

Kronospan HPL Sp. z o.o. Pustków Osiedle 59E 39-206 Pustków	Raport z prac badawczo-rozwojowych prowadzonych w ramach projektu nr RPPK.01.02-00-18-0001/16-00	Data	19.09.2023
		Strona	1/10

Niniejszy raport został opracowany na podstawie prac badawczo-rozwojowych prowadzonych w Kronospan HPL w ramach projektu nr RPPK.01.02-00-18-0001/16-00.

Prace badawczo-rozwojowe, których wyniki opisano w raporcie, obejmowały:

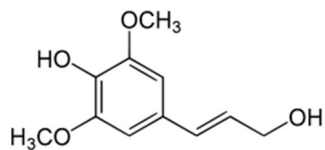
1. Wprowadzenie i określenie zawartości biokomponentów (polioli, biopolimerów ich pochodnych) w hybrydowej żywicy, określona procentem wagowym w analizie instrumentalnej polimeru.
2. Zwiększenie o 50% możliwości postformingowych laminatów produkowanych metodami CPL i HPL, tj. do wartości promienia wyoblenia: 1,5mm dla ułożenia równoległego włókien oraz 3mm dla prostopadłego dla tego samego zakresu grubości laminatu.
3. Zwiększenie elastyczności rdzenia kompozytu. Poprawie uległ parametr elastyczności materiału i w efekcie usunięto problem zbyt szybkiego zużywania się narzędzi do obróbki płyt (piły i frezy).
4. Zredukowanie wartości rozszerzalności liniowej płyt kompozytowych z poziomu: 0,6% wzdłuż i 1,6% w poprzek do poziomu: <0,1% w obu kierunkach.
5. Biodegradowalny (metodą biotyczną), biorozpraszalny i bioasymilacyjny sposób utylizacji produktu z kontrolowaną długością życia.
6. Wykorzystanie odpadów do produkcji nowego wyrobu użytkowego. Wykorzystanie do 80% wag. surowców pochodzących z recyklingu odpadów drewna i materiałów drewnopochodnych przy produkcji termoutwardzalnych płyt typu MPB.
7. Opracowanie nowych metod pomiaru właściwości fizykochemicznych gotowych produktów. Opracowanie metody badań HPLC odpadów z produkcji żywic, które dzięki określeniu zawartości wolnego fenolu i formaldehydu są wykorzystywane ponownie w procesie kondensacji.
8. Procesy rekuperacyjne, akumulacji ciepła i chłodu dla termicznych procesów produkcyjnych. Zredukowanie energochłonności ciepła w procesie produkcyjnym. Odzysk ciepła z procesu produkcyjnego formaliny.

Kronospan HPL Sp. z o.o. Pustków Osiedle 59E 39-206 Pustków	Raport z prac badawczo-rozwojowych prowadzonych w ramach projektu nr RPPK.01.02-00-18-0001/16-00	Data	19.09.2023
		Strona	2/10

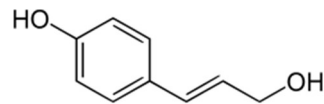
Ad 1. Wprowadzenie i określenie zawartości biokomponentów (polioli, biopolimerów ich pochodnych) w hybrydowej żywicy, określona procentem wagowym w analizie instrumentalnej polimeru.

Lignina - surowiec odnawialny do produkcji żywic fenolowo-formaldehydowych. Jako makrocząsteczka, lignina składa się zasadniczo z trzech podstawowych bloków budulcowych opartych na alkoholu hydroksycynamonowym.

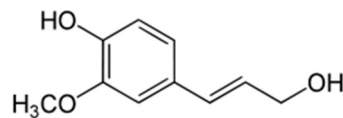
Struktura chemiczna ligniny:



