniczenie produkcji lub zwiększenie spalania węgla w zakładach współspalania.

Wpływ zawieszenia certyfikacji będzie również odczuwalny w Azji, a zwłaszcza w Japonii, gdzie przedsiębiorstwa energetyczne mogą spalać wyłącznie pellety z certyfikatem PEFC, FSC i SBP, aby wziąć udział w programie taryfowym. Japonia zaimportowała 102 212 ton pelletów z Rosji w 2021 r., a w 2020 r. tylko 17 369 ton, więc rynek biomasy się rozwijał.

Na podstawie artykułu Johna Cooper i Deborah Sun <https://forum.pakira.com/t/fsc-pefc-suspend-russian-belarus-wood-certification-argus-media/1388> - dostęp 10.03.2022

Importerzy sklejki w Europie w obliczu presji dostaw

Importerzy sklejki w Europie stoją w obliczu rosnących cen sklejki z powodu koronawirusa, wysokiego frachtu od chińskich eksporterów sklejki, opóźnień w dostawach i rosnącego popytu na sklejkę w sektorze budowlanym.

Rosnący popyt w USA powoduje wzrost cen sklejki w Brazylii. To z kolei wywiera presję na chińskie ceny sklejki i ostatecznie europejscy importerzy sklejki muszą kupować droższą chińską sklejkę.

Według niektórych europejskich importerów sklejki fracht kontenerowy z Chin zaczął spadać ze szczytu po epidemii COVID-19. Jednak niektórzy inni importerzy stwierdzili, że fracht kontenera 40-stopowego w ostatnim czasie nadal wynosi od 15 tys. do 20 tys. USD, co jest znacząco zawyżone w porównaniu z 1500 do 2000 USD w październiku 2020 r.

Ostatnio, wraz z rozluźnieniem blokady iżywieniem światowej gospodarki, eksporterzy sklejki z Chin stwierdzili, że istnieje duży niedobór kontenerów i wzrasta fracht. Doszło do tego, że koszty frachtu niektórych firm żeglugowych osiągnęły nawet połowę wartości przewożonej sklejki. Z tego powodu wielu importerów decyduje się na transport sklejki na statkach towarowych typu break bulk (bezkontenerowe, drobnicowe). Mimo, że koszt frachtu na statku typu break bulk jest niższy, to transport nim wywołuje pewne problemy: nie zawsze na czas, sklejka jest bardziej podatna na uszkodzenia podczas transportu, wymaga dużej objętości do wysyłki, szybko rośnie również fracht towarów drobnicowych. W ciągu ostatnich sześciu miesięcy stawki przewozowe ładunków drobnicowych wzrosły mniej więcej dwukrotnie.

W ciągu ostatnich miesięcy globalna konsumpcja nadal rosła, a rządowe środki stymulujące gospodarkę dały większy impuls do konsumpcji sklejki. Jednocześnie produkcja sklejki w wielu częściach świata jest nadal ograniczona przez brak personelu z powodu infekcji lub izolacji COVID-19. Problemem wielu producentów sklejki jest również zaopatrzenie w surowce. Chińskie ceny sklejki poszybowały w górę z powodu inflacji, cen węgla, mocznika i fornirów. W Chinach głównym źródłem energii dla zakładów produkujących sklejkę jest ciepło wytwarzane z węgla. Producenci w centrum przemysłu sklejkowego wykorzystują energię z hałd z ciepłowni zarządzanych przez władze lokalne.

W III kwartale 2021 r. cena węgla prawie się podwoiła i elektrociepłownie musiały podnieść cenę energii. W niektórych fabrykach sklejki stosuje się LNG, którego cena jest również bardzo wysoka. Ceny mocznika są uzależnione od cen ropy.

Podstawowym materiałem do produkcji sklejki z drewna liściastego w Chinach jest topola.

Surowiec ten pochodzi z rodzinnych firm, które są obecnie pod nadzorem chińskiego urzędu podatkowego. Ponadto rząd chiński może ograniczyć uprawę plantacji topoli na obszarach wiejskich i wówczas ceny topoli będą jeszcze wyższe. Powoduje to, że coraz więcej fabryk sklejki przenosi się do Guangxi, aby korzystać z tanich fornirow eukaliptusowych.

Od lata 2020 r. europejski rynek odbiorców indywidualnych jest uważany za główny czynnik napędzający popyt na sklejkę. Chociaż kontrola epidemii jest złagodzona, wiele osób nadal musi pracować w domu i oczekuje się, że stanie się to stanem trwałym dla wielu osób.

Europejski przemysł budowlany odradza się szybciej niż oczekiwano. Importerzy informują również, że rośnie popyt w branży stolarskiej, meblarskiej, opakowaniowej i stoczniowej.

Pomimo trudności logistycznych i długiego cyklu produkcyjnego, większość importerów wskazała, że posiada wystarczające możliwości zakupowe w nadchodzących miesiącach. Lokalnych zapasów prawie nie ma. Klienci wręcz czekają na przybycie statku, aby odebrać swoje towary.

