

Inovatīva tehnoloģija šķiedraugu atlikumu kompleksai pārstrādei produktos ar augstu pievienoto vērtību

Eiropas Sociālā Fonda projekts

(Nr. 2013/0044/1DP/1.1.1.2.0/13/APIA/VIAA/022)

Veiktā pētījuma īss kopsavilkums par periodu 01.06.2014. - 31.08.2014.

2.1. aktivitātes „Kaņepju spaļu priekšapstrādes pētījumi furfurola iegūšanai” ietvaros kaņepju spaļu priekšapstrādes procesa pētījumiem izmantojām frakciju 3-12 mm, kas sastāda 77% no kaņepju šķiedru ražošanas pārpalikumiem un ir lietderīga izejviela ķīmiskai pārstrādei. Iepriekšējā pārskatā minēts, ka teorētiskais furfurola iznākums no kaņepju spaļu vidējā parauga sastādīja 13,6% no a.s.m., taču, atkārtojot vairākas reizes teorētiskā iznākuma analīzes, izrādījās, ka vidējais rādītājs ir nedaudz zemāks, attiecīgi – **13,2%** no a.s.m. (Skat. 1.tabulu). Tas nozīmē, ka nedaudz paaugstinās iepriekš attēlotie furfurola iznākumi, kas aprēķināti no furfurola teorētiskā iznākuma.

Iepriekšējā atskaitīšanās perioda laikā veiktie priekšmēģinājumi parādīja, ka, strādājot ar $Al_2(SO_4)_3$ kā katalizatoru, palielinoties priekšapstrādes procesa temperatūrai, palielinās furfurola un etiķskābes daudzums kondensātā, kā rezultātā samazinās pāri palikušās lignocelulozes iznākums. Celulozes sadalīšanās pakāpes palielināšanās un holocelulozes satura samazinājums liecina, ka, paaugstinoties priekšapstrādes procesa temperatūrai un katalizatora daudzumam, bez hemiceluložu konversijas furfurolā un etiķskābē notiek arī celulozes destrukcija. No furfurola iegūšanas viedokļa priekšapstrādes procesa temperatūru jāizvēlas ne mazāk kā $170^{\circ}C$, jo tad furfurola iznākums sastāda 9,2%, rēķinot uz a.s. kaņepju spaļu masu, kas savukārt sastāda **69,7%** no teorētiski iespējamā furfurola daudzuma (Tab. 1, paraugs 170-5). Strādājot pie temperatūras $180^{\circ}C$, izdevās sasniegt furfurola iznākumu 9,4%, rēķinot uz abs. sausu kaņepju spaļu masu, kas sastāda **71,2%** no teorētiski iespējamā furfurola daudzuma (Tab. 1, paraugs 180-5), kas ir vērā ņemami rezultāti un maz atšķiras sava starpā. Pie tam katalizatora daudzuma palielināšana līdz 7% no a.s.m. nedeva pozitīvu rezultātu. Tālāk plānots paaugstināt furfurola iznākumu, eksperimentāli palielinot tvaika ātrumu reakcijas zonā.

1. tabula. Priekšapstrādes procesa produktu iznākumu un lignocelulozes komponentu sastāva izmaiņas atkarībā no procesa temperatūras un katalizatora Al₂(SO₄)₃ daudzuma (procesa ilgums 90 min).