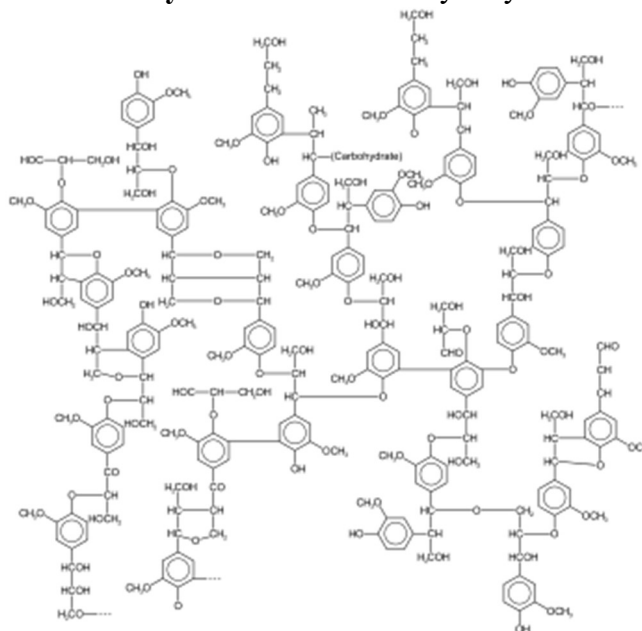
Rys. 1 Alkohol synapinowy



Rys. 2 Alkohol kumarylowy



Rys. 3 Alkohol koniferylowy



Rys. 4 Wzór strukturalny ligniny

Ze względu na swoją strukturę, lignina może być postrzegana w najszerszym znaczeniu jako rodzaj kondensatu fenolowego. Z tego względu podjęto prace nad zastosowaniem ligniny do produkcji impregnacyjnych żywic fenolowo-formaldehydowych (PF). Niestety,

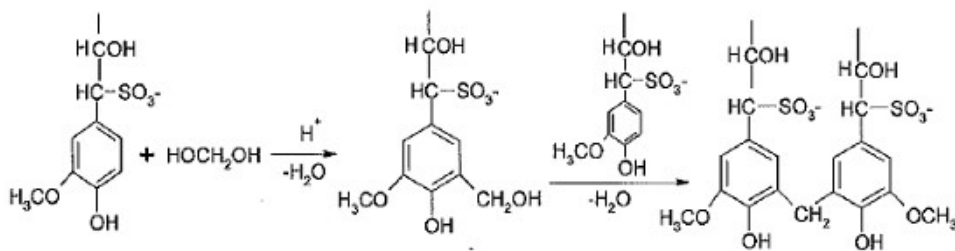
Kronospan HPL Sp. z o.o. Pustków Osiedle 59E 39-206 Pustków	Raport z prac badawczo-rozwojowych prowadzonych w ramach projektu nr RPPK.01.02-00-18-0001/16-00	Data	19.09.2023
		Strona	3/10

w przeciwieństwie do innych biopolimerów, lignina nie jest substancją jednorodną. W zależności od pochodzenia roślinnego, jej struktura różni się, a ponadto jej właściwości są dalej modyfikowane podczas procesu trawienia celulozy. Ponadto reaktywność ligniny jest znacznie mniejsza niż fenolu, więc współkondensacja jest możliwa tylko w bardzo ograniczonym zakresie podczas reakcji z formaliną.

Przeprowadzono próby zastąpienia 20% fenolu w żywicy impregnacyjnej PF różnymi rodzajami ligniny – **ligniną sulfonowaną (LS)** z dodatkiem różnych jonów (m.in. magnezu, sodu, wapnia) i **ligniny kraft (KF)**.

Pierwszym etapem prac było rozpuszczenie niemodyfikowanej ligniny Kraft bezpośrednio w fenolu. Czas kondensacji zdecydowanie się wydłużył, lignina pozostała częściowo nieprzereagowana, co zasadniczo wpłynęło na parametry jakościowe końcowych wyrobów.

Z tego względu w pierwszym etapie postanowiono poddać ligninę procesowi metylolacji aby zwiększyć jej reaktywność. Reakcja ta zachodzi między ligniną a formaldehydem w środowisku zasadowym z utworzeniem grupy metylolowej i dalszej kondensacji jako pierwszego etapu produkcji (rys. 5).