Pod względem źródeł zaopatrzenia Chiny stają się ważnym dostawcą, pomimo długiego czasu realizacji i rosnących cen. Wzrost cen chińskiej sklejki w pierwszym kwartale 2021 r. był umiarkowany, ale w drugim kwartale cena FOB (Free On Board - transport typu port-do-drzwi) wzrosła o 15-20%, ale to nie jest tak źle w porównaniu z Brazylią. Ponieważ, jeśli uwzględni się koszty wysyłki, okaże się, że koszt importu sklejki brazylijskiej będzie wyższy.

Niektórzy eksporterzy sklejki próbują renegotjować zaległe kontrakty, zwłaszcza w przypadku zamówień z kwietnia lub maja 2021 r., co może wymagać dodatkowych 15-20 USD/m³. Powodem jest to, że stoją w obliczu wzrostu kosztów surowców. Wzrost cen obejmuje klej i fornir. Jeśli nie podniesie się ceny, można nie być w stanie wyprodukować sklejki. Jeśli zarezerwuje się miejsce dla masowca, można ponieść opłaty za pustą kabinę i przestoje ze strony firm żeglugowych. Chińskie porty są również zatłoczone przez masowce, a firmy żeglugowe proszą o dopłaty w celu sfinansowania dodatkowego czasu oczekiwania.

Wzrost cen wyrobów ze sklejki w Brazylii jest głównie spowodowany wpływem pandemii na przemysł wytwórczy, w połączeniu z ogromnym popytem na amerykańskim rynku budowlanym.

W przypadku standardowej sklejki 18-20 mm cena w październiku/listopadzie 2020 r. wynosiła 250-300 USD/m³. Ostatnio cena wzrosła do 500-600 USD/m³.

<https://www.yalongwood.com/plywood-importers-in-europe-facing-supply-pressures/> - dostęp 25.08.2021

<https://www.yalongwood.com/plywood-price-skyrocketed-in-china/> - dostęp 21.11.2021

Eksport sklejk na rynek japoński

W 2021 r. malezyjski eksport sklejk na rynek japoński wzrósł dwucyfrowo i znacznie wyprzedził swojego głównego konkurenta, Indonezję. Japonia zaimportowała z Malezji 683 tys. m³ sklejk z drewna tropikalnego w ciągu pierwszych 10 miesięcy 2021 r. wobec 599,1 tys. m³ w analogicznym okresie w 2020 r., co oznacza wzrost o 83,9 tys. m³ czyli o 14%. Według Międzynarodowej Organizacji ds. Drewna Tropikalnego (ITTO), która cytowała dane Ministerstwa Finansów Japonii, import sklejk z Indonezji do Japonii zmniejszył się z 608,8 tys. m³ do 572,4 tys. m³.

W październiku 2021 r. Japonia zwiększyła, w porównaniu z poprzednim miesiącem, import sklejk z drewna liściastego o 25% tj. do 169,2 tys. m³- wartość ta była wyższa od wartości z października 2019 r. Kraj importował również wyroby ze sklejk w znacznie mniejszych ilościach z Wietnamu i Chin.

W okresie od stycznia do października 2020 r. Japonia kupiła więcej sklejk z Indonezji (608,8 tys. m³) niż z Malezji (599,1 tys. m³), ale Malezja wyrównała dystans (do 702,7 tys. m³) z Indonezją w ciągu roku.

Krajowa podaż sklejk z drewna liściastego w Japonii drastycznie zmniejszyła się po tym, jak w ubiegłym roku największy w kraju producent sklejk, Daishin Plywood Industry Co, zaprzestał działalności i został zlikwidowany.

Firma Daishin z siedzibą w mieście Niigata na wybrzeżu Morza Japońskiego została założona w 1957 r. i od tego czasu produkowała skłękę z importowanych, tropikalnych kłód. W 2019 r. przetworzyła 53% importowanych kłód. Firma zdecydowała się wycofać swoją działalność częściowo ze względu na wzrost importu sklejk, ale decyzja sięgała dużo głębiej. W maju 2018 r. malezyjski stan Sabah, główny dostawca kłód tropikalnych, zakazał eksportu w imię ochrony lasów. Wielkość produkcji kłód z naturalnych lasów w Sarawak gwałtownie spadła w ciągu ostatniej dekady zgodnie z polityką zrównoważonego zarządzania lasami. Wielkość ta spadła z 14,3 mln m³ w 2019 r. do 5,74 mln m³ w 2020 r. Sarawak Timber Industry Development Corp (STIDC) przewiduje, że do 2030 r. wielkość produkcji spadnie do 2 mln m³. W tej sytuacji Daishin i inni japońscy importerzy kłód zwrócili się o ten surowiec do Papui Nowej Gwinei, z której Japonia importowała 80% tropikalnych kłód. Jednak w lutym 2021 r. Papua Nowa Gwinea podniosła cła eksportowe, powołując się na potrzebę rozwoju własnego przemysłu drzewnego i podobno rozważa wprowadzenie 50% zakazu eksportu kłód w 2025 r. Wraz z zaprzestaniem produkcji sklejk przez firmę Daishin, Japan Lumber Reports (JLR) poinformował, że import do Japonii kłód tropikalnych zmniejszył się prawie do zera. W pierwszych ośmiu miesiącach 2020 r. tylko dwa statki z Papui Nowej przewiozły tropikalne kłody do Japonii. JLR poinformował też, że w 2021 r.

brakowało krajowej sklejki z drewna iglastego. Zakłady produkujące sklejkę w Japonii używają obecnie forniru w swojej działalności.

