



I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

**ERAF projekta Nr. 1.1.1.1/16/A/042 “Bērza mizas pārstrāde ekoloģiskos šķiedru biokompozītos un produktos ar augstu pievienoto vērtību”**

**Atskaite par veiktajām darbībām pārskata periodā 01.08.2018.-31.10.2018.**

Pārskata periodā pēc laika grafika tika īstenotas sekojošas aktivitātes:

- 1.2.Pildvielas ķīmiskā sastāva izpēte atkarībā no priekšapstrādes procesa parametriem - darbība turpinās;
- 1.3.Pildvielas lignocelulozes un furfurola iegūšanas optimālo parametru izvēle - darbība beidzās - Rezultāts - 1.3.Testēšanas pārskats par pildvielas lignocelulozes un furfurola iegūšanas optimālo parametru izvēli;
- 2.Ekoloģiskas saistvielas iegūšana no depolimerizētas izekstragētas tāss - darbība turpinās;
- 3.2.Šķiedru biokompozītu iegūšanas optimālo parametru izvēle atkarībā no izejvielas - darbība turpinās;
- 5.1.Publikāciju izstrāde iesniegšanai Web of Science vai SCOPUS datubāzēs - darbība turpinās;
- 5.2.Publikāciju izstrāde un iesniegšana resursos ar augstu citēšanas indeksu - darbība uzsākās septembrī.

Dotā laika perioda **mērķis** bija turpināt 1.1. aktivitātes rezultātā iegūtās pildvielas ķīmiskā sastāva izpēti atkarībā no priekšapstrādes procesa parametriem (1.2.akt.), kā arī kopējo pildvielas un furfurola iegūšanas optimālo parametru izvēli (1.3.akt., kas noslēdzās), izmantojot pilno faktoru eksperimentālo darba plānu. Tāpat tika realizēta biokompozītu iegūšanas optimālo parametru izpēti atkarībā no izejvielas (3.2.akt.). Turpinās ekoloģiskas saistvielas iegūšana (2.akt.), lai varētu izstrādāt sākotnējos tehnoloģiskos parametrus un iegūt biokompozīta prototipu kā pildvielu izmantojot bērza lūksnes-koksnes maisījumu (3.2. akt.). Kā arī paralēli tiek veikts pilnais faktoru eksperimentālais plāns par saistvielas izmaiņām atkarībā no depolimerizācijas vides, ilguma un paskābināšanas pH. Turpinās izejvielas sagatavošana priekš 3.2. aktivitātes, lai iegūtu biokompozīta prototipu un optimālos parametrus (3.prototips), kā pildvielu izmantojot 1.1. aktivitātē iegūto lignocelulozi. Turpinās arī publikāciju izstrāde iesniegšanai, konferencēs (5.1.Akt.), kā arī Web of Science vai SCOPUS datubāzēs (5.2.Akt.).

**1. aktivitāte “Pildvielas priekšapstrāde ar hemiceluložu konversiju furfurolā”**

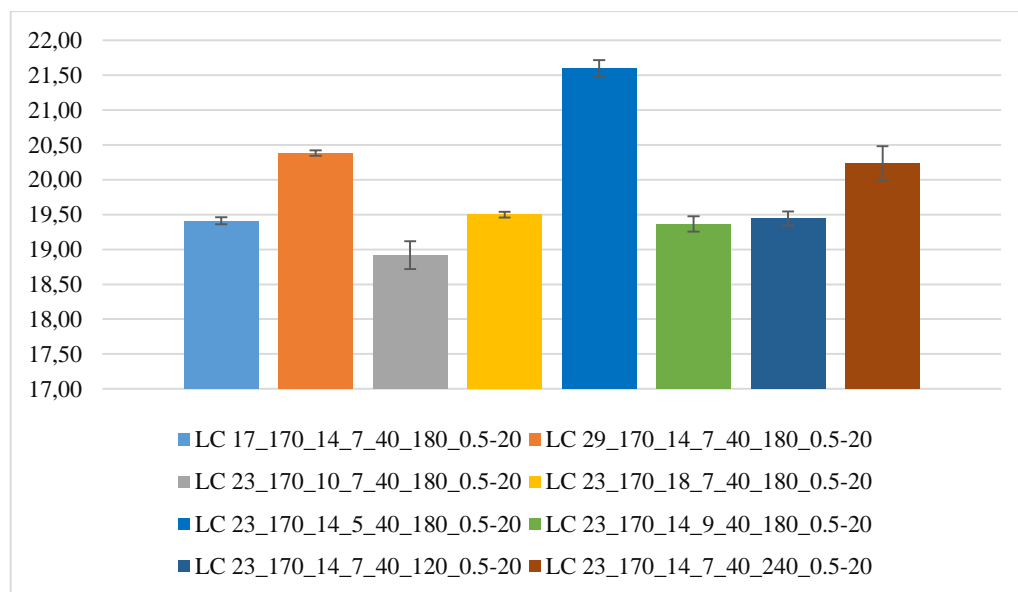
Dotās aktivitātes **mērķis** ir iegūt piemērotu lignocelulozi kā pildvielu no bērza lūksnes-koksnes maisījuma pēc tā hemiceluložu konversijas furfurolā priekš projekta 3. aktivitātes.

