



**VPP Nr.6(ResProd) Projekts
Nr.3 „Biomateriāli un
bioprodukti no meža resursiem
ar daudzpusīgu pielietojumu”**

01.10.2014-30.06.2018



Uzdevumi

- 1. Izpētīt koksnes materiālu konkurētspējas palielināšanas iespējas būvniecībā, uzlabojot koksnes ilgizturības īpašības ar pārklājumiem un modifikācijas paņēmieniem**
- 2. Novērtēt lapkoku koksnes bezatlikuma izmantošanu Latvijas ekonomikai vajadzīgu produktu iegūšanai, izmantojot progresīvas ķīmiskās un termiskās priekšapstrādes metodes un mūsdienīgas pētniecības iekārtas**
- 3. Meklēt risinājumus produktu kompleksai izstrādei no mizām un koksnes komponentiem ar sintētiskiem vai rūpnieciskiem analogiem salīdzināmām vai labākām īpašībām un plašu pielietojanas spektru dažādās tautsaimniecības nozarēs, paātrinot un ekonomiski uzlabojot tehnoloģiskos procesus**



1.uzdevums

Izpētīt koksnes materiālu konkurētspējas palielināšanas iespējas būvniecībā, uzlabojot koksnes ilgizturības īpašības ar pārklājumiem un modifikācijas paņēmieniem

1.aktivitāte: Termiski modificētas (TM) koksnes bioizturība āra apstākļos

- Pēc 2 gadu ekspozīcijas āra apstākļos TM (170°) koksne ir izturīga pret trupes sēnēm, bet uzņēmīga pret zilējuma sēnēm.
- Nemodificēta priedes un egles koksne āra apstākļos ir uzņēmīga gan pret zilējumu, gan trupes sēnēm.
- Kā galvenā zilējuma izraisītāja ir identificēta sēne *Aureobasidium pullulans*.



Brūnās trupes sēne *Exidia saccharina*
uz priedes koksnes



Zilējuma sēne
Aureobasidium pullulans

2.aktivitāte: Pārklājumu izstrāde modificētai koksnei

Mazākās krāsu izmaiņas:

- pārklājumam pernica + caurspīdīgais sarkanā dzelzs oksīda pigments

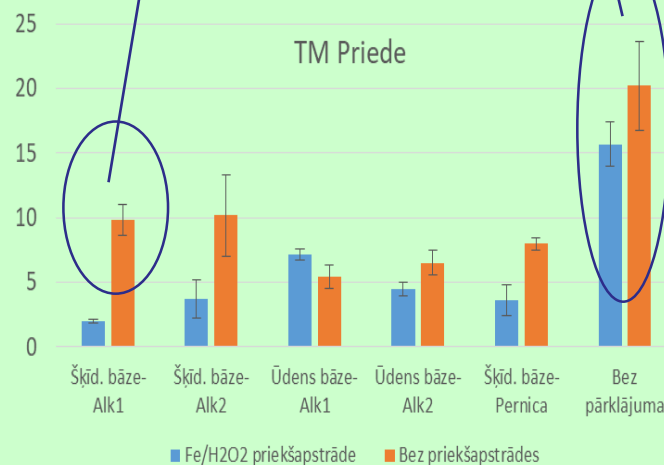
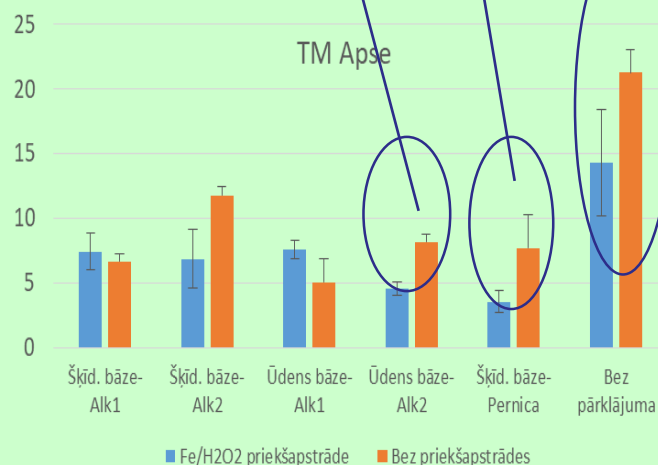
- paraugiem ar dzelzs(II)sulfāta/ūdeņraža peroksīda priekšapstrādi