Ponadto wydajność produkcji sklejki stale się obniża, ponieważ zwiększona ścinka drzew spowodowała, że pozyskiwane kłody są o coraz mniejszej średniej średnicy - z 80 cm w 2000 r. zmniejszyły się do mniej niż 60 cm. Dodatkowo ceny drewna wzrosły o 33% w porównaniu do cen w 2019 r. Krajowi producenci sklejki coraz częściej wykorzystują kłody z cedru i innych drzew rosnących w Japonii. Wyższa cena kleju to kolejny czynnik powodujący wzrost cen sklejki eksportowej, a brak kontenerów zwiększa koszty transportu.

<https://www.thestar.com.my/business/business-news/2022/01/10/double-digit-expansion-in-plywood-export-to-key-japan-market> - dostęp 10.01.2022

<https://asia.nikkei.com/Business/Markets/Commodities/Japan-tapers-imports-of-logs-from-tropical-trees-to-near-zero> - dostęp 02.01.2021

Wysoka wartość eksportu drewna i mebli z Wietnamu do USA

Według Vietnam Plus eksport z Wietnamu do USA wyrobów drzewnych i meblarskich ma sięgnąć 10 mld USD w 2022 r. Prognoza opiera się na trendzie rozwojowym od 2021 r. Według danych General Department of Vietnam Customs eksport drewna i mebli do USA wzrósł w 2021 r. do 8,8 mld USD (o 22,4%) z czego 87,6% pochodziło z eksportu mebli drewnianych.

Ekspertsi przewidują, że wysiłki przedsiębiorstw w zakresie utrzymania produkcji, przy wsparciu rządu, w obliczu wyzwań związanych z COVID-19, będą napędzać ten trend ekspansji w 2022 r. Mimo to wyzwania, takie jak środki zaradcze w handlu, braki kontenerów i wysokie koszty logistyczne, nadal pozostają nierozwiązane. Obecnie koszt każdego kontenera (fracht) wysyłanego do USA wynosi średnio 20-30 tys. USD, czyli czterokrotnie więcej niż w poprzednich latach.

Buy Hui Son, doradca ministra i szef wietnamskiego biura handlowego w USA, radził firmom, aby nadal wprowadzały innowacje i poprawiały jakość produktów w celu zaspokojenia popytu amerykańskich konsumentów, przy jednoczesnym zapewnieniu przyjazności dla środowiska ich produktów. Podkreślił również potrzebę cyfryzacji i przejścia do handlu elektronicznego jako bastionu przeciwko konkurencji i środkom handlowym.

Źródło: Vietnam Plus <https://panelsfurnitureasia.com/vietnam-wood-and-furniture-exports-to-us-expected-to-hit-us10-billion-in-2022/> - dostęp 25.01.2022

Rynek płyt w Brazylii

Brazylijski producent płyt drewnopochodnych Dexco (dawniej Duratex) odnotował w 2021 r. najlepsze roczne wyniki finansowe w swojej historii. Roczna EBITDA w wysokości 2,2 mld R\$ (Real brazylijski - 0,43 mld USD na dzień 01.03.2022), była o 70% większa niż w poprzednim 2020 r. Roczne przychody netto osiągnęły 8,1 mld R\$ (1,57 mld USD), co oznacza wzrost o 39% w porównaniu z 2020 r.

W swoim zestawieniu wyników firma Dexco przytoczyła też statystyki IBA wykazujące, że w całym kraju całkowita wielkość produkcji płyt drewnopochodnych wzrosła o 13% do 9,3 mln m³ (2020: 8,2 mln m³).

Spadek wolumenów w IV kwartale o 3% wynikał z przesunięcia przez branżę meblarską planowanych postojów remontowych w kwartale.

Statystyki IBA wykazują również 15% wzrost rocznej sprzedaży płyt drewnopochodnych w Brazylii: 16% w przypadku płyt MDF - do 4,9 mln m³ i 14% w przypadku płyt MDP do 3,2 mln m³. Wielkość rynku wewnętrznego MDF w 2021 r. wzrosła o 15%, eksport o 0,6%.

Wolumeny Dexco wzrosły o 10% w 2021 r. do 3,1 mln m³, przy wykorzystaniu mocy produkcyjnych na poziomie 96% dla MDF i 94% dla MDP (Medium Density Particleboard - płyta wiórowa średniej gęstości).

Ogólna perspektywa Dexco na 2022 r. to stabilizacja i nowy poziom stóp procentowych bez znaczącego wpływu na sektor. Firma przewiduje, że popyt na materiały budowlane utrzyma się, ponieważ nowe przedsięwzięcia na rynku nieruchomości zostały już rozpoczęte. Stwierdzono jednak, że niestabilność scenariusza politycznego i pandemia mogą powodować ogólną niestabilność.