Iepriekšējos pārskata periodos secināts, ka optimālie LC iegūšanas procesa parametri ir robežās:

- izejmateriāla mitrums 22-24%,
- katalizatora koncentrācija 16%,
- katalizatora daudzums 6% no a.s.m.,
- procesa temperatūra 165-167°C,
- tvaika plūsmas ātrums reakcijas zonā 150 mL/min.

Tas nozīmē, ka optimālie LC iegūšanas procesa parametri ir ļoti tuvu furfurola optimāliem iegūšanas procesa parametriem, kas ir: katalizatora koncentrācija 10-13%, katalizatora daudzums 6,7-7,1%, rēķinot uz a.s.m., procesa temperatūra 163-168°C. Tas nozīmē, ka celulozi ir iespējams saglabāt nesagrautu arī pie optimālajiem furfurola iegūšanas procesa parametriem, kas parāda potenciālu kopīgai furfurola un biokompozītu iegūšanas tehnoloģijai. Bet, lai pilnīgi spriestu par 1.3. aktivitātē iegūtajiem optimālajiem hidrolīzes procesa parametriem, ir nepieciešams izpētīt papildus hidrolīzes procesā iegūtās LC/pildvielas ķīmisko sastāvu, nosakot tajā celulozes iznākumu pēc Kiršnera-Hofera metodes un polimerizācijas pakāpi.

Tādēļ šajā pārskata periodā **1.2. aktivitātes** ietvaros tiek turpināti eksperimentālie pētījumi par hidrolīzes procesa parametru ietekmi uz pildvielas ķīmisko sastāvu pēc furfurola iegūšanas, nosakot tajā celulozes saturu pēc Kiršnera-Hofera metodes. Mainīgo hidrolīzes procesa parametru robežvērtības tika apkopotas iepriekšējā pārskata 1. tabulā. Šādas hidrolīzes procesa parametra vērtības izvēlētas, ņemot vērā iepriekšējo eksperimentu laikā iegūtos rezultātus, kā arī, lai varētu izmantot datus optimālo hidrolīzes parametru noteikšanai pildvielas un furfurola vienlaicīgai iegūšanai.

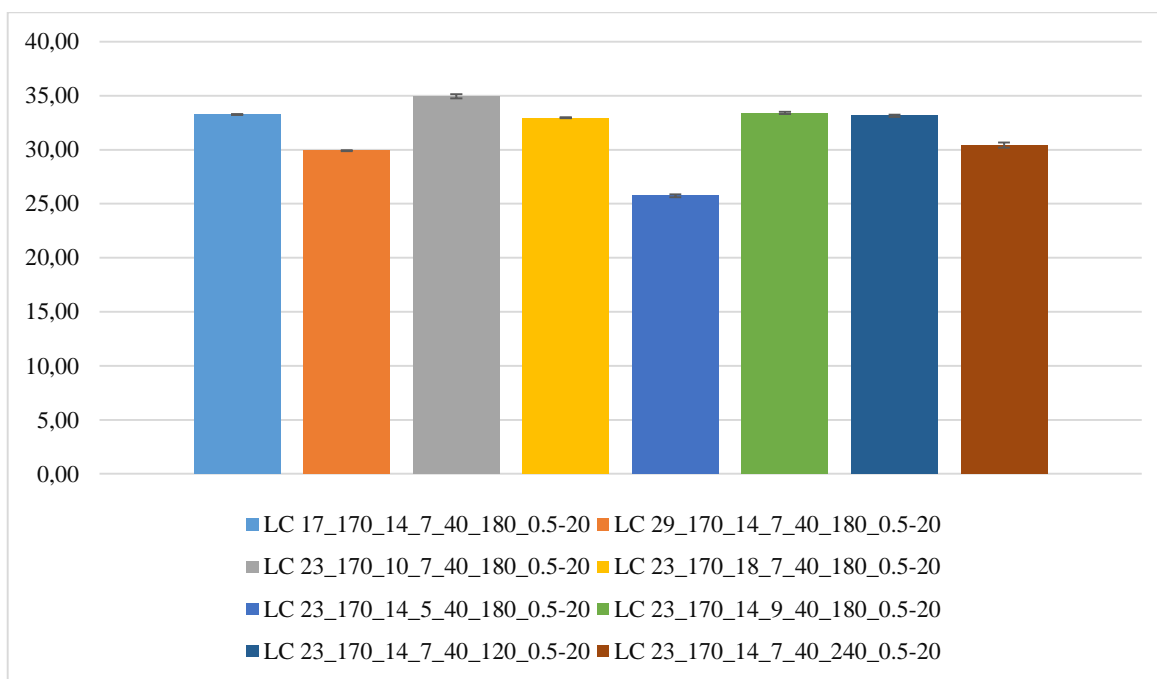


**1.att.** Celulozes saturs LC atlikumā atkarībā no priekšapstrādes procesa parametriem, % no a.s. lūksnes.

Rezultātu atspoguļošanai par celulozes satura iznākumiem pēc Kiršnera-Hofera metodes šajā pārskata periodā izvēlējamies pie priekšapstrādes procesa temperatūras 170°C, taču pārējie