Rys. 5 Reakcja metylolacji



Rys. 6 Lignina Kraft

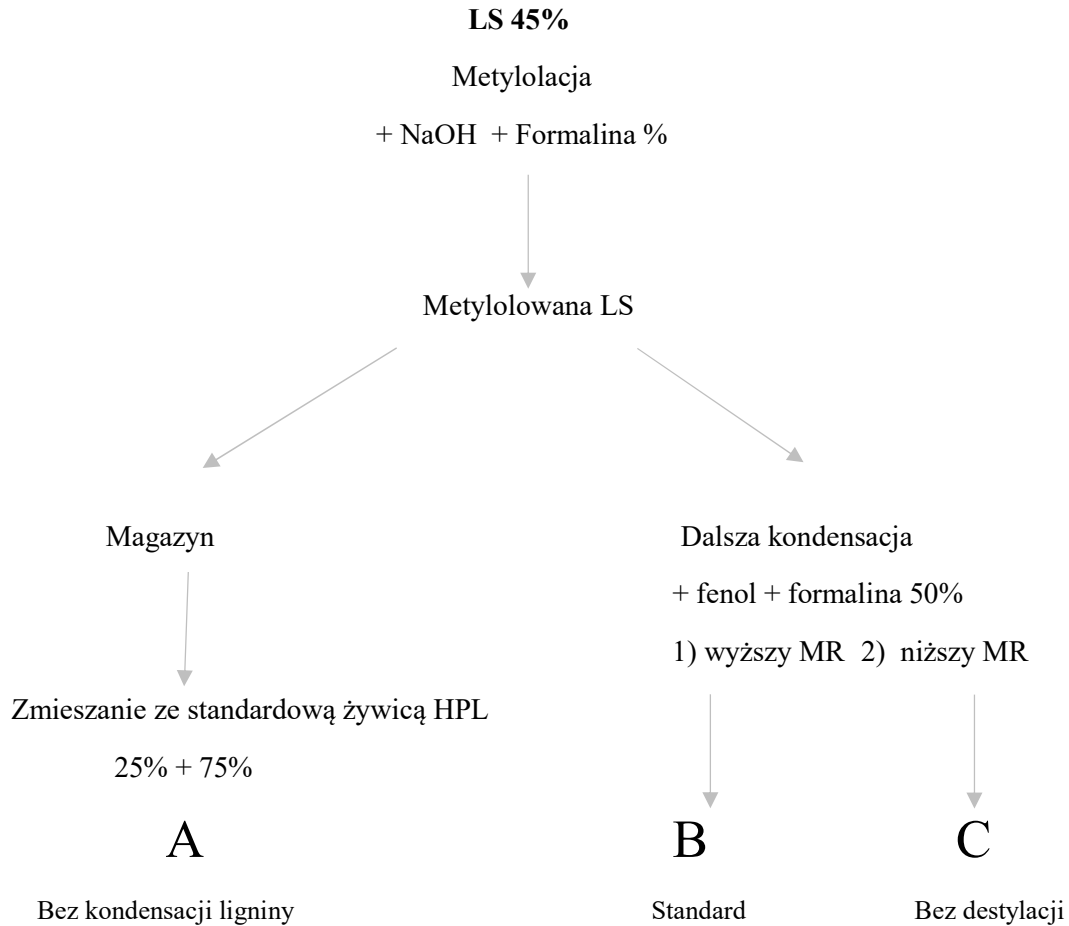


Rys. 7 Aktywowana lignina Kraft

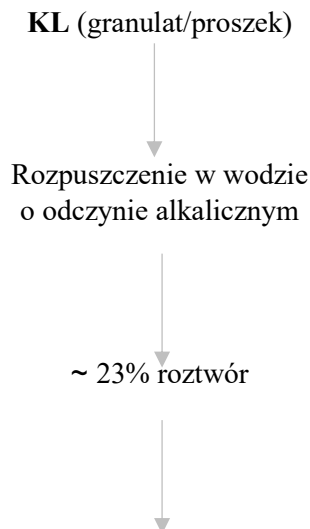
Kronospan HPL Sp. z o.o. Pustków Osiedle 59E 39-206 Pustków	Raport z prac badawczo-rozwojowych prowadzonych w ramach projektu nr RPPK.01.02-00-18-0001/16-00	Data	19.09.2023
		Strona	4/10

Przeprowadzone testy według poniższych schematów

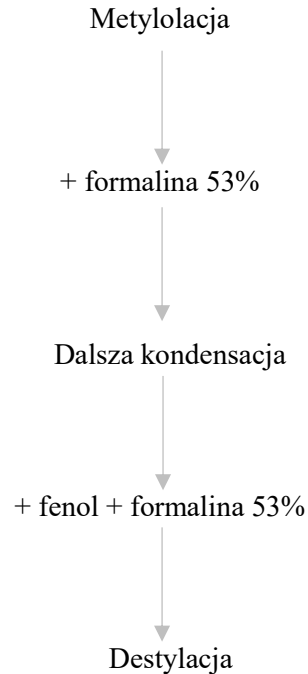
a) Lignina sulfonowna



b) Lignina Kraft



Kronospan HPL Sp. z o.o. Pustków Osiedle 59E 39-206 Pustków	Raport z prac badawczo-rozwojowych prowadzonych w ramach projektu nr RPPK.01.02-00-18-0001/16-00	Data	19.09.2023
		Strona	5/10