W dziale Wood, Dexco dostrzega dodatkowe możliwości powlekania powierzchni płyt, z naciskiem na rozszerzenie asortymentu. Przewiduje również wysoki stopień wykorzystania fabryk, z potencjalnym wzrostem sprzedaży na rynek zewnętrzny.

Dexco prowadzi również dział Deca, skupiający się na ceramice, armaturze metalowej i prysznicach elektronicznych, podczas gdy dział Tiles produkuje wykładziny podłogowe i ściennie oraz dachówki.

<https://www.wbpionline.com/news/dexco-records-best-ever-performance-9479102/> - dostęp 13.02.2022

Malezyjski eksport drewna i produktów drzewnych

Pomimo pandemii COVID-19 i związanych z nią skutków ekonomicznych malezyjski przemysł drzewny zdołał utrzymać się na dość dobrym poziomie. Popyt na malezyjskie produkty drzewne, zwłaszcza meble, wzrósł na początku 2020 r., ponieważ wiele osób na całym świecie zaczęło pracować w domu. Produkty takie jak sklejka, tarcica, stolarka budowlana i stolarka (BJC - Builders Joinery and Carpentry) również w dużym stopniu przyczyniły się do zysków odnotowanych przez branżę w 2021 r.

Malezyjski eksport produktów z drewna odnotował wzrost z 22,02 mld RM w 2020 r. do 22,7 mld RM w 2021 r. (o 3,1%). Pod względem procentowego wzrostu wartości eksportu rok do roku, sklejka była na szczycie rankingu wraz z meblami z drewna i tarcicą oraz BJC przyczyniając się do ponad połowy całkowitego eksportu. W 2021 r. w Japonii i Stanach Zjednoczonych nastąpił wzrost popytu na malezyjską sklejkę. Dodatkowo likwidacja czołowego producenta sklejki w Japonii doprowadziła do wzrostu popytu. Ożywienie branży budowlanej zarówno w Japonii, jak i Stanach Zjednoczonych, zwłaszcza ostatnio, spowodowało dwucyfrowy wzrost malezyjskiego przemysłu sklejkowego. Eksport mebli

drewnianych z Malezji do Stanów Zjednoczonych, które są największym rynkiem eksportowym, pozostawał umiarkowany, podczas gdy Singapur i Indie przyczyniły się do dwucyfrowego wzrostu Malezji, ponieważ gospodarki tych dwóch krajów zbliżają się do swoich dni przed pandemią. Hajah Norrida prezes Malaysian Timber Council (MTC) zakomunikował, że malezyjski przemysł drzewny nie jest całkowicie bez problemów, ponieważ wciąż istnieją pewne opóźnienia pod względem rosnących opłat za fracht morski, są utrudnienia co do dostępności kontenerów, niedoborów siły roboczej i braku surowców.

Od 2020 r. MTC wprowadziło wiele programów, aby pomóc branży przezwyciężyć najbardziej palące wyzwania, zwłaszcza poprzez zapewnienie zachęt, które uwzględniają postęp technologiczny, który pomaga efektywniej wykorzystywać zasoby we wszystkich aspektach, z wyjątkiem pokrywania opłat za fracht morski. MTC podczas pandemii, poprzez swoje programy, pomaga członkom branży stabilizować ich działalność, a także znajdować możliwości biznesowe, budując ich odporność w radzeniu sobie z wstrząsami wtórnymi związanymi z COVID-19. W 2022 r. siedem najważniejszych zadań Rady skupia się na ożywieniu przedsiębiorstw za pomocą kilku nowych działań, które wspierają gospodarkę o obiegu zamkniętym i zrównoważony rozwój poprzez programy rozwoju produktów z palm olejowych, współpracę w zakresie projektowania produktów z Instytutem Badawczym Leśnictwa w Malezji oraz ustanowienie środowiska, zarządzania i spraw społecznych. wytyczne dla przemysłu drzewnego. Mapa drogowa MTC, która obejmuje pięcioletni plan od 2019 r. do 2023 r., zawiera strategię Rady w przezwyciężaniu wyzwań związanych z pandemią, przy jednoczesnym zapewnieniu trwałości i rentowności malezyjskiego przemysłu drzewnego.

<http://mtc.com.my/media-Newsroom.php> - dostęp 15.02.2022

Grupa Segezha dostarcza drewno klejone warstwowo na japoński rynek

Grupa Segezha weszła w 2021 r. na japoński rynek drewna klejonego warstwowo (Glulam - glued laminated timber) oraz belek konstrukcyjnych klejonych warstwowo. Pierwsza dostawa z Zakładu Drzewnego Sokół JSC, składająca się z 10 kontenerów (550 m³) została wysłana do Japonii w listopadzie. Kupującym była firma Sojitz Building Materials Corporation.