priekšapstrādes procesa parametri ir mainīgi: izejmateriāla mitrums 17, 23, 29%, katalizatora koncentrācija 10, 14 un 18%, katalizatora daudzums 5, 7, 9% no a.s.m., hidrolīzes procesa laiks 40 min, tvaika ātrums reakcijas zonā 120, 180, 240 mL/min. Pēc iegūtajiem datiem var secināt, ka hemiceluložu polisaharīdu hidrolīzes un pentožu monosaharīdu dehidratācijas procesa laikā tiek ietekmēts visu esošo produktu saturs izejmateriālā, tajā skaitā celuloze. Kā redzam no 1.att. iegūtiem eksperimentāliem rezultātiem, celulozes saturs ir 20% robežās. Tā, piemēram, pie temperatūras 170°C, izejmateriāla mitruma 23%, katalizatora koncentrācijas 10%, katalizatora daudzuma 7% no a.s.m., tvaika ātruma 180 mL/min, celulozes saturs ir 18,92%, taču palielinot katalizatora koncentrāciju līdz 14% un samazinot katalizatora daudzumu 5% no a.s.m., celulozes saturs palielinās līdz 21,60%. Tas ir izskaidrojams ar to, ka katalizatora daudzumam priekšapstrādes procesa laikā ir daudz lielāka ietekme kā pārējiem priekšapstrādes procesa parametriem. Lai nostiprinātu šo hipotēzi, ir nepieciešams noteikt celulozes saturu pēc Kiršnera-Hofera metodes visiem atlikušajiem LC paraugiem. Kā arī, lai apstiprinātu noteiktos optimālos hidrolīzes procesa parametrus, celulozes iznākumi jāapstrādā ar eksperimentu plānošanas datorprogrammu MODDE 7.0 un jāsalīdzina ar glikozes iznākumiem, kas izanalizēti iepriekšējā pārskatā.

Tāpat pēc Kiršnera-Hofera metodes ir noteikts, ka celulozes saturs izejmateriālā - lūksnes koksnes maisījumā ir 29,09% no a.s.m. Celulozes sadalīšanās pakāpe, kas redzama 2.att, LC atlikumā ir robežās no 25,74% līdz 34,95%, kas ir salīdzinoši augsts rezultāts.



**2.att.** Celulozes sadalīšanās pakāpe, %

Celulozes saglabāšanai lūksnes koksnes maisījuma matricā ir svarīga loma, tā kalpo kā stiegrojums plātņu materiālā. Tāpēc, lai objektīvi spriestu par celulozes saturu un celulozes sadalīšanos visā mainīgo hidrolīzes procesa parametru robežvērtību intervālā, ir nepieciešams noteikt celulozes iznākumu pēc Kiršnera-Hofera metodes visiem atlikušajiem LC paraugiem, kā arī noteikt polimerizācijas pakāpi iegūtai celulozei, to visu sasaistot ar pēc tam iegūto plātņu īpašībām.

Šajā pārskata periodā tika pabeigta **1.3. aktivitāte “Pildvielas lignocelulozes un furfurola iegūšanas optimālo parametru izvēle”**, kā rezultātā ir izstrādāts testēšanas pārskats, kurā ir apkopoti dati, kas sevī ietver pildvielas un furfurola iegūšanas optimālo parametru izvēli. Lai pilnīgi spriestu par 1.3. aktivitātē iegūtajiem optimālajiem hidrolīzes procesa parametriem, ir nepieciešams izpētīt papildus hidrolīzes procesā iegūtās LC/pildvielas ķīmisko sastāvu, nosakot tajā celulozes iznākumu pēc Kiršnera-Hofera metodes un polimerizācijas pakāpi, kas paredzēts aktivitātē 1.2. “Pildvielas ķīmiskā sastāva izpēte atkarībā no priekšapstrādes procesa parametriem.”. Kā arī veikt nepieciešamos eksperimentus iegūstot plātnes, kur kā izejviela izmantota LC, kas savukārt paredzēts veikt aktivitātē 3.2. “Šķiedru biokompozītu iegūšanas optimālo parametru izvēle atkarībā no izejvielas.” un izdarīt nepieciešamās korekcijas hidrolīzes eksperimentos, lai uzlabotu mehāniskās īpašības plātnēm.

## **2. aktivitāte “Ekoloģiskas saistvielas iegūšana no depolimerizētas izekstraģētas tāss”**

Dotās aktivitātes **mērķis** ir bērza tāss suberīna hidrolītiskā depolimerizācija un tās primāro produktu analīze. Tika sākts eksperimentālais plāns par pētījumu par saistvielas izmaiņām atkarībā no depolimerizācijas vides, ilguma un paskābināšanas pH. Rezultātā tiks izstrādāti optimālie parametri ekoloģiskas saistvielas iegūšanai no depolimerizētas izekstraģētas tāss. Iegūtā saistviela tiks izmantota lai izstrādātu 3 šķiedru bio-kompozītu prototipus, un lai pārbaudītu, vai tie kvalificējas kā mitrumizturīgas plātnes pēc EN 1087-1.