Pārklājums	Saistviela	Pigments	Šķīdinātājs
Šķīd. bāze- Alk1	2 veidu alkīda sveķi + pernica	Fe-sarkanais	Vaitspirts
Šķīd. bāze- Alk2		Fe-sarkanais + dzeltenais	
Ūdens bāze- Alk1		Fe-sarkanais	Ūdens
Ūdens bāze- Alk2		Fe-sarkanais + dzeltenais	
Šķīd. bāze- Pernica	Pernica	Fe-sarkanais	Vaitspirts



Krāsu izmaiņas ΔE_{ab} pēc 640 dienām āra stendā

Tests uzsākts 25.06.2016.

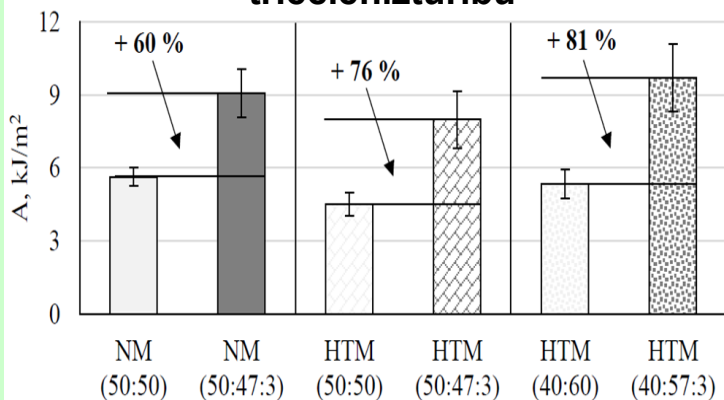


Svarīgāko īpašību salīdzinājums koksnes polimēra kompozītiem (KPK) ar nemodificētas koksnes skaidām un termiski modificētas koksnes skaidām (ar ✓ atzīmēts tas KPK, kuram konkrētā īpašība ir labāka)

KPK	Ūdensizturība	Izturība pret trūpes sēņu iedarbību	Mehāniskās īpašības			Mākslīgā novecināšana	
			Triecienizturība	Stingums	Lieces izturība	Krāsas stabilitāte	Virsmas kvalitāte
Nemodificēta			✓			✓	
Termiski modificēta	✓	✓		✓	✓		✓



Starpfāžu modifikatora (maleinizētais polipropilēns) ietekme uz KPK triecienizturību

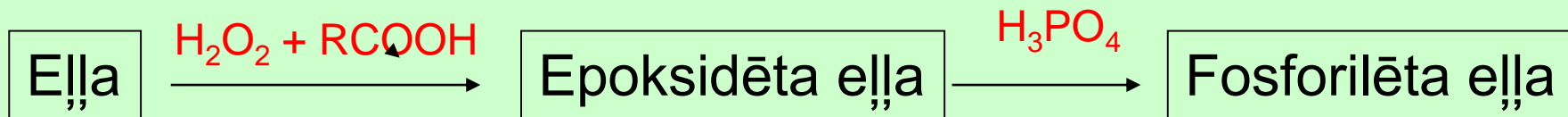


NM – nemodificēts
 HTM – hidrotermiski modificēts
 50 : 47 : 3 → skaidas : polipropilēns : starpfāžu modifikators



3.aktivitāte: Fosforu saturošu poliolu sintēze

Izstrādāt poliuretānu pārklājumus ar samazinātu degamību uz fosforu saturošu poliolu bāzes koksnes aizsardzībai.



1. Epoksidēšanas parametri: $M_1 : M_2 : M_3$; H_2O_2 koncentrācija, katalizatori
2. Fosforilēšanas parametri: H_3PO_4 koncentrācija (1-5%), šķīdinātāja tips

2015.g.

Epoksidēta **rapšu eļļa** (ERO) – maksimālais epoksīdskaitlis 15.6%

Fosforilēta rapšu eļļa – **PU degamības parametri samazinājās par 10-15%**

2016. g.