Segezha pozycję na rynku japońskim uzyskała dzięki przeprowadzonej w 2020 r. modernizacji produkcji oraz certyfikacji zgodności z Japońskimi Standardami Rolniczymi (JAS - Japanese Agricultural Standards) przyznanej Zakładowi Sokół SA w 2021 r. Certyfikat ten jest wymagany od firm dostarczających produkty z przetworzonego drewna do Japonii. Grupa Segezha spełniła wszystkie wymagania JAS w zakresie jakości, wielkości, klas wytrzymałości, jakości kleju, wyposażenia i technologii.

https://www.lesprom.com/en/news/Segezha_Group_enters_into_Japanese_glulam_market_101390/ - dostęp 24.11.2021

Wzrost sprzedaży i zysków po półroczu Grupy EGGER

Grupa EGGER z siedzibą w St. Johann w Tyrolu (Austria) zamknęła pierwszą połowę roku obrotowego 2021-22 (data sprawozdawcza 31 października 2021 r.) ze skonsolidowaną sprzedażą na poziomie 1,98 mld euro (2,24 mld USD), co oznacza wzrost o 36,5% w stosunku do roku poprzedniego. Istotny wpływ na wynik miały szczególne warunki ekonomiczne w branży budowlanej i meblarskiej oraz wzrost mocy produkcyjnych nowych zakładów. Zakłady EGGER w Biskupcu (PL) i w Lexington w stanie Karolina Północna (USA) znacząco przyczyniły się do wzrostu wyników sprzedaży. Dodatkowo we wszystkich zakładach zostały zoptymalizowane rodzaje produktów. Szczególnie w obszarze wyrobów budowlanych odnotowano nieproporcjonalny wzrost.

Pandemia koronawirusa i jej skutki dla gospodarki i społeczeństwa były również decydującymi czynnikami dla Grupy EGGER w pierwszej połowie roku obrotowego 2021-22. Trwała szczególna sytuacja, w jakiej znalazła się branża od lata 2020 r. - silny wzrost popytu. Zwiększone inwestycje konsumenckie we własnym domu, a także nieprzerwane nowe prace budowlane w prawie wszystkich regionach świata były głównymi czynnikami napędowymi. Jednocześnie pandemia postawiła przed firmą duże wyzwania, zwłaszcza w obszarze surowcowym - stwierdził Thomas Leissing, Zarząd Grupy EGGER Finanse/Administracja/Logistyka. Od początku roku sytuacja podażowa na światowych rynkach surowców staje się coraz bardziej napięta - dynamika, która w ostatnich miesiącach znacznie się nasiliła. Dotyczy to w szczególności surowców chemicznych potrzebnych do produkcji materiałów drewnopochodnych, obrzeży i powierzchni.

Według EGGER, pomimo utrzymującej się niepewności, związanej z pandemią koronawirusa, ogólne perspektywy na drugą połowę roku obrotowego 2021-22 są pozytywne.

https://www.egger.com/shop/pl_PL/wyniki-2021-2022/n/page_00006Y07 - dostęp 03.01 2022

Udany 2021 rok dla firmy Dieffenbacher

Dieffenbacher zarobił prawie 400 mln euro sprzedaży w 2021 r. dzięki dużemu popytowi na nowe zakłady produkcji płyt drewnopochodnych, dywersyfikacji działalności w zakresie formowania, rosnącemu zainteresowaniu klientów zrównoważonymi rozwiązaniami oraz wprowadzeniu koncepcji inteligentnej instalacji, która daje producentom lepszy wgląd w ich produkcję i procesy.

„Pomimo wielu ograniczeń związanych z COVID-19, był to doskonały rok dla Dieffenbacher. Obsługiwaliśmy naszych klientów tak samo dobrze, jak w czasach przed pandemią i dlatego jestem bardzo dumny z naszego zespołu” - powiedział dyrektor generalny Christian Dieffenbacher. „Każda z naszych trzech jednostek biznesowych - Drewno, Formowanie i Recykling (Wood, Forming and Recycling) - działała dobrze i otrzymała znaczące nowe zamówienia od klientów”.

Jednostka biznesowa Wood odnotowała duże zapotrzebowanie na nowe zakłady na prawie każdym kontynencie. W Europie Dieffenbacher otrzymywał coraz większą liczbę zamówień na zakłady produkujące specjalne produkty, takie jak płyty izolacyjne z włókien drzewnych oraz zakłady, które wdrażają zaawansowane rozwiązania technologii środowiskowych w celu zwiększenia zrównoważonego rozwoju.

Klienci coraz częściej wybierają kompletne instalacje dostarczane z jednego źródła. Przykładem jest zamówienie Grupy HOMANIT na nowy zakład w Pagirai na Litwie, który łączy rozwiązania technologii środowiskowych z suszarnią do włókien i elektrownią o mocy 50 MW w celu zapewnienia minimalnych emisji. Dieffenbacher otrzymał również cztery zamówienia na zakłady produkujące płyty izolacyjne z włókna drzewnego, wykorzystywane do ekologicznej i przyjaznej dla klimatu izolacji w budownictwie mieszkaniowym.

Sukcesem okazała się dywersyfikacja jednostki biznesowej Forming (wcześniej jednostka biznesowa Composites), którą Dieffenbacher rozpoczął pod koniec 2020 r. wraz z powrotem do branży metalowej. Zamówienia na nowe zakłady oraz na serwis, części zamienne i modernizacje, szczególnie dla przemysłu metalowego, znacznie przerosły oczekiwania. Tymczasem ożywienie rynków w Europie i Ameryce Północnej zwiększyło zainteresowanie klientów nowymi fabrykami i dużymi ekspansjami. Przykładem jest zakup linii LFT-D i prasy 2500 ton przez Continental Structural Plastics (CSP), jednego z największych światowych producentów komponentów kompozytowych, w celu rozbudowy zakładu w Sarepta w stanie Luizjana w USA.