Iepriekšējā periodā tika pabeigti pētījumi suberīnskābes saturošās saistvielas iegūšanu atkarībā no frakcionālā sastāva un depolimerizācijas aģenta (NaOH un KOH), ņemot vērā iepriekšējos eksperimentos iegūto pieredzi ar saistvielas iegūšanu ūdens vidē. Ir noteikti pagaidu optimālie apstākļi, lai iegūtu saistvielu biokompozītu iegūšanai pie jau zināmiem parametriem 3.2. aktivitātes nepieciešamībai. Secināts, ka:

- izekstraģētas bērza tāss frakcionālā sastāva palielināšanās nedaudz pazemina saistvielas skābes skaitli no 49,2 mg KOH/g 0,5-2,0 frakcijas gadījumā līdz 38,4 mg KOH/g 4,0-8,0 mm frakcijas gadījumā, taču, palielinot presēšanas apstākļus (presēšanas laiku un temperatūru), izdevās iegūt biokompozītus ar lieliskām īpašībām, kas atbilst EN 312 P3 standartam – kokskaidu plātnes, kas paredzētas lietot mitros apstākļos. Tas nozīmē, ka izejvielas frakcionālā sastāva ietekme ir neliela. Tā ir vērā ņemama priekšrocība, ja domā par procesa mērogošanu, kas ir nākamais solis pēc šī projekta realizācijas.
- Skalotas un neskalotas saistvielas raksturlielumi īpašas atšķirības neuzrāda. Savukārt biokompozītu fizikālās un mehāniskās īpašības uzrāda līdzvērtīgas īpašības kā līdz pH 3 izskalotai saistvielai, ja neskaita iegūto plātņu blīvumu, kas ir nedaudz paaugstināts, iespējams dēļ tā, ka sastāvā ir KNO<sub>3</sub> sāļi, kas nav pilnībā izskalojušies. Iegūtie rezultāti dod vēl vienu priekšrocību suberīnskābju saistvielas iegūšanas procesam, jo fakts, ka tajās palikušie KNO<sub>3</sub> sāļi netraucē iegūto plātņu īpašībām krietni ļauj samazināt procesa ūdens daudzumu, kas vienmēr ir nozīmīgs lielums tehnoloģijas kontekstā, jo pēc tam jādomā, ko ar šo ūdeni iesākt pēc procesa realizācijas.

- suberīnskābju ķīmisko sastāvu var noteikt arī izmantojot HPLC metodi, kur skaidri parādās, ka, neskatoties uz to, ka depolimerizācijas ar sārmu laikā tiek hidrolizēti cukuri, mums saistvielas sastāvā ir palicis ligno-ogļhidrātu komplekss, jo pēc izšķīdināšanas dimetilsulfoksīdā (izšķīda 76,7%), atlikumā, kas sastādīja 23,3% palicis ap 35,1 % ogļhidrātu, taču pārējo sastāda skābē nešķīstošais atlikums, kas ir lignīns + DMSO neizšķīdušās suberīnskābes.

Tagad, kad ir noteikti sākotnējie optimālie apstākļi un mainīgie lielumi samazināti līdz minimumam, sākam pievērsties galveno parametru izmaiņu ietekmei uz saistvielas un iegūto biokompozītu raksturlielumiem. Lai to realizētu, sākām veikt pilno faktoru eksperimentu plānu pie sekojošiem apstākļiem (apstrādes laiks –  $1 \pm 0,5$  stundas, pēc paskābināšanas vides pH  $2 \pm 1$ , sārma koncentrācija  $3 \pm 1\%$ ) (1.tabula). Frakcionālais sastāvs un depolimerizācijas temperatūra visos eksperimentos bija nemainīgi – attiecīgi 1-4 mm un  $80^\circ\text{C}$ , kas izvēlēti pēc iepriekš iegūto rezultātu izvērtēšanas.

**1. tabula** Depolimerizācijas PFE mainīgie parametri.

PFE Nr.	Ilgums, h	KOH konc. %	Paskābināšanas pH
1	1,5	4	3
2	1,5	4	1
3	1,5	2	3
4	1,5	2	1
5	0,5	4	3
6	0,5	4	1
7	0,5	2	3
8	0,5	2	1
9*	1,0	3	2

\*PFE nulles līmenis.

Pēc pirmo 4 depolimerizācijas eksperimentu veikšanas, primārie rezultāti ir apkopoti 2.tabulā. Redzams, ka, palielinot KOH koncentrāciju un depolimerizācijas ilgumu, ir iespējams palielināt paskābināšanas pH skaitli līdz 3 un iegūt augstvērtīgus rezultātus, sasniedzot lieces mehānisko stiprību  $16,7 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$  pie plātnes blīvuma  $831 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ . Protams, jā sagaida pārējie raksturlielumi, lai pilnībā varētu spriest par plātņu atbilstību mitrumizturīgo plātņu standartam. Savukārt, skābes skaitlis un šķīdība dimetilsulfoksīdā (DMSO) uzrāda, ka ir nepieciešama augstāka KOH koncentrācija kā 2%. Tas nozīmē, ka pie zemas KOH koncentrācijas par 3%, suberīns netiek pilnībā depolimerizēts un tas atsaucās arī uz iegūto plātņu īpašībām, kas vairs neatbilst iepriekš minētajam standarta prasībām, jo lieces mehāniskā stiprība ir zem  $15 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ . Epoksigrupu saturs ir tieši proporcionāls paskābināšanas pH – jo tas mazāks, jo mazāk epoksigrupu saistvielā. Interesanti ir tas, ka epoksigrupu saturs nekorelē ar plātņu mehāniskajām īpašībām, taču izskatās, ka tās iespaido iegūto plātņu blīvuma vērtības – jo vairāk epoksigrupu paraugā, jo zemāks ir iegūto plātņu blīvums. Taču tas jāapstiprina pēc pārējo rezultātu iegūšanas.