Żywica modyfikowana (sucha masa 58%)

Opracowano kilka metod metylolacji różniących się temperaturą, czasem procesu, ilością składników. Przebieg metylolacji badano oznaczeniem wolnego formaldehydu w mieszance. Poniżej znajdują się przykładowe wyniki badań różnych metod metylolacji.

Tabela 1. Metylowacja

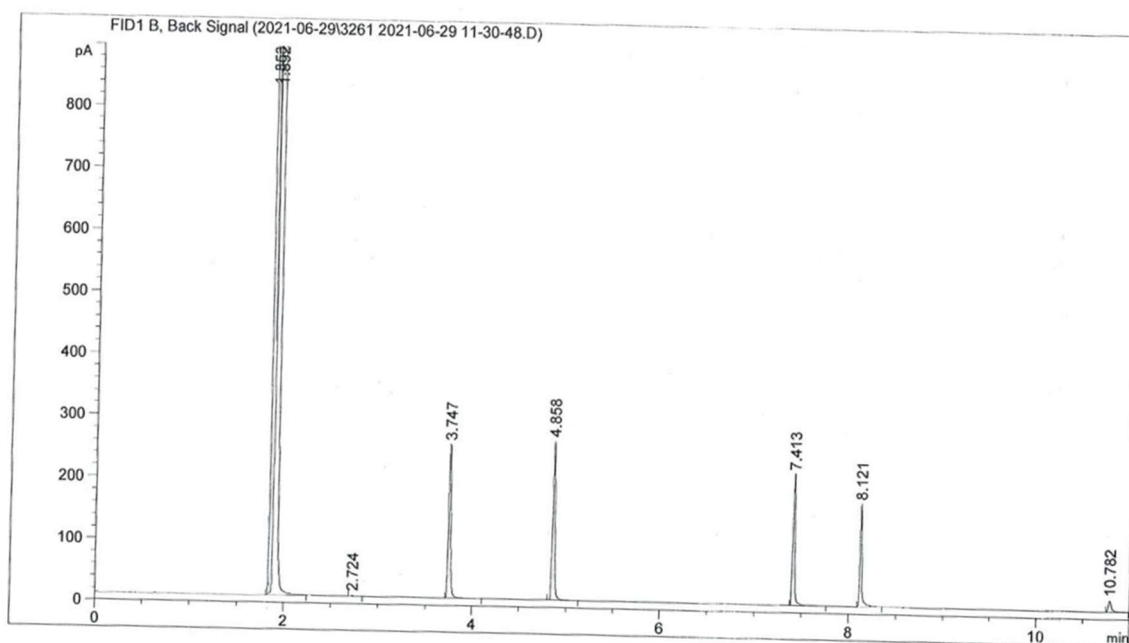
Próbka	Lepkość KF DIN4 [s]	pH [-]	Czas utwardzania [s]	Sucha masa [%]	Wodna tolerancja [%]	Wolny formaldehyd [%]
LS1 - aktywacja metoda 1	-	-	-	-	-	6,212
75% żywicy + 25% LS1 (bez metanolu)	33,72	8,49	121	59,52	94	-
75% żywicy + 25% LS1 (z metanolem)	20,47	8,51	88	57,75	100	0,891
LS2 – aktywacja metoda 2	-	-	-	-	-	2,834
75% żywicy + 25% LS2 (z metanolem 3,8%)	32,81	8,47	-	58,29	97	-
75% żywicy + 25% LS2 (z metanolem 6,5%)	24,47	8,54	81	56,67	102	0,0

Kronospan HPL Sp. z o.o. Pustków Osiedle 59E 39-206 Pustków	Raport z prac badawczo-rozwojowych prowadzonych w ramach projektu nr RPPK.01.02-00-18-0001/16-00	Data	19.09.2023
		Strona	6/10

Po przygotowaniu żywicy (wariant A schemat LS: 75% żywicy + 25% LS1 z metanolem; 75% żywicy + 25% LS2 z metanolem) ręcznie zaimpregnowano papier o gramaturze 155. Wykonano laminaty 0,8 mm porównując ze standardem HPL. Zaimpregnowany papier suszono w suszarce laboratoryjnej w 120°C, wykonując próby z różnym czasem suszenia. Laminaty prasowano na prasie laboratoryjnej w 162°C, 75 bar, 50 s.