Jednostka biznesowa Recycling przyciągnęła klientów zrównoważonymi rozwiązaniami w obszarach recyklingu drewna, paliw alternatywnych i „Waste2Product”. Jednostka projektuje i dostarcza zakłady przetwarzające drewno pochodzące z recyklingu do produkcji płyt wiórowych - przy użyciu najnowocześniejszej technologii sortowania w celu osiągnięcia poziomu czystości do 99,5% - oraz zakłady produkujące palety z tworzyw sztucznych pochodzących w 100% z recyklingu. Kolejną nowością było zamówienie na innowacyjną koncepcję instalacji do produkcji płyt izolacyjnych z odpadów poliuretanowych.

W ramach nowej koncepcji inteligentnej instalacji CEBRO, Dieffenbacher wprowadził we wrześniu platformę cyfrową o nazwie EVORIS. EVORIS daje producentom lepszy wgląd w ich produkcję i procesy. Wspomagana przez sztuczną inteligencję analiza danych na żywo to tylko jeden ze sposobów, w jaki EVORIS pomaga operatorom zakładów lepiej zrozumieć i kontrolować swoje zakłady oraz szybciej podejmować ważne decyzje. Wraz z EVORIS, CEBRO wspiera zaawansowane rozwiązania inżynierskie, doskonałość operacyjną i inicjatywy na rzecz zrównoważonego rozwoju. Po raz pierwszy opracowane dla jednostki biznesowej Wood, CEBRO i EVORIS będą sukcesywnie dostępne dla klientów firmy Dieffenbacher Forming and Recycling w 2022 r.

Zrównoważony rozwój i cyfryzacja pozostaną głównym celem firmy. „Tendencja w kierunku budownictwa przyjaznego dla klimatu z wykorzystaniem drewna i płyt

drewnopochodnych oraz możliwość ich recyklingu bardzo nam się podoba, podobnie jak ogólny wzrost w branży budowlanej” - powiedział Christian Dieffenbacher.

DIEFFENBACHER spodziewa się zamknąć 2021 r. ze sprzedażą prawie 400 mln euro. Dysponując 16 lokalizacjami produkcyjnymi, serwisowymi i handlowymi na całym świecie, firma jest geograficznie blisko klientów, oferując jednocześnie globalną sieć produkcji i dostaw.

<https://dieffenbacher.com/en/company/news/detail/a-successful-year-for-dieffenbacher> - dostęp 16.12.2021

Rok biznesowy Grupy Siempelkamp

Grupa Siempelkamp uznała za udany rok obrotowy 2021 z rekordową liczbą zamówień w wysokości 855 mln euro. Firma wyraźnie przekroczyła ubiegłoroczny poziom zamówień, wynoszący 552,7 mln euro. Doświadczenie firmy Siempelkamp w zakresie doskonałych technologii i zrównoważonych koncepcji jest potwierdzone we wszystkich obszarach.

Grupa Siempelkamp z powodzeniem pozycjonowała się w szczególności na swoim podstawowym rynku, jakim jest przemysł materiałów drewnopochodnych. Zarówno dłuгоletni dotychczasowi klienci, jak i nowi klienci na całym świecie, zdecydowali się na ogólne kompetencje zakładowe i technologiczne know-how firmy. Grupa była również w stanie osiągnąć liczne sukcesy sprzedażowe w obszarach kompetencji pras do obróbki plastycznej metali oraz pras do materiałów kompozytowych. W sumie we wszystkich obszarach zamówiono 24 duże zakłady.

W branży płyt drewnopochodnych Siempelkamp kontynuuje działania zmierzające do przeorientowania produkcji płyt. Zmiana klimatu i niedobór zasobów wymagają rozwiązań dotyczących wykorzystania alternatywnych surowców. W zależności od lokalnych dostaw surowców i sytuacji rynkowej, producenci płyt drewnopochodnych mogą korzystać z nowych, oszczędzających zasoby procesów. Koncepcja innowacji firmy koncentruje się na zagadnieniach technologii środowiskowej i recyklingu.

W obszarze cyfryzacji rozwiązania Siempelkamp również spotykają się z dużym popytem. Na przykład firma dostarcza kompleksowe portfolio produktów cyfrowych, które zwiększa efektywność kosztową klientów i optymalizuje jakość produktów.