**2. tabula.** PFE iegūtie plātņu rādītāji.

PFE Nr.	Blīvums, g cm <sup>-3</sup>	TS, %	MOR, N/mm <sup>2</sup>	IB, N/mm <sup>2</sup>	Šķīdība DMSO, %	Epoksi grupas, %	Skābes skaitlis, mg KOH/g	Iznākums, %
1	831		16,7		68,7	1,5	68,3	105,8
2	859		15,6		76,5	0,4	83,4	101,6
3	816		14,0		33,4	4,7	30,7	96,4
4	854		14,7		41,1	0,2	38,0	96,1
5								100,1
6								
7								
8								
9								

Iznākums virs 100% nozīmē to, ka saistvielā palicis nedaudz arī KNO<sub>3</sub> sāļi, kas parādās kā starpība starp skalošanas ūdeņos noteikto sausni un kopējo fenolu saturu (TPC) un cukuru (Heksozes) saturu (3.Tabula).

**3. tabula.** Saistvielas filtrēšanas un skalošanas ūdeņu analīzes rezultāti

Ilgums (h) -KOH konc. (%) - pH	Paraugs	GSE, mg/g	TPC, %	Heksozes, %	Sausne, %	Starpība, %
1,5 - 4 - 3	Filtrāts	2,12	0,21	0,282	5,75	5,26
	Skal. H <sub>2</sub> O	0,21	0,02	0,027	0,32	0,27
1,5 - 4 - 1	Filtrāts	1,88	0,19	0,411	6,22	5,62
	Skal. H <sub>2</sub> O	0,22	0,02	0,031	0,43	0,38
1,5 - 2 - 3	Filtrāts	1,95	0,19	0,324	3,61	3,10
	Skal. H <sub>2</sub> O	0,41	0,04	0,035	0,28	0,21
1,5 - 2 - 1	Filtrāts	1,46	0,15	0,305	3,16	2,71
	Skal. H <sub>2</sub> O	0,23	0,02	0,021	0,22	0,18

Skatoties uz mehānisko īpašību rezultātiem, var secināt, ka saistvielā palikušie KNO<sub>3</sub> sāļi netraucē saistvielas sacietēšanas procesam un nemazina iegūto plātņu īpašības, kas jau tika arī secināts iepriekšējā pārskata periodā. Atņemot šo starpību no iegūtā iznākuma, aprēķināts, ka reālais suberīnskābju iznākums ir aptuveni 90% no ņemtās bērza tāss masas, taču jāņem vērā viss sastāvs, kas piedalās saistīšanas procesā.

Kopējo ainu varēs savilkt kopā tad, kad būs veiktas visi depolimerizācijas eksperimenti, noteiktas visas saistvielu ķīmiskās un fizikālās īpašības, kā arī iegūto plātņu mehāniskās īpašības.

**3. aktivitāte “Mitrumizturīgo šķiedru bio-kompozītu iegūšana”.**

Dotās aktivitātes mērķis ir izstrādāt optimālos parametrus šķiedru bio-kompozītu iegūšanai, kur kā saistviela tiek izmantotas depolimerizētas un izgulsnētas Suberīnskābes, bet kā

pildvielas – bērza skaidas, bērza mizas lūksne un tās lignoceluloze. Rezultātā ar katru no pildvielām tiks izstrādāti 3 šķiedru bio-kompozītu prototipi, lai pārbaudītu, vai tie kvalificējas kā mitrumizturīgas plātnes pēc standarta EN 1087-1. Ar šķiedru bio-kompozītiem tiek domāts kokskaidu plātnes, kuru iegūšanai izejvielas nāk no pirmajām divām projekta aktivitātēm (saistviela no WP2 un pildvielas no WP1).

Iepriekšējā pārskata periodā īstenotā stāvā kāpuma metode atklāja optimālos plātņu iegūšanas parametrus (S=21%, T=226°C, t=5 min.), kuri tika izmantoti prototipa “Bērza lēveru šķiedru biokompozīts” iegūšanai.

- Optimālās plātņu īpašību vērtības sasniedza paraugi ar bērza skaidu frakciju Ø 0,4-2,0 mm, kas iegūta dzirnavās ar lielāku attālumu starp rotējošo un statisko asmeni.
- Gan vārīšanas tests, gan cikliskā testēšana atklāja, ka iepriekš iegūtā prototipa plātnes ir mitrumizturīgas un līdz ar to var būt piemērotas lietošanai mitros apstākļos.

Šajā pārskata periodā pēc laika grafika tika turpināta **3.2. aktivitāte “Šķiedru biokompozītu iegūšanas optimālo parametru izvēle atkarībā no izejvielas”**. Dotā perioda ietvaros darbi tika sadalīti šādās apakšaktivitātēs:

- 1) izejvielas ietekme, presējot plātnes no bērza lūksnes lignocelulozes (BLL) pildvielas un standarta suberīnu saturošas saistvielas (SSS);
- 2) izejvielas ietekme, presējot plātnes no egles skaidām (ES) un SSS;
- 3) Presmasas mitruma ietekme, presējot plātnes no BS un SSS.