Lepiej impregnowała i prasowała się żywica z dodatkiem LS2 aktywowanej przy mniejszym udziale masowym formaldehydu (żywica z większym dodatkiem metanolu). Dodatkowo arkusze papieru surowego lepiej posklejały się przy użyciu tej żywicy (przy pierwszym wariacie w niektórych miejscach laminatu papier nie skleił się).

Następnie zdecydowano się opracować optymalne warunki prowadzenia procesów określonych przez warianty: B, C (LS) i wariantu z KL (procesy uwzględniające kondensację ligniny). Wszystkie warianty pozwoliły otrzymać żywice PF modyfikowane.



Rys. 8 Przykładowy chromatogram GC żywicy modyfikowanej ligniną LS

Obecnie prowadzone są prace nad udoskonaleniem receptur i zwiększeniem penetracji papieru rdzeniowego.

Ad 2. Zwiększenie o 50% możliwości postformingowych laminatów produkowanych metodami CPL i HPL, tj. do wartości promienia wyoblenia: 1,5mm dla ułożenia równoległego włókien oraz 3mm dla prostopadłego dla tego samego zakresu grubości laminatu.

Kronospan HPL Sp. z o.o. Pustków Osiedle 59E 39-206 Pustków	Raport z prac badawczo-rozwojowych prowadzonych w ramach projektu nr RPPK.01.02-00-18-0001/16-00	Data	19.09.2023
		Strona	7/10

Postforming: Normatyw i sposób pomiaru tego parametru określony jest normą EN-438-2, p. 6.4.2., tab. 6. Metoda badań wg: EN-438-2, p. 31.(Metoda A) oraz EN-438-2, p. 32. (Metoda B). Moduł elastyczności podlega również badaniu wg normy EN-ISO-178.

Dzięki tym parametrom występują następujące korzyści: możliwość konstrukcji nowych lżejszych, dekoracyjnych wyrobów poprzez szczelne "zamknięcie" materiału konstrukcyjnego przed czynnikami zewnętrznymi (np. stolarka budowlana, meble itp.)

Ad 3. Zwiększenie elastyczności rdzenia kompozytu. Poprawie uległ parametr elastyczności materiału i w efekcie usunięto problem zbyt szybkiego zużycia się narzędzi do obróbki płyt (piły i frezy).

Badania polegały na zwiększeniu elastyczności rdzenia kompozytu. Klasyfikację mogą stanowić normy: PN-ISO 3685:1996, PN-ISO 8688-2:1996, PN-ISO 525:2001, PN-M 59168. Wspomniany wcześniej moduł elastyczności podlega również badaniu wg normy EN-ISO-178.

Korzyścią wynikającą z otrzymanego rezultatu prac jest zmniejszenie o 20% stopnia zużycia narzędzi w metodach obróbki skrawaniem. Powoduje to dłuższy czas pracy oraz używalność narzędzi. Poprawiono elastyczność rdzenia kompozytu dzięki usunięciu części mineralnych z jego składu. Moduł elastyczności wzdłuż zmienił się z 10.000 MPa do 11.700 MPa, w poprzek zmienił się z 8.000 do 10.100 MPa.

Ad 4. Zredukowanie wartości rozszerzalności liniowej płyt kompozytowych z poziomu: 0,6% wzdłuż i 1,6% w poprzek do poziomu: <0,1% w obu kierunkach.

Stabilność wymiarów (rozszerzalność liniowa warstwowych płyt kompozytowych związana z ich higroskopijnością w podwyższonej temperaturze określona jest przez badania skumulowanych zmian wymiarów w zależności od temperatury i wilgotności wg normy: EN-438-2, p.17 oraz badania na warunki wilgotne: EN-438-2, p.15; badania na szok klimatyczny: EN-438-2, p.19; badania na płaskość powierzchni: EN-438-2, p.9. Rozszerzalność liniowa kompozytu określa norma EN-438-2, p.5.4.1., t. 3.

Planowana wartość: Zmniejszenie rozszerzalności liniowej wzdłużnej i poprzecznej warstwowej płyty kompozytowej o 50% do 0,3% wymiaru liniowego zgodnego z kierunkiem włókien kompozytu i 0,8% w kierunku do nich prostopadłym.

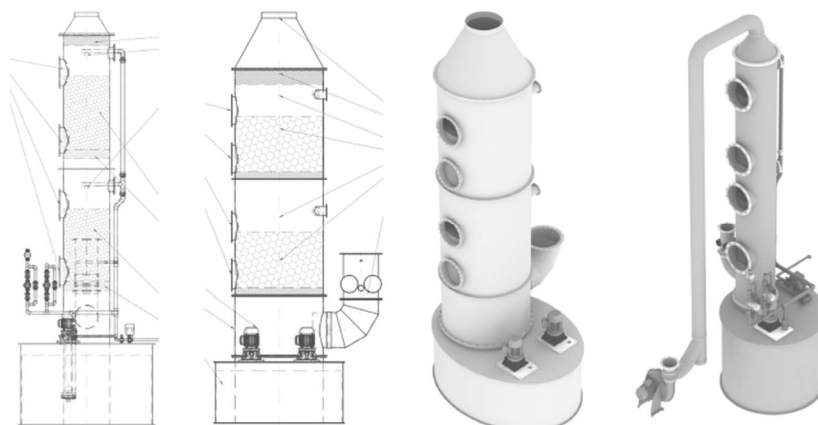
Stopień osiągnięcia: Wartości rozszerzalności liniowej płyt kompozytowych zredukowano z poziomu: 0,6% wzdłuż i 1,6% w poprzek do poziomu: <0,1% w obu kierunkach. Efektem jest wyeliminowanie problemu wyginania się płyt i przez to uszczelnienie elewacji zredukowanie szczeliny dylatacyjnej.

Ad 5. Biodegradowalny (metodą biotyczną), biorozpraszalny i bioasymilacyjny sposób utylizacji produktu z kontrolowaną długością życia.

Wydział produkcji żywic i formaliny został zaopatrzony w BIO-scrubber służący do oczyszczania odgazów poprodukcyjnych. Jest to BIO-scrubber pionowy z 2-poziomowym wypełnieniem zaprojektowanym do układów BIO. Urządzenie jest w pełni automatyczne, posiada pełne opomiarowanie pracy układu typu temperatura gazów i wody, ciśnienie gazów

Kronospan HPL Sp. z o.o. Pustków Osiedle 59E 39-206 Pustków	Raport z prac badawczo-rozwojowych prowadzonych w ramach projektu nr RPPK.01.02-00-18-0001/16-00	Data	19.09.2023
		Strona	8/10

i wody, pH roztworu, wydajności przepływu, czasy pracy, sygnalizację konieczności dokarmiania, zawory zrzutowe szlamu, zawory dopuszczające, wymiennik ciepła z regulacją temperatury, itd. Wydajność gazów oczyszczanych wynosi max. 2100 m³/h. Bioscruber posiada w pełni automatyczną 2-stopniową biopłuczkę pionową ze złożem biologicznym wyposażoną w podwójne wypełnienie w postaci siatek tworzywowych i/lub pierścieni strukturalnych. Scrubber w dolnej części posiada zbiornik na roztwór płuczący, w którym zbierana jest zanieczyszczona ciecz i cyrkulowana dalej przy automatycznych, czasowych zrzutach i dopuszczaniu świeżej wody. Właściwe parametry wody płuczącej kontrolowane są i regulowane przez układ, tak aby utrzymać w nim właściwe progi stężeń, które są najlepsze dla danego procesu. Układ nie wymaga stosowania dodatkowej stacji uzdatniania wody. Bakterie użyte do urządzenia pochodzą z własnego namnożenia. Nie są to szczepy modyfikowane genetycznie. Wykorzystywana jest mieszanka ponad 9 szczepów bakterii. Ponadto w układzie znajdują się pierwotniaki, orzęski oraz wrotki. Regularnie dostarczane są mikroelementy oraz kontrolowane jest odpowiednie pH. Bilans wodny w temacie odparowania, porywania kropeł i zysków wilgoci z powietrza jest stabilny. Ścieki zrzucane cyklicznie mają charakter ścieków bytowo-gospodarczych i mogą być z założenia odprowadzane do kanalizacji jako normalny ściek, a nie chemiczny. Jest to jedna z głównych idei i założeń tego urządzenia.



Rys 9. Bioscruber

Ad 6. Wykorzystanie odpadów do produkcji nowego wyrobu użytkowego. Wykorzystanie do 80% wag. surowców pochodzących z recyklingu odpadów drewna i materiałów drewnopochodnych przy produkcji termoutwardzalnych płyt typu MPB.

Wprowadzenie surowców pochodzących z recyklingu odpadów drewna i materiałów drewnopochodnych przy produkcji termoutwardzalnych płyt typu MPB. Wspólnie z Institut Holztechnologie Dresden opracowana została metoda rozwłókniania płyt odpadowych z produkcji i płyt które przeszły już cykl swojego życia jako np. elewacja budynku. Rozdrobnione i rozwłóknione płyty są używane jako surowiec do ponownej produkcji płyt typu MPB. Pozwoliło to znacznie zredukować ilość używanego drewna surowego. Oprócz oszczędności zasobów naturalnych wykorzystanie płyt odpadowych przynosi wiele korzyści środowiskowych (m.in. mniejsza ilość utylizowanych płyt).

Kronospan HPL Sp. z o.o. Pustków Osiedle 59E 39-206 Pustków	Raport z prac badawczo-rozwojowych prowadzonych w ramach projektu nr RPPK.01.02-00-18-0001/16-00	Data	19.09.2023
		Strona	9/10



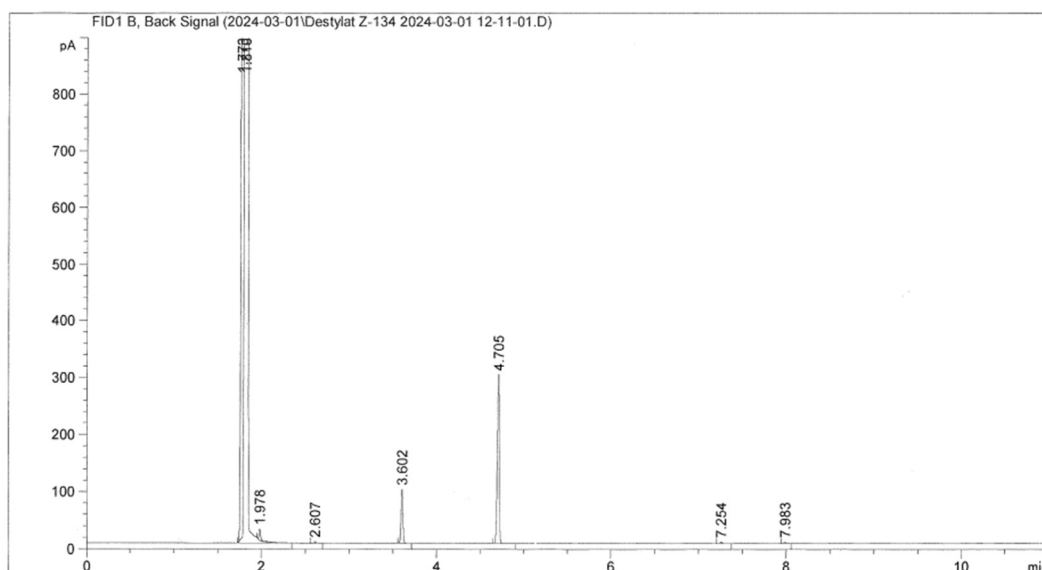
Rys 10. Przekrój płyty MPB

Ad 7. Opracowanie nowych metod pomiaru właściwości fizykochemicznych gotowych produktów. Opracowanie metody badań HPLC odpadów z produkcji żywic, które dzięki określeniu zawartości wolnego fenolu i formaldehydu są wykorzystywane ponownie w procesie kondensacji.

Nowe metody pomiaru właściwości fizykochemicznych gotowych produktów. Wskaźnikiem rezultatu było opracowanie nowych metod badawczych związanych bezpośrednio z parametrami procesów jednostkowych wytwarzania produktów i wynikające z tego tytułu algorytmy ustawień parametrów sterowania procesami jednostkowymi generujące zmniejszenie odpadów produkcyjnych.

Opracowano metody badań HPLC i GC odpadów z produkcji żywic, które dzięki określeniu zawartości wolnego fenolu i formaldehydu są wykorzystywane ponownie w procesie kondensacji. Do produkcji zwracane są zarówno popłuczyny z mycia reaktorów, destylaty (czerwony po produkcji żywic PF oraz biały po produkcji żywic UF, MUF), woda odpadowa z Bioscrubera, odpady żywic i inne. Po badaniu chromatograficznym ilości składników są przeliczane i zwracane do produkcji. Poniżej przykładowe chromatogramy GC oznaczenia zawartości fenolu - destylat czerwony PF i Bioscruber.

1) Czerwony destylat po produkcji żywic PF



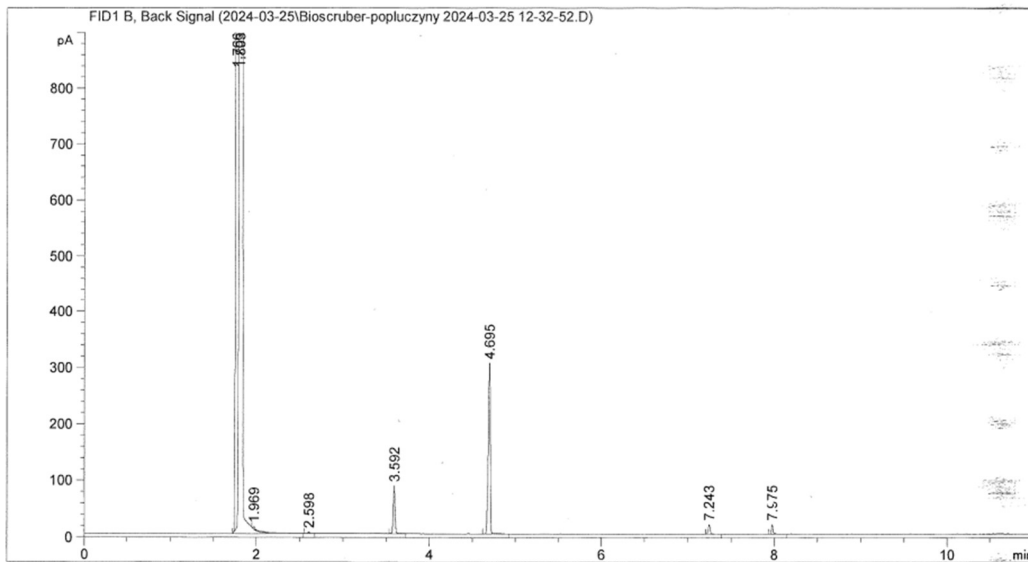
Kronospan HPL Sp. z o.o. Pustków Osiedle 59E 39-206 Pustków	Raport z prac badawczo-rozwojowych prowadzonych w ramach projektu nr RPPK.01.02-00-18-0001/16-00	Data	19.09.2023
		Strona	10/10

RetTime [min]	Type	ISTD used	Area [pA*s]	Amt/Area ratio	Amount [%]	Grp	Name
3.602	BB	1	141.89684	1.02408	1.20959		Fenol
4.705	BB	I	466.12244	1.00000	3.88000		m-Kresol

7820 3/1/2024 12:23:26 PM SYSTEM

Rys 11. Chromatogram GC – destylat

2) Bioscruber



RetTime [min]	Type	ISTD used	Area [pA*s]	Amt/Area ratio	Amount [%]	Grp	Name
3.592	BB	1	125.46163	1.02408	1.09114		Fenol
4.695	BB	I	475.71527	1.00000	4.04000		m-Kresol

7820 3/25/2024 12:45:18 PM SYSTEM

Rys 12. Chromatogram GC – bioscruber

Ad 8. Procesy rekuperacyjne, akumulacji ciepła i chłodu dla termicznych procesów produkcyjnych. Zredukowanie energochłonności ciepła w procesie produkcyjnym. Odzysk ciepła z procesu produkcyjnego formaliny.

Zredukowana energochłonność ciepła w procesie produkcyjnym prasy HPL V. Średnioroczne oszczędności gazu wynoszą ok. 9,8%. W trakcie realizacji projekt odzysku ciepła z procesu produkcyjnego formaliny. Założone oszczędności gazu wyniosą ok. 45% w skali roku. Dla projektów redukcji energochłonności ciepła prasy HPL5 i odzysku ciepła z procesu produkcji formaliny złożono wnioski o wydanie białych certyfikatów do URE.