W 2022 r. Grupa Siempelkamp zamierza kontynuować ścieżkę wdrażania nowych procesów i inwestowania w jej przekształcenie. „Nasza globalna sieć produkcyjna z lokalizacjami w Niemczech, Włoszech, Czechach i Chinach charakteryzuje się ideą efektywności oraz naszym zaangażowaniem w bliskość klienta i najwyższą jakością. Nasza koncepcja globalnego zarządzania produkcją, którą uruchomiliśmy w 2020 r., ma tu pozytywny wpływ: z jednej strony na zróżnicowanym rynku zapewniamy dokładnie takie wsparcie, które jest dostosowane do dostaw surowców i potrzeb naszych klientów, z drugiej strony - operatorzy instalacji korzystają z holistycznej koncepcji, która zapewnia jakość i wydajność we wszystkich obszarach, od wykorzystania zasobów po logistykę” - stwierdził Samiron Mondal, Dyrektor Zarządzający Siempelkamp Maschinen- und Anlagenbau GmbH.

https://www.siempelkamp.com/en/latest/news/siempelkamp-gruppe-auf-erfolgskurs-auftragseingang-von-8550-mio-eur-in-2021/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=0e19eec7a54b1165acfed1ac68fe511 - dostęp 14.02.2022

UE kwestionuje w WTO rosyjskie ograniczenia eksportowe na drewno

20 stycznia 2022 r. UE domagała się w Światowej Organizacji Handlu (WTO - World Trade Organization) konsultacji z Rosją w sprawie ograniczeń eksportowych nałożonych przez Rosję na produkty z drewna. Ograniczenia wywozowe polegają na znacznym podwyższeniu ciał wywozowych na niektóre produkty z drewna oraz drastycznym zmniejszeniu liczby przejść granicznych, przez które może odbywać się wywóz produktów z drewna.

Rosyjskie restrykcje są bardzo szkodliwe dla unijnego przemysłu przetwórstwa drzewnego, który opiera się na eksporcie z Rosji i powodują znaczną niepewność na światowym rynku drzewnym. Postanowienia weszły w życie w styczniu 2022 r.

W WTO Rosja zobowiązała się do stosowania ciał wywozowych w wysokości maksymalnie 13% lub 15% na określone ilości wywozu. Wycofując te kontyngenty taryfowe, Rosja stosuje obecnie cła wywozowe o znacznie wyższej stawce 80%, a tym samym nie przestrzega swoich zobowiązań, wynikających z prawa WTO.

Rosja zmniejszyła też liczbę przejść granicznych, obsługujących eksport drewna do UE z ponad 30 do tylko jednego (Luttya w Finlandii). Zakazując korzystania z istniejących przejść granicznych, które są technicznie zdolne do obsługi takiego eksportu, Rosja narusza zasadę WTO zabraniającą takich ograniczeń.

Konsultacje w sprawie rozstrzygnięcia sporów, o które zwróciła się UE, są pierwszym krokiem w postępowaniu w sprawie rozstrzygnięcia sporów WTO. Jeżeli nie doprowadzą one do zadowalającego rozwiązania, UE może zwrócić się do WTO o powołanie panelu do wydania orzeczenia w tej sprawie.

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_410 - dostęp 20.01.2022

Kronospan ubiega się o zgodę na przejęcie Pfeleiderer Polska

15 lutego br. Komisja Europejska otrzymała zgłoszenie o planach całkowitego przejęcia Pfeleiderer Polska przez Kronospan Holdings. Z treści zgłoszenia wynika, że Kronospan zamierza przejąć kontrolę nad całym przedsiębiorstwem Pfeleiderer Polska poprzez zakup udziałów.

Po wstępnej analizie Komisja Europejska uznała, że zgłoszona transakcja może wchodzić w zakres rozporządzenia w sprawie kontroli łączenia przedsiębiorstw. Jednocześnie Komisja zastrzegła sobie prawo do podjęcia ostatecznej decyzji w tej kwestii. Decyzja KE ma zostać wydana do 22 marca br.

Komisja zwróciła się też do zainteresowanych osób trzecich o zgłaszanie ewentualnych uwag na temat planowanej koncentracji w nieprzekraczalnym terminie 10 dni od daty publikacji zawiadomienia (tj. 23 lutego 2022 r.).

Wiceprzewodnicząca wykonawcza KE Margrethe Vestager, odpowiedzialna za politykę konkurencji, powiedziała: „Kronospan i Pflieger Polska są największymi dostawcami płyt drewnopochodnych, które są elementem wyposażenia kuchennego oraz mebli. Rynki te są już skonsolidowane, więc musimy dokładnie ocenić, czy zmiany w otoczeniu konkurencyjnym, jakie nastąpią w wyniku proponowanego przejęcia, nie doprowadzą do wyższych cen i mniejszej konkurencji w tym sektorze”.

Na obecnym etapie Komisja jest zaniepokojona tym, że:

- transakcja może prowadzić do wyższych cen i mniejszego wyboru dla klientów z branży budowlanej i przemysłowej, a także dla odbiorców końcowych płyt wiórowych, płyt pilśniowych i komponentów. W przypadku każdego z tych rodzajów płyt drewnopochodnych strony posiadają wysoki łączny udział w rynku w kilku obszarach zasięgu wokół ich zakładów produkcyjnych zlokalizowanych w Europie Wschodniej, przy ograniczonych lub żadnych wiarygodnych alternatywnych dostawcach pozostających po transakcji,
- w wyniku połączenia z Pflieger Polska Kronospan może zaangażować się w strategię wykluczenia wejściowego w odniesieniu do płyt wiórowych, płyt pilśniowych i komponentów,
- transakcja może zwiększyć prawdopodobieństwo, że strony będą w stanie koordynować swoje zachowanie.