Izmantoto izejvielu un saistvielu sastāvs, kā arī plātņu iegūšanas parametri ir uzrādīti 4.tabulā.

**4.tabula.** Plātņu izejvielu sastāvs un presēšanas parametri.

Pildviela			Saistviela	Presēšana			
Nosaukums	W <sup>1</sup> , %	LC, %		W <sup>2</sup> %	S <sup>3</sup> %	T <sup>4</sup> °C	T <sup>5</sup> min
BLL44 <sup>a</sup>	6,3	81,5	SSS 26./27. DP	1	21	220	5
BLL56	7,2	75,2					
BLL46	10,9	81,1					
BLL58	6,0	78,7					
BLL68	8,6	78,5					
BLL65	8,5	73,7					
BS	7,2	100	SSNE 28. DP	1	21 26	226	5
ES	9,4	100	SSS 25.DP 26.DP	1	21	215 226	5
BS	7,2	100	SSS 27.DP	2 4 6	21	226	5

<sup>a</sup>Hidrotermiskās apstrādes eksperimenta nr.; <sup>1</sup>Pildvielas mitrums pirms sajaukšanas ar saistvielu. <sup>2</sup>Presmasas mitrums;

<sup>3</sup>Saistvielas daudzums; <sup>4</sup>Presēšanas temperatūra; <sup>5</sup>Presēšanas laiks.

## Izejvielas ietekme presējot plātnes no bērza lūksnes lignocelulozes un standarta suberīnu saturošas saistvielas

Bērza lūksnes izejviela tika hidrotermiski apstrādāta pie dažādiem apstākļiem, kas aprakstīts 1.Projekta aktivitātē iepriekšējos pārskata periodos. Pēc hidrotermiskās apstrādes izejviela tiek dēvēta par lignocelulozi (LC), par cik trešā galvenā komponente – hemicelulozes – šajā procesā tiek pārvērsta furfurolā. Par cik furfurola iznākums no bērza lūksnes bija 4,0-6,8% robežās, tad kā atlases kritērijs plātņu presēšanai tika izvēlēts LC daudzums (min/max/vid vērtības), kas ir atspoguļots 1.tabulā. Ņemot vērā to, ka celuloze ir daļēji depolimerizējusies pēc hidrotermiskās apstrādes, plātnes no bērza lūksnes lignocelulozes tika presētas pie zemākas temperatūras, salīdzinot ar bērza skaidu pildvielas gadījumu. Šī paša iemesla dēļ, bērza lūksnes lignocelulozes pildviela tika sasmalcināta nažu dzirnavās ar sieta acīm  $\square$  10 mm, atdalot frakciju mazāku par 0,4 mm. Bērza lūksnes lignocelulozes pildviela tika atsevišķi sajaukta ar divu veidu standarta suberīnu saturošo saistvielu no 26.DP un 27.DP, kuras atšķiras ar bērza tāss frakciju: attiecīgi, 4–8 mm un 1–4 mm.

Iegūto plātņu no bērza lūksnes lignocelulozes īpašības ir uzrādītas 5.tabulā. Kā redzams, 5.tabulā iztrūkst plātņu paraugi BLL44-46-56\_27DP, kurus presējot netika izmantota teflona plēve starp paraugu un preses plātnes. Tādējādi, sapresētie paraugi pielipa pie preses plātnes tā, ka tos varēja noņemt tikai mehāniskā veidā sagraujot. No šāda eksperimenta tika saprasts, ka standarta suberīnu saturošā saistviela raksturojas ar līmēt spēju ne tikai koksnes komponentiem, bet arī metālam.

**5.tabula.** Plātņu no bērza lūksnes lignocelulozes un SSS īpašības.

Paraugs	Blīvums g/cm <sup>3</sup>	TS 24h %	MOR N/mm <sup>2</sup>	MOE N/mm <sup>2</sup>	IB N/mm <sup>2</sup>
BLL44_26DP	0,827	1,9	1,0	188	0,57
BLL46_26DP	0,823	1,4	0,6	139	0,50
BLL56_26DP	0,827	1,6	0,8	159	0,62
BLL58_26DP	0,806	1,7	0,6	145	0,56
BLL65_26DP	0,843	1,3	0,9	204	0,64
BLL68_26DP	0,810	1,6	0,8	178	0,49
BLL58_27DP	0,833	1,6	0,7	142	0,62
BLL65_27DP	0,818	1,6	0,6	118	0,46
BLL68_27DP	0,817	1,6	0,9	151	0,76
BL_23DP	0,885	6,3	5,4	681	1,89
EN 312 P2	–	≤17*	≥11	≥1800	≥0,40

\*Dotai standarta plātņu klasei nav TS prasības, tāpēc vērtība paņemta no P3 klases.