Epoksidēta **lineļļa** (ELO) – maksimālais epoksīdskaitlis 22.0% - vairāk dubultsaišu

(izmantoja 35% H_2O_2 , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ un Amberlite IR120 jonapmaiņas sveķi)

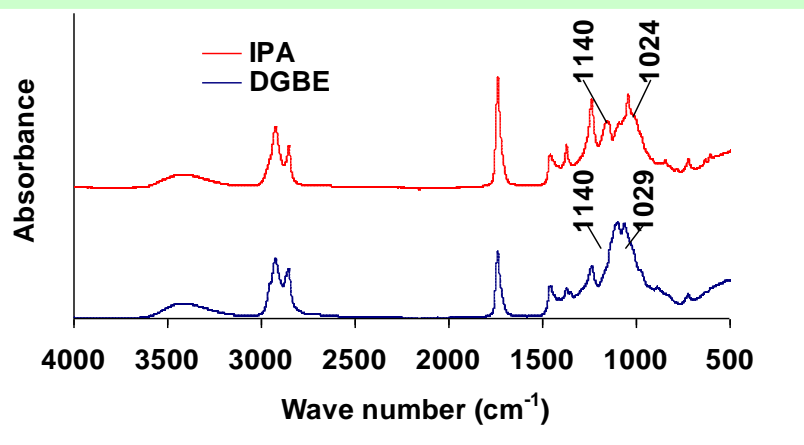
ELO fosforilēta ar 1-5% H_3PO_4 izopropanola (**IPA**) un dietilēnglikolbutilētera (**DGBE**)

klātbūtni – **PU degamības parametri samazinājās par 15-30%**

^{31}P KMR spektri (162 MHz, d, ppm):

DGBE poliols: 15.90 [$\text{O}=\text{P}(\text{OR})(\text{OH})_2$]; 1.07 [$\text{O}=\text{P}(\text{OR})_2(\text{OH})$]; 0.021 [$\text{O}=\text{P}(\text{OH})_3$].

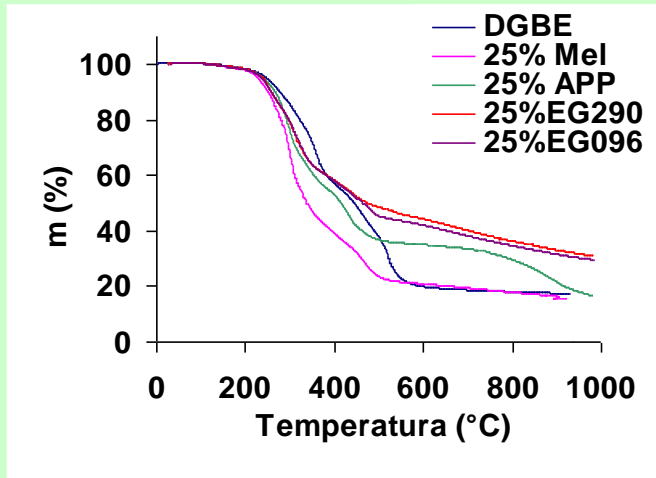
IPA polyols: 15.90 [$\text{O}=\text{P}(\text{OR})(\text{OH})_2$]; 1.07 [$\text{O}=\text{P}(\text{OR})_2(\text{OH})$]; 0.021 [$\text{O}=\text{P}(\text{OH})_3$]; -0.91 [$\text{O}=\text{P}(\text{OR}_3)$]; -6.7 [$\text{O}=\text{P}(\text{OH})_2\text{-O-P}(\text{OH})_2=\text{O}$].



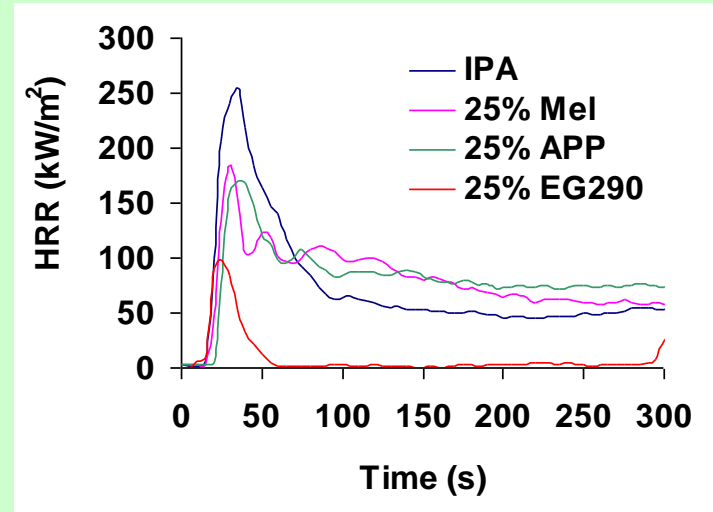
Fosfātu grupas un uzbriestošo antipirēnu sinerģija