Priekš- apstrādes parametri °C-kat.% no a.s.m.	CL mitrums, %	CL iznāk. % no a.s.m.	Tvaika kondensāts			Kiršnera celuloze, %			Holoceluloze, %		Mono- saha- rīdi, % a.s. CL
			Furf. %	Furf. % no teorētiski iespējamā daudzuma	Etišk. %	no a.s. CL masa s	no a.s. kaņepju spaļu masas	Celulozes sadališanās pakāpe, %	no a.s. CL masas	no a.s. kaņepju spaļu masas	
Izejviela	-	-	13,2	100	-	-	47,0	0,0	-	71,9	-
140-7	33,6	88,2	5,1	38,9	4,9	50,2	44,3	5,7	54,1	47,6	6,6
150-7	33,9	82,5	7,6	57,7	6,3	50,9	41,9	10,8	52,9	43,6	4,6
160-7	47,3	81,3	8,5	64,0	7,0	49,5	40,3	14,4	52,9	43,0	2,9
170-7	50,3	77,3	9,1	68,6	7,8	41,8	32,3	31,2	49,6	38,3	2,6
180-7	56,0	70,9	9,0	67,9	9,3	29,2	20,7	56,0	43,5	30,9	2,1
140-5	32,6	92,4	4,2	31,7	4,5	49,5	45,7	2,7	54,8	50,6	9,1
150-5	32,6	83,7	7,0	53,0	5,8	50,1	41,9	10,8	53,0	44,4	5,6
160-5	45,5	79,5	8,0	60,8	6,2	50,5	40,1	14,6	50,6	40,2	4,5
170-5	49,0	75,5	9,2	69,7	7,0	45,3	34,2	27,3	46,4	35,0	4,0
180-5	47,6	69,8	9,4	71,2	8,6	37,3	26,1	44,5	41,7	29,1	4,1
140-3	37,3	97,6	1,3	9,7	1,9	46,2	45,1	4,0	55,0	53,7	6,4
150-3	28,2	91,2	3,1	23,8	3,1	48,4	44,2	6,0	53,5	48,8	6,2
160-3	36,1	84,6	6,0	45,2	5,0	50,0	42,3	10,0	53,6	45,4	5,0
170-3	38,6	80,1	6,7	51,0	5,9	51,9	41,5	11,6	53,4	42,7	3,1
180-3	42,6	77,5	7,9	59,7	6,3	49,7	38,5	18,1	51,3	39,7	2,5
140-0	18,1	98,5	0,2	1,6	0,8	47,1	46,4	1,3	54,1	47,6	1,2
150-0	25,4	96,7	0,3	2,6	1,0	47,1	45,6	3,1	52,9	43,6	1,8
160-0	29,1	95,0	0,8	6,2	2,5	47,2	44,8	4,6	52,9	43,0	3,2
170-0	34,1	89,4	2,0	15,5	5,0	47,7	42,6	9,3	49,6	38,3	3,7
180-0	37,0	83,6	3,1	23,3	7,2	49,7	41,6	11,6	43,5	30,9	2,6

Lai pierādītu $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ katalītiskās īpašības šajā procesā, veikta kaņepju spaļu hidrotermiskā apstrāde autohidrolīzes apstākļos, kad netiek izmantots $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ kā katalizators un monosaharīdu dehidratācija notiek etiķskābes klātbūtnē, kas paaugstinātas temperatūras apstākļos ūdens tvaika vidē veidojas no izejvielas acetilgrupām. Tabulā 1 redzams, ka autohidrolīzes apstākļos monosaharīdu dehidratācija notiek tikai pēc 170°C temperatūras sasniegšanas, kad furfurola iznākums no a.s. spaļu masas sasniedz tikai 2% un celulozes sadalīšanās pakāpe ir tikai 9,3%, bet pie 180°C tas palielinās līdz 3,1% un celulozes sadalīšanās pakāpe ir 11,6%. Šie rezultāti parāda priekšapstrādes temperatūras ietekmi uz celulozes depolimerizācijas sākšanos, kad temperatūra sasniedz 170°C , un pie 180°C celulozes sadalīšanās pakāpe jau pārsniedz 10% robežu. Autohidrolīzes apstākļos iegūtos rezultātus salīdzinot ar paraugiem 170-5 un 180-5, kas iegūti, kā katalizatoru izmantojot $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ - 5% no a.s.m., kur furfurola iznākums ir 3-4 reizes augstāks, var droši apgalvot, ka šim savienojumam piemīt katalītiskas īpašības pentožu dehidratācijas reakcijās, kas pie zemākām temperatūrām ļauj iegūt augstākus furfurola iznākumus.

No bezsaistvielu plātņu presēšanas viedokļa būtu nepieciešama pēc iespējas zemāka celulozes sadalīšanās pakāpe un lielāks monosaharīdu daudzums lignocelulozē, kas darbotos kā saistviela plātņu veidošanas procesā. Salīdzinot visus katalizatora daudzumus, redzams, ka, variējot ar priekšapstrādes temperatūru un katalizatora daudzumu, ir iespējams panākt to, ka celulozes sadalīšanās pakāpe ir mazāka un monosaharīdu saturs lignocelulozē ir augstāks. Interessants ir fakts, ka robežās, kad celulozes sadalīšanās pakāpe ir no 10-30%, izdalītās Kiršnera celulozes saturs ir tuvs izdalītajam holocelulozes saturam, kas aprēķināti no absolūti sausas kaņepju spaļu masas, ņemot vērā CL iznākumu (skat. 1.tabulu). Tas nozīmē, ka lielākā daļa hemiceluložu ir pārveidojušās par viegli gaistošiem savienojumiem – furfurolu un etiķskābi, un celuloze nav sākusi sadalīties līdz mono- un disaharīdiem, kas izšķīst, nosakot Kiršnera celulozes saturu. No iegūtiem datiem var prognozēt, ka celulozes sadalīšanās pakāpi varētu vēl samazināt, ja izdosies samazināt priekšapstrādes procesa ilgumu, ko paredzēts izpētīt nākamajā projekta atskaitīšanās periodā.