<https://www.drewno.pl/artykuly/12313,kronospan-przejmie-polskie-fabryki-grupy-pflieger.html> - dostęp 23.02.2022

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_2284 - dostęp 09.04.2022

IKEA ostrzega przed podwyżkami cen

IKEA ostrzegła przed zbliżającymi się podwyżkami cen, ujawniając swoje wyniki finansowe za rok obrotowy 2021 (do 31 sierpnia 2021 r.).

Ikea poinformowała, że jej klienci będą płacić więcej, gdy będą robić zakupy w jej sklepach w 2022 r.

Podobnie jak wiele firm o niskich marżach, największy na świecie sprzedawca mebli zmaga się z wyższymi kosztami z powodu ciągłych problemów w globalnym łańcuchu dostaw. Ceny w sklepach IKEA na całym świecie wzrosną średnio o 9%, aby zrównoważyć znaczne koszty transportu i surowców ponoszone przez INGKA Group.

Grupa twierdzi, że ożywienie gospodarcze trwało w ciągu roku finansowego, ale biznes pozostaje „niezwykle trudny”. Ponad 150 sklepów IKEA zostało zamkniętych z powodu lokalnych blokad, co skutkowało niższą sprzedażą w sklepach. Mimo to sprzedaż e-commerce wzrosła o 73%, a całkowita sprzedaż detaliczna franczyzobiorców IKEA osiągnęła 41,9 mld euro (+5,8% rok do roku). Sprzedaż w roku finansowym 2021 również przewyższyła sprzedaż w roku finansowym 2019 (41,3 mld euro).

Pandemia zakłóciła także globalny transport, mimo że wzrósł popyt. W rezultacie wiele produktów IKEA zostało wyprzedanych, a brak transportu i siły roboczej spowodował wzrost cen. Aby złagodzić te zakłócenia, Grupa Inter IKEA wydała dodatkowe 250 mln euro w roku finansowym 2021.

„W tym roku e-commerce IKEA przyspieszył i obecnie stanowi 26% całkowitej sprzedaży detalicznej. Ale sklepy przyjęły tylko 775 mln odwiedzających w porównaniu do ponad 1 mld w roku finansowym 2019. Aby produkty były przystępne cenowo i spełniały zmieniające się oczekiwania klientów, zainwestowaliśmy znaczne środki w łańcuch dostaw IKEA” - powiedział Martin van Dam, dyrektor finansowy Inter IKEA Group. Doprowadziło to do obniżenia wyników finansowych grupy. Zysk netto wyniósł 1,4 mld euro w roku obrotowym 2021, w porównaniu do 1,7 mld euro w roku obrotowym 2020.

„Niedobory surowców i globalny kryzys transportowy wpłynęły na marże Grupy Inter IKEA. Chociaż nasze koszty wzrosły, zrobiliśmy wszystko, co w naszej mocy, utrzymując stabilne ceny dla naszych detalistów w roku finansowym 2021. Chociaż nie możemy nadal zapewniać sprzedawcom stałych cen w tych trudnych warunkach, planujemy również wchłonąć część zwiększonych kosztów w roku finansowym 2022” - stwierdził Martin van Dam.

Grupa kontynuowała inwestycje w rozwój produktów, inicjatywy mające na celu zmniejszenie wpływu IKEA na klimat oraz ekspansję, w tym dalszy rozwój nowych formatów sklepów. Ok. 45 nowych lokalizacji IKEA (w tym testy) zostało otwartych w FY21 (w roku finansowym 2021), w tym pierwsze sklepy w Meksyku i Słowenii. Franczyzobiorcy rozpoczęli również działalność e-commerce na Filipinach.

IKEA dąży do 100% energii odnawialnej w całym łańcuchu wartości. Aby zbliżyć się do tej ambicji, Grupa Inter IKEA uruchomiła program dla prawie 1600 bezpośrednich dostawców, aby przyspieszyć ich przejście na 100% odnawialną energię elektryczną. Dziś prawie 90% IKEA Industry (należąca do Grupy Inter IKEA) jest już zasilana energią odnawialną.

„Pomimo wyzwań, Inter IKEA Group nadal inwestuje w system franczyzowy IKEA i łańcuch wartości, aby stworzyć bardziej przystępną cenowo, dostępną i zrównoważoną IKEA dla wielu ludzi”, podsumował dyrektor.

Podczas pandemii IKEA odnotowała bezprecedensowy popyt na produkty związane z domem, takie jak meble, produkty do przechowywania i artykuły związane z domowym biurem, do tego stopnia, że nie zawsze była w stanie zaspokoić wszystkie potrzeby swoich klientów. Firma stara się złagodzić bieżący wpływ problemów związanych z łańcuchem dostaw, takich jak opóźnienia w dostawach, za pomocą mapowania dodatkowych statków i ładowarek.

<https://www.furniturenews.net/news/articles/2021/11/1417242736-ikea-warns-price-rises> - dostęp 04.11.2021
(Autor: Paul Farley)

<https://edition.cnn.com/2021/12/31/business/ikea-price-increase/index.html> - dostęp 31.12.2021 (Autor: Parija Kavilanz)

Grzegorz Kowaluk, Danuta Nicewicz