PU pārklājumi uz IPA un DGBE lineļas poliolu (2% H₃PO₄) bāzes + uzbriestošie (*intumescent*) antipirēni dažādā koncentrācijā (līdz 25%) : Melamīns (**Mel**); Amonija polifosfāts (**APP**) un Izpletošs (*expandable*) grafīts (**EG**), EG 096 un EG 290

TGA



Koniskā kalorimetra tests



Termiskās un degamības īpašības pārklājumiem ar antipirēniem

Antipirēns	0%		25% Mel		25% APP		25% EG	
	IPA	DGBE	IPA	DGBE	IPA	DGBE	IPA	DGBE
T _{1max} (°C)	326	330	306	310	301	299	320	317
m ₈₀₀ (%)	18.1	16.1	19.5	17.0	30.8	29.6	35.5	33.6
PHRR (kW/m ²)	255	260	185	255	170	224	98.0	102
TSR (m ² /m ²)	522	495	245	450	770	726	73.7	84.6

4.aktivitāte Koksnes mehāniskās pārstrādes atlieku funkcionalizēšana daudzfunkcionālu kompozītmateriālu uz reciklēta polimēra bāzes ieguvei ar uzlabotām ekspluatācijas īpašībām

Mehāniski-ķīmiskās aktivēšanas tehnoloģiskā režīma ietekme uz funkcionalizēto baltalkšņa koksnes pildvielu iznākumu, ievadītā slāpekļa saturu un pildvielas daļiņu <100 mkm daudzumu

Pildvielas (baltalkšņa skaidas un miza) amooksidēšanā, izmantojot mehāniski-ķīmiskās aktivēšanas pieeju dzirnavās ūdens amonjaka un amonija persulfāta klātbūtnē

Polimēru matrica reciklēts polipropilēns (PP)

Rezultāts:

Ievadītā slāpekļa daudzums lignocelulozes matricā amīda, imīda un kovalento C-N-C saišu veidā palielinājās 7-15 reizes

Paaugstināja to hidrofobās īpašībās par 3-7%

Veicina amooksidēto mikrodaļiņu mehāniskās stiprības pieaugumu, uz ko norāda sīko daļiņu iznākuma samazināšanās.

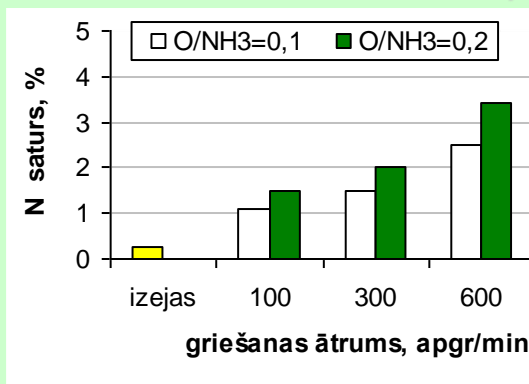
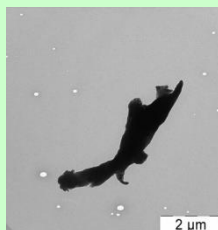
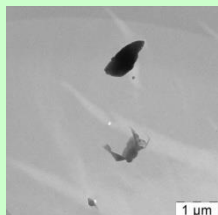
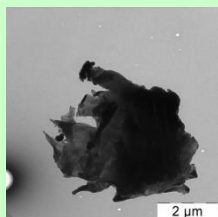
Saskaņā ar iegūtajām TEM mikroattēliem, funkcionalizētajām lignocelulozes mikrodaļiņām bija gan apaļa, gan izstiepta forma.

Izejot no iegūtajiem rezultātiem, funkcionalizētās lignocelulozes pildvielas mikrodaļiņu iegūšanai tika izvēlēts griešanās ātrums 300 apgr/min ar ilgumu 30-60 min.

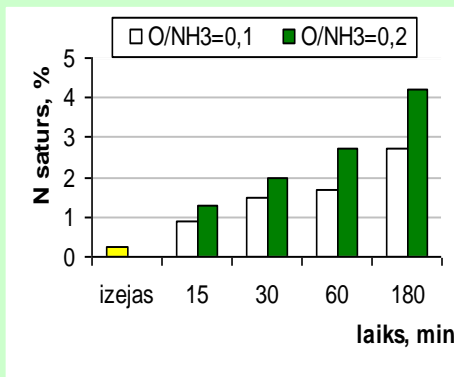
Ievadītā slāpekļa saturs

Pildvielas daļiņu < 100 mkm daudzums

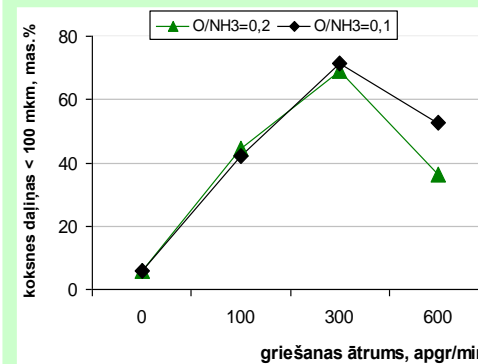
Pildvielas daļiņu izmēri un forma (TEM mikroattēli)



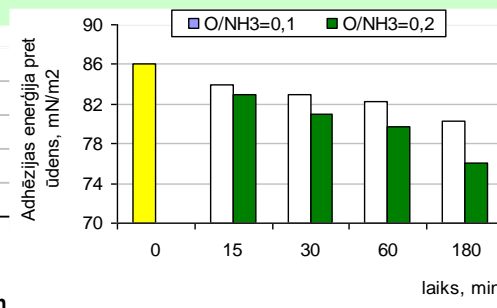
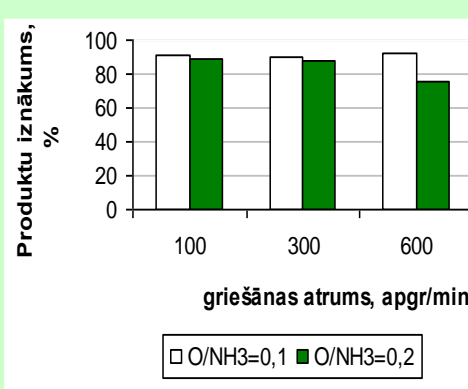
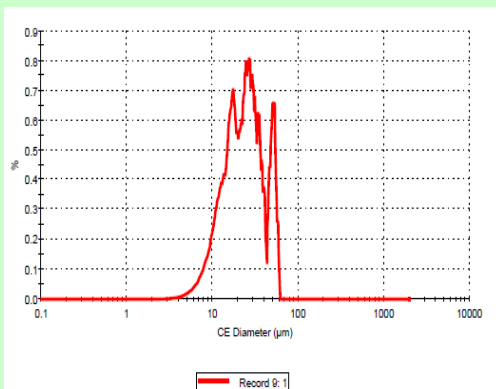
Funkcionalizēto mikrodaļiņu sadalījums pēc izmēriem frakcijā < 100 mkm



Produkta iznākums



Adhēzijas enerģija



Kompozītmateriālu uz reciklētā polipropilēna bāzes ar funkcionalizēto lignocelulozes mikrodaļiņu iegūšana un raksturojums

Izmantojot funkcionalizētās skaidas un funkcionalizēto mizu kā pildvielu, tika izstrādāti un sagatavoti jaunie kompozītmateriāli (0-30% pildījuma pakāpe) Atrasti to tehnoloģiskie pārstrādes parametri ar ekstrūziju un liešanu zem spiediena.

Noteiktas iegūto kompozītparaugu īpašības (stiepe, liece), slapināšanas spēja ar ūdeni, ūdens sorbcija un uzbriešanas spēja u.c.

Rezultāts: Modificējot sulfātignīnu ar dabisko polimēramīnu ūdens vidē tika iegūts jaunais starpfāžu modifikators ar nanoizmēriem, kas ļāva paaugstināt adhēzijas mijiedarbību starp reciklēto polimērmatrixu un lignocelulozes mikrodaļiņām un veicināja kompozītmateriālu mehānisko īpašību un hidrofobitātes paaugstināšanos.

Mehāniski-ķīmiskās modificēšanas pieeja baltalkšņa blakusproduktu funkcionalizēšanai salīdzinājumā ar lignocelulozes amooksidēšanas paņēmieni:

- Vairāk kā desmitkārtīgi samazina amooksidēšanas ilgumu,
- Pazemina reaģentu un ūdens patēriņu

Testēšanas kompozītparaugi