Nosakot pelnu saturu lignocelulozē pirms un pēc skalošanas ar ūdeni, lai noteiktu kopējo monosaharīdu daudzumu, atklājās, ka zemāks $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ daudzums palīdzējis izekstragēt no lignocelulozes līdz ar monosaharīdiem arī daļu pelnu (skat. 2. tabulu).

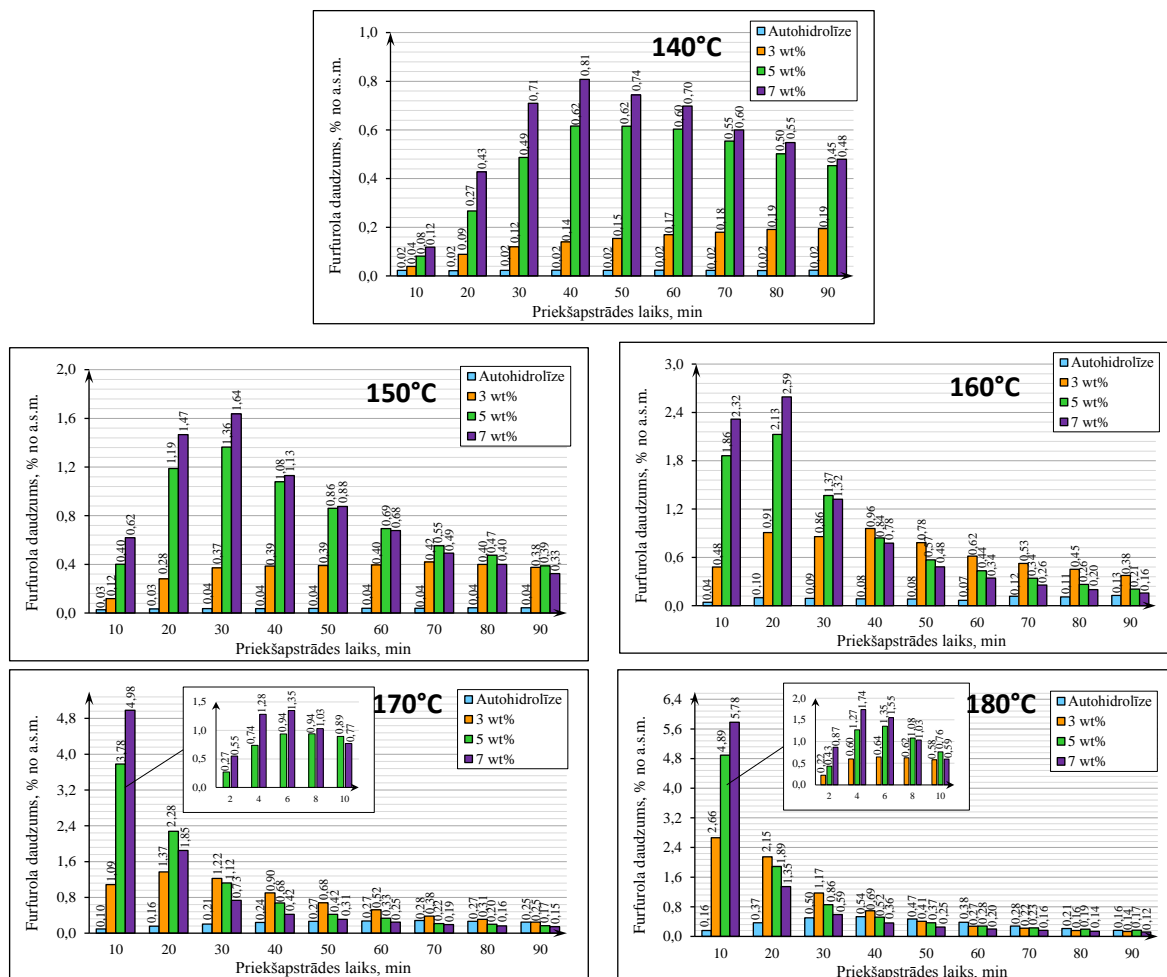
Ņemot vērā, ka pelnu saturs neapstrādātos kaņepju spaļos bija 4,3% un pēc monosaharīdu ekstrakcijas ar ūdeni pelnu saturs CL paraugos pie katalizatora daudzuma 3% bija pat 1,3%, bet autohidrolīzes gadījumā tas bija ap 2,0%, rēķinot uz a.s. kaņepju spaļu masu, var secināt, ka $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ un citus ūdenī šķīstošos neorganiskos sāļus ir iespējams izskalot no lignocelulozes. Jāņem vērā, ka līdz ar to izskalojās arī plātņu presēšanai tik nepieciešamie monosaharīdi, kas darbojās kā saistviela. Iespējams, projekta realizēšanas gaitā izpētīs, kā lignocelulozes skalošana ietekmēs plātņu mehāniskās un akustiskās īpašības.

2. tabula. Pelnu saturs lignocelulozē pēc priekšapstrādes un monosaharīdu izekstragēšanas atkarībā no katalizatora daudzumu un temperatūras

Priekšapstrāde		Pelnu saturs CL, %	Pelnu saturs, %, rēķinot uz a.s. kaņepju spaļu masu	Pelnu saturs CL pēc skalošanas, %	Skalotas CL iznākums, % no a.s.CL	Pelnu saturs pēc skalošanas, % rēķinot uz a.s. kaņepju spaļu masu
Parametri °C-kat.% no a.s.m.	CL iznākums, % no a.s.m.					
140-7	88,2	9,8	8,7	3,0	76,4	2,0
150-7	82,5	9,9	8,1	2,4	81,5	1,6
160-7	81,3	11,2	9,1	6,4	83,6	4,4
170-7	77,3	13,6	10,5	7,3	87,5	4,9
180-7	70,9	16,3	11,6	7,1	82,6	4,2
140-5	91,5	6,5	6,0	3,5	76,5	2,4
150-5	83,7	8,8	7,4	4,1	78,4	2,7
160-5	79,5	8,9	7,0	3,8	80,2	2,4
170-5	75,5	8,5	6,4	3,4	80,3	2,0
180-5	69,8	8,5	6,0	4,0	86,8	2,4
140-3	95,9	6,1	5,8	2,1	86,8	1,8
150-3	91,2	7,6	7,0	1,9	81,3	1,4
160-3	84,6	6,5	5,5	1,8	86,8	1,3
170-3	80,1	9,4	7,5	2,1	87,7	1,5
180-3	77,5	9,5	7,4	1,9	88,3	1,3
140-0	98,5	3,8	3,7	2,7	98,2	2,6
150-0	95,9	4,4	4,2	2,5	95,8	2,3
160-0	92,3	4,3	4,0	2,8	85,4	2,2
170-0	89,4	4,4	4,0	2,8	85,2	2,1
180-0	83,6	5,5	4,6	2,4	92,8	1,9

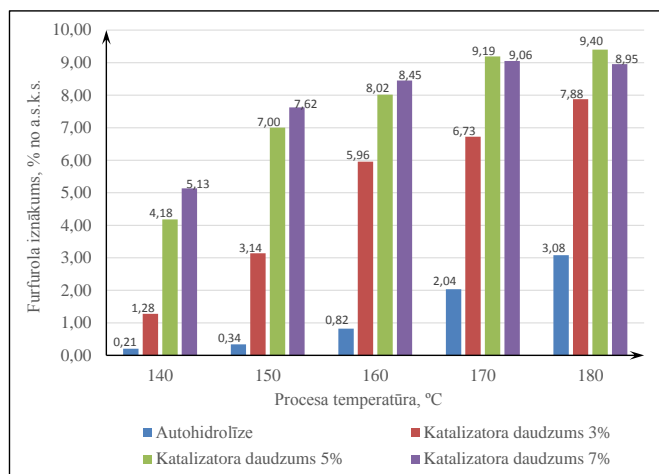
Izvērtējot sīkāk furfurola veidošanās dinamiku atkarībā no priekšapstrādes procesa temperatūras pie dažādām Al₂(SO₄)₃ daudzuma vērtībām (0-3-5-7% no a.s. spaļu masas), var secināt, ka, paaugstinot temperatūru, palielinās furfurola veidošanās ātrums, kā rezultātā pie visiem katalizatora daudzumiem furfurola veidošanās maksimums nobīdās

tuvāk procesa sākumam un temperatūras intervālā 170-180°C tas tiek sasniegts jau pirmajās 10 minūtēs (skat. 1.att). Tamdēļ tālākos eksperimentos plānots paaugstināt furfurola iznākumu, palielinot tvaika ātrumu pirmajās 30 minūtēs, kad novērojama visstraujākā furfurola veidošanās pie priekšapstrādes procesa temperatūrām 170°C un 180°C.



1. attēls. Furfurola veidošanās dinamika atkarībā no priekšapstrādes procesa temperatūras pie dažādiem katalizatora daudzumiem.

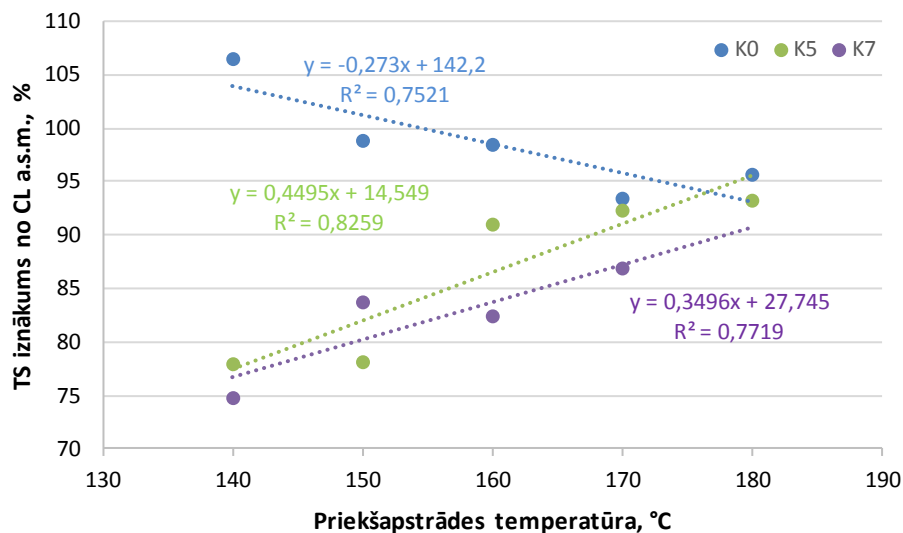
Savukārt raugoties no katalizatora daudzuma ietekmes, parādās pirmais optimālais parametrs – 5%, kur augstāk minētā temperatūras intervālā sasniegtais kopējā furfurola iznākums pārsniedz to, kas sasniegts, strādājot ar katalizatora daudzumu 7%, rēķinot uz a.s. kaņepju spaļu masu (skat. Tabulu 1 un 2. att.).



2. attēls. Kopējais furfurola iznākums pie dažādiem katalizatora daudzumiem atkarībā no priekšapstrādes procesa temperatūras pie tā ilguma 90 min.

2.2. aktivitātes „Tvaika sprādziena pētījumi atkarībā no tehnoloģiskā režīma” ietvaros dotajā laika periodā veikta TS apstrāde lignoceluložu (CL) paraugiem pēc priekšapstrādes bez katalizatora. CL paraugus bez katalizatora nolemts apstrādāt TS pie 235 °C, izņemot paraugus priekšapstrādē iegūtus pie 180 °C, TS tos apstrādājot pie T 210 °C. Kā arī analizēti pagājušā un šī perioda CLTS paraugu iznākumi pēc tvaika sprādziena (TS) apstrādes. Kā jau tika konstatēts no iepriekšējā pārskata, izvēlēti TS apstākļi būtiski negatīvi ietekmēja CL paraugus pēc priekšapstrādes pie T 180 °C ar katalizatora daudzumu 5% (K5). Tāpēc tika pieņemts lēmums turpmāk paraugus pēc priekšapstrādes pie T 180 °C ar katalizatoru (neatkarīgi no tā daudzuma) TS neapstrādāt.

Kā jau tika konstatēts no iepriekšējā pārskata, CLTS iznākumi ir atkarīgi no priekšapstrādes temperatūras (T) un katalizatora (K) daudzuma. Proti, paaugstinoties T robežās no 140 līdz 180 °C par 1 °C, CLTS iznākumi vidēji pieaug paraugiem ar 7% katalizatoru (K7) par 0,35%, paraugiem ar K5 par 0,45%, bet paraugiem bez katalizatora (K0) TS iznākumi vidēji samazinās par 27% (sk. 3.att.). Uzmanību pievērš CLTS paraugi bez katalizatora TS apstrādāti pie 140 °C – to TS iznākums ir 106%. Tas nozīmē, ka šie paraugi TS procesā absorbē tvaiku, kā rezultātā rodas jaunie savienojumi, kas arī paaugstina kopējo materiāla masu. Interesants arī fakts, ka TS iznākumi būtiski neatšķiras CLTS paraugiem ar K0 un K5 pēc TS apstrādes pie 170 un 180 °C (sk. 3.att.). Šie paraugi tika apstrādāti TS pie dažāda barguma faktora (temperatūras un laika izmaiņas), kas arī ietekmēja attiecīgos TS iznākumus. Ja skatīties uz vidējiem CLTS iznākumiem neatkarīgi no priekšapstrādes T, tad šie izmainās sekojoši: K0 – 99%, K5 – 88% un K7 – 82%, kas norāda uz tiešo katalizatora ietekmi – jo vairāk tā ir, jo zemāki TS iznākumi.



3. attēls. Lignocelulozes iznākums pēc tvaika sprādziena apstrādes atkarībā no priekšapstrādes temperatūras (katalizatora daudzums 7%).

Šajā periodā arī tika veikta TS apstrāde izejas kaņepju spaļiem pie T 235 °C 5 s (TS5), 30 s (TS30) un 60 s (TS60). Šo paraugu rezultatīvie indikatori ir parādīti 3. Tabulā, no kuras redzams, ka, palielinoties TS apstrādes laikam, materiāla iznākums samazinās, bet beramblīvums pieaug. Šī tendence ir tipiska visiem augu valsts biomasas materiāliem. TS iznākumu samazināšanās pie ilgāka TS apstrādes laika norāda uz hemiceluložu destrukciju TS procesā. Bet beramblīvuma paaugstināšanās arī norāda uz materiāla komponentu destrukciju ar zemāko molekulāro masu.

3. Tabula. Kaņepju spaļu apstrādes tvaika sprādzienā rezultatīvie indikatori

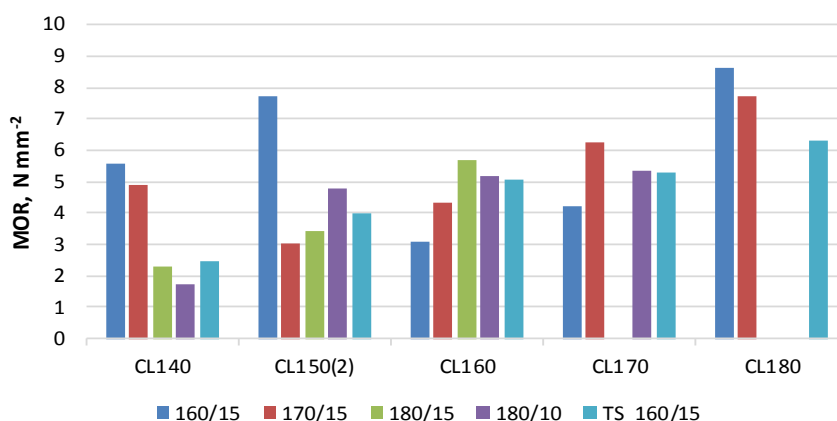
Paraugs	Izejas	TS5	TS30	TS60
Iznākums, %	100	97	93	87
Beramblīvums, kg m ⁻³	96	43	64	91

Pēc iepriekšējā periodā izdarītajiem secinājumiem nolemts kaņepju spaļus pēc priekšapstrādes ar katalizatora daudzumu 3% apstrādāt TS pie T 210 °C 7 s, kas būs nākamā perioda uzdevums.

2.3. aktivitātes „Plātņu izgatavošanas tehnoloģiskā procesa parametru pētījumi” ietvaros presētas plātnes no CL un CLTS materiāliem pēc priekšapstrādes ar katalizatora daudzumu, attiecīgi, 0, 5 un 7 %, pie dažādiem režīmiem. Iegūto plātņu

variējošie parametri (presēšanas mitrums W , presēšanas temperatūra T_{pr} , presēšanas laiks t) un īpašības (blīvums D , elastības modulis MOE un sagrāves modulis liecē MOR) ir uzrādītas 4.tabulā.

Kā redzams no 4. tabulas, neatkarīgi no CLTS paraugu bez katalizatora presēšanas pie dažāda mitruma, plātņu kvalitāte ir pozitīva, kas izpaužas ar plaisu neesamību. Tas ir ļoti pozitīvs rādītājs plātņu izgatavošanā atklāts pēc iepriekšēja perioda novērojumiem. Šo plātņu blīvums variē $750 - 970 \text{ kg m}^{-3}$ robežās nesasniedzot plānoto 1000 kg m^{-3} . Tas varētu būt saistīts ar gaistošo savienojumu iztvaikošanu presēšanas procesā vai plātņu dabisko uzbriešanu kondicionēšanas laikā. Plātņu noteiktās mehāniskās īpašības variē galvenokārt atkarībā no priekšapstrādes un presēšanas temperatūrām. Palielinoties priekšapstrādes T no 140 līdz $180 \text{ }^\circ\text{C}$, lieces robežstiprība vidēji pieaug no $3,6$ līdz $8,2 \text{ N mm}^{-2}$, maksimālo vērtību sasniedzot $8,6 \text{ N mm}^{-2}$ (sk. 4. att.).

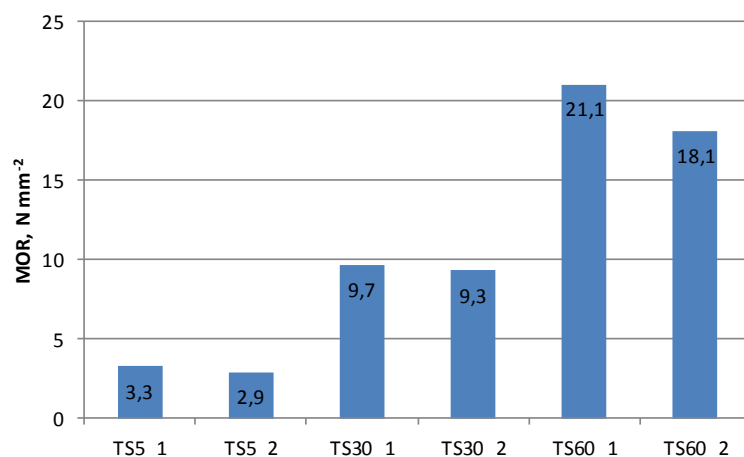


4. attēls. Plātņu no CL un CLTS materiāliem (K0) lieces robežstiprība (MOR).

Šajā projekta periodā, papildus augstāk minētajām plātnēm no CL un CLTS materiāliem, tika arī iegūtas plātnes no kaņepju spaļiem pēc TS apstrādes. Kā jau augstāk minēts, kaņepju spaļi apstrādāti trijos TS režīmos, bet plātnes iegūtas presējot pie $T 160$ (1) un $180 \text{ }^\circ\text{C}$ (2) 15 min . Iegūto plātņu robežstiprība liecē ir uzrādīta 5. att., no kura redzams, ka tie būtiski uzlabojas pieaugot TS barguma faktoram, šajā gadījumā laika vienībai no 5 s līdz 60 s . Savukārt presēšanas režīms ir labāks pie $T 160 \text{ }^\circ\text{C}$, jo tā rezultātā ir iegūti augstāki MOR rādītāji visām plātnēm no katra TS apstrādes režīma materiāla.

4. tabula. Plātņu no kaņepju spaljiem pēc priekšapstrādes ar K0 un pēcapstrādes iegūšanas parametri un īpašības.

Paraugs	<i>W</i> , %	<i>Tpr</i> , °C	<i>t</i> , min	Plaisas	<i>D</i> , kg/m ³	<i>MOE</i> , MPa	<i>MOR</i> , N/mm ²
CL140	10	160	15	–	–	722	5,6
		170	15	–	–	627	4,9
	6	180	15	–	–	251	2,3
	5	180	10	–	–	76	1,7
CL140TS	3	160	15	–	769	312	2,5
CL150	9	160	15	–	–	1012	7,7
		170	15	–	–	260	3,0
		180	15	–	–	346	3,4
		180	10	–	–	483	4,8
CL150TS	3	160	15	–	870	620	4,0
CL160	9	160	15	–	–	288	3,1
		170	15	–	907	576	4,3
		180	15	–	972	1170	5,7
		180	10	–	841	807	5,2
CL160TS	3	160	15	–	842	1223	5,1
CL170	8	160	15	–	–	588	4,2
		170	15	–	894	1048	6,3
		180	10	–	939	902	5,4
CL170TS	3	160	15	–	813	1101	5,3
CL180	8	160	15	–	795	1151	8,6
		170	15	–	911	1330	7,7
CL180TS	1	160	15	–	752	1667	6,3



5. attēls. Lieces robežstiprības rādītāji plātnēm iegūtām no kaņepju spaļiem pēc TS.

Tādā veidā var nonākt pie secinājuma, ka priekšapstrāde ļoti būtiski sagrauj spaļu materiālu, negatīvi iespaidojot plātņu īpašības. Un tas arī pierāda to, ka hemiceluložu klātbūtne, kas tiek aizvākts līdz ar furfuroļu priekšapstrādē, ir būtiska bezsaistvielu plātņu iegūšanā.

Turpmākajā projekta īstenošanas periodā ir paredzēts iegūt un analizēt plātnes no CL un CLTS materiāliem ar 3% katalizatora daudzumu, kā arī plātnes no CL un CLTS materiāliem pēc samazinātā priekšapstrādes laika.

2.4. aktivitātes “Publikāciju sagatavošana” ietvaros tika sagatavota publikācija ar nosaukumu **“A Preliminary Study of the Biorefinery Concept to Obtain Furfural and Binder-less Panels from Hemp (*Cannabis Sativa* L.) Shives”**, kuru izvērtēja dalībai konferencē **“The International Scientific Conference on Environmental and Climate Technologies – CONECT 2014”**, kas notiks no 14. līdz 16. oktobrim Rīgā, ko organizē RTU Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts. Konferencē raksts bija jānoformē pēc SCI žurnāla **“Energy procedia”** noteikumiem. Par cik minētā tēma ir pieņemta konferencē un Prans Brazdauskis ir akceptēts dalībai ar mutisku referātu, tad šī publikācija pēc uzlabošanas pēc recenzentu iebildumiem tiks iekļauta iepriekš minētajā žurnālā. Publikācijā apkopoti dati, kas iegūti strādājot 2.1. līdz 2.3. aktivitātes ietvaros, veicot priekšmēģinājumus ar katalizatora daudzumu 5% pie temperatūrām 160-180°C un pāri palikušo lignocelulozi presējot bezsaistvielu plātnēs, kurām pārbaudītas akustiskās īpašības.

2.6. aktivitātes “Rezultātu atspoguļošana starptautiskās zinātniskās konferencēs” ietvaros tika sagatavoti 2 abstrakti, kas arī tika apstiprināti dalībai konferencē **„International Conference on Composites/Nano Engineering (ICCE-22)”** notika „Golden Tulip Vivaldi” viesnīcā (San Giljan, Malta) no 13. līdz 19. jūlijam 2014. gadā. Šajā konferencē piedalījās Ramunas Tupčiauskas ar mutisko ziņojumu **„A Preliminary Study of Binder-less Panel Made of Pre-treated Hemp (*Cannabis sativa***

L.) Shives” par projekta priekšpētījumu rezultātiem, kas ietver plātņu mehāniskās īpašības. Konference ietvēra ļoti plašu kompozītmateriālu sfēru, tādēļ plašas diskusijas saistībā ar manu ziņojumu neizraisījās, taču tika uzdoti daži jautājumi un saņemtas apmierinošas atbildes. Kolēģis Mārtiņš Andžs uzstājās ar savu mutisko ziņojumu „**A Preliminary Study Of Pre-Treated Hemp (*Cannabis sativa* L.) Shives Binder-Less Panel Acoustic Properties**”, kur uzsvēra iegūto plātņu akustiskās īpašības. Konferencē mērķis bija pulcēt vienkopus starp disciplināros zinātniekus no visas pasaules, kas nodarbojas inženierijas sfērā pētīt kompozītmateriālus makro-, mikro- un nano- līmenī, tā veicinot jaunāko zināšanu un pieredzes apmaiņu. Šajā konferencē piedalījās ap 300 zinātnieku no 45 pasaules valstīm, no visiem kontinentiem. Konference bija nepieciešama, lai salīdzinātu mūsu iegūtās plātnes ar cita veida plātnēm un iegūti vērtīgi secinājumi par tālākiem tehnoloģiskā režīma uzlabošanas plāniem. Kā arī tajā tika iegūtas jaunākās starp disciplinārās atziņas par kompozītmateriāliem nano/mikro/makro līmenī, kas atbilst mūsu interešu lokam; tika nodibināti daži kontakti ar Spānijas un Maskavas universitāšu zinātniekiem.

Konferencē uzstājušos zinātnieku 2 lpp. anotācijas tika izdotas CD formātā un tās ir pievienotas **2. pielikumā** kopā ar prezentāciju kopijām. Ziņojuma rezultātus, papildinātus ar citiem projekta priekšpētījumu rezultātiem, tiek plānots izdot SCI žurnālā „**Energy procedia**”, par ko tika rakstīts iepriekš.

Projekta zinātniskais vadītājs

J.Rižikovs