Bērza lūksnes hidrotermiskā apstrāde daļēji sagrauj tajā esošo celulozi, kas savukārt būtiski pazemina plātņu mehāniskās īpašības, toties paaugstina uzbriešanu biezumā. MOR samazinās līdz 9 reizēm, MOE – līdz 5 reizēm un ir ļoti tālu no standarta vērtībām. IB samazinās līdz gandrīz 4 reizēm, lai arī standarta vērtībai atbilst. Kā jau tas bija gaidāms projekta ietvaros, hidrotermiskā apstrāde uzlabo mitrumizturības īpašības, kā rezultātā uzbriešana biezumā plātnēm no bērza lūksnes lignocelulozes būtiski uzlabojas par vairāk kā 3 reizēm un ~10 reizes pārsniedz standarta vērtību plātnēm, kas piemērotas pielietošanai mitros apstākļos. To var redzēt, salīdzinot iegūto īpašību vērtības plātnei no neapstrādātas bērza lūksnes (BL) un plātnēm no bērza lūksnes



lignocelulozes (BLL) (5.tabula). No iegūtiem datiem var secināt, ka, lai arī bērza lūksnes lignoceluloze kā pildviela nav piemērota plātņu ražošanai dēļ zemām mehāniskajām īpašībām, taču izcilais uzbriešanas rādītājs liek aizdomāties par lietderīgu tās pielietošanu, piemēram, to pašu plātņu ārējai kārtai.

### Izejvielas ietekme presējot plātnes no egles skaidām un standarta suberīnu saturošo saistvielu

Dotajā Projekta periodā tika pārbaudīta arī egles skaidu pildvielas piemērotība plātņu iegūšanai ar standarta suberīna saturošo saistvielu. Skaidu frakcija bija 1–2 mm, presēšanas parametri uzrādīti 4.tabulā, bet iegūto plātņu rādītāji – 6.tabulā. Plātnes no egles skaidām uzrāda sliktākas visas pārbaudītās īpašības salīdzinājumā ar optimālo plātņi no bērza skaidām (BS\_SSS). Plātnes, kas iegūtas ar standarta suberīnu saturošo saistvielu vārītu ar KOH (26.DP), uzrāda mazliet labākas īpašības nekā plātnes, kas iegūtas ar saistvielu vārītu NaOH (25.DP), taču abos gadījumos uzbriešana biežumā un lieces īpašības neatbilst standarta P3 prasībām. IB vērtības ir divreiz zemākas par bērza plātņu IB vērtību, taču standarta prasības pārsniedz. Presēšanas temperatūra (215 – 226°C) ietekmēja TS un MOE vērtības, bet pārējās īpašības būtiski neizmainīja. Pie tam, TS uzlabojas pie augstākas presēšanas temperatūras ar abām saistvielām, bet MOE uzlabojas tikai ar standarta suberīnu saturošo saistvielu vārītu ar NaOH, kamēr ar saistvielas gadījumā, kas vārīta ar KOH novērojama īpašību pazemināšanās. No šīs eksperimentālās sadaļas var secināt, ka atkarībā no pildvielas plātņu īpašības būtiski mainās. Tas nenozīmē, ka egles skaidas nav piemērotas plātņu iegūšanai ar suberīnsaistvielu. Tas nozīmē, ka ir nepieciešams atsevišķs ārpus šī Projekta pētījums, lai noskaidrotu optimālus apstākļus plātņu iegūšanai no egles skaidām un standarta suberīnu saturošās saistvielas atkarībā no pildvielas frakcionālā sastāva un presēšanas apstākļiem.

**6.tabula.** Plātņu no egles skaidām un standarta suberīna saistvielas īpašības.

Paraugs	Blīvums g/cm <sup>3</sup>	TS 24h %	MOR N/mm <sup>2</sup>	MOE N/mm <sup>2</sup>	IB N/mm <sup>2</sup>
25.DP_215	0,834	26,5	10,9	1765	0,91
25.DP_225	0,860	20,1	10,3	1962	–
26.DP_215	0,837	23,0	12,8	1738	0,87
26.DP_226	0,832	18,7	12,1	1498	0,86
BS_SSS	0,866	12	17,3	2500	2,20
EN 312 P2	–	≤17*	≥11	≥1800	≥0,40

\*Dotai standarta plātņu klasei nav TS prasības, tāpēc vērtība ņemta no P3 klases.

### Presmasas mitruma ietekme, presējot plātnes no bērza skaidām un standarta suberīnskābju saistvielas

Lai pārbaudītu presmasas mitruma ietekmi uz plātņu īpašībām, presmasa pēc bērza skaidu pildvielas un standarta suberīna saistvielas sajaukšanas tika žāvēta pie T=80°C, attiecīgi, līdz sasniedza mitrumu 2, 4 un 6% no absolūti sausas masas. Iegūto plātņu īpašības atkarībā no presmasas mitruma ir uzrādītas 7.tabulā.

Paaugstinot presmasas mitrumu, lieces īpašības būtiski samazinās no 1,7 līdz gandrīz 3 reizēm, tajā pašā laikā IB būtiski neizmainās. Uzbriešana biežumā samazinās, bet ne būtiski. Līdz ar to, no šī pētījuma tiek secināts, ka presmasas mitrums augstāks par 1% negatīvi ietekmē plātņu lieces īpašības. Tāpēc optimālais presmasas mitrums no bērza skaidu un standarta suberīnu saturošai saistvielai ir ≤1%, kas secināts jau iepriekšējos pārskata periodos.

**7.tabula.** Plātņu no bērza skaidām un suberīnskābju saistvielas īpašības atkarībā no presmasas mitruma.

<b>Presmasas mitrums, %</b>	<b>Blīvums g/cm<sup>3</sup></b>	<b>TS 24h %</b>	<b>MOR N/mm<sup>2</sup></b>	<b>MOE N/mm<sup>2</sup></b>	<b>IB N/mm<sup>2</sup></b>
1,1	0,866	12	17,3	2500	2,20
1,9	0,844	9	9,9	1076	2,13
3,7	0,858	10	5,8	907	1,98
6,7	0,866	11	6,2	813	2,03
<b>EN 312 P2</b>	–	≤17*	≥11	≥1800	≥0,40

\*Dotai standartā plātņu klasei nav TS prasības, tāpēc vērtība ņemta no P3 klases.

### Secinājumi

- Bērza lūksnes lignocelulozes pildviela nav piemērota plātņu ražošanai, taču izcilais uzbriešanas rādītājs liek aizdomāties par lietderīgu tās pielietošanu, piemēram, to pašu plātņu ārējai kārtai.
- Plātnes, kas iegūtas no egles koksnes pildvielas, izmantojot optimālos apstākļus, kas paredzēti bērza koksnes pildvielai, uzrāda zemākas īpašības.
- Sagatavojot plātnes no bērza skaidām un suberīna saistvielas, presmasas mitrums augstāks par 1% negatīvi ietekmē plātņu lieces īpašības.

Visu projekta aktivitāšu ietvaros notiek rezultātu izplatība starptautiskajā vidē **5.1. aktivitātes „Publikāciju izstrāde iesniegšanai Web of Science vai SCOPUS datubāzēs”** ietvaros kā dalība konferencēs un attiecīgo tēžu rakstīšana, kā arī **5.2. aktivitātes “Publikāciju izstrāde un iesniegšana resursos ar augstu citēšanas indeksu”** ietvaros kā iepriekšminēto datu apkopošana un iesniegšana žurnālos ar augstu citēšanas indeksu, kuras darbība ir uzsākusies septembrī.

1) Iepriekšminēto aktivitāšu rezultātā tika ņemta dalība konferencēs:

- “4th International Conference on Bio-based Polymers and Composites”, kas norisinājās Ungārijā, Balatonfuredā, 2.-6. septembrī, kurā piedalījās Vadošais pētnieks Jānis Rižikovs ar stenda referātu “Suberinic acids as natural binder in wood bio-based composites”, kurā tika prezentēti pēdējie projekta rezultāti par ekoloģisku skaidu plākšņu iegūšanu un rezultātiem no 2. un 3. aktivitātes.
- “2nd International Conference on Bioresource Technology for Bioenergy, Bioproducts & Environmental Sustainability”, kas norisinājās Spānijā, Sitges, 16.-19. septembrī, kurā piedalījās Pētnieks Ramūnas Tupčauskas ar stenda referātu “Potential of suberinic acids to produce moisture resistant wood-based particleboard”, kurā tika prezentēti pēdējie projekta rezultāti par ekoloģisku skaidu plākšņu iegūšanu un rezultātiem no 3.aktivitātes.

2) Pēc dalības konferencē EWLP 2018 “15th European Workshop on Lignocellulosics and Pulp”, kas norisinājās Portugālē, Aveiro, 26.-29. jūnijā, kurā piedalījās Pētnieks Ramūnas Tupčauskas ar stenda referātu “Processing of lignocellulosic residues from birch plywood manufacture into biocomposites”, un Pētnieks Prans Brazdauskas ar stenda referātu “Screening of salt catalysed hydrolysis conditions for further processing opportunities of birch inner bark”, prezentētos un apkopotos rezultātus iesniedza publicēšanai starptautiski citējamā žurnālā “Holzforschung Journal”, izdevējs: DE GRUYTER. Žurnāls indeksēts Scopus un Web of Science datu bāzēs ar ietekmes koeficientu 1,87 – 2016. gadā. Abi sagatavotie raksti pielikumos Nr. 2. un 3.

Diemžēl, neskatoties uz to, ka tēmas tika pieņemtas konferencē, minētajā žurnālā tie netika pieņemti, jo neatbilda viņu zinātniskajām prasībām – respektīvi, tur esot pārāk maz fundamentālās zinātnes, bet vairāk materiālzinātnes un ķīmijas inženierzinātnes par optimālo parametru izstrādi, kas uz doto brīdi viņiem nešķiet saistoša (Pielikums 4. un 5.). Kā rezultātā editors ieteica pamēģināt iesniegt žurnālos, kas vairāk tendējās uz tehnoloģiju izstrādi.

Tādējādi turpinājām uzlabot rakstus un iesniegt citos žurnālos ar augstu citējamības indeksu:

- 1) “Investigation of suberinic acids-bonded particleboard”, kas iesniegts European Polymer Journal (Pielikums Nr. 6)
- 2) "Statistically optimal parameters of aluminium sulphate catalysed hydrolysis for furfural production from birch inner bark in the framework of the biorefinery concept", kas iesniegts Bioresource Technology (Pielikums Nr. 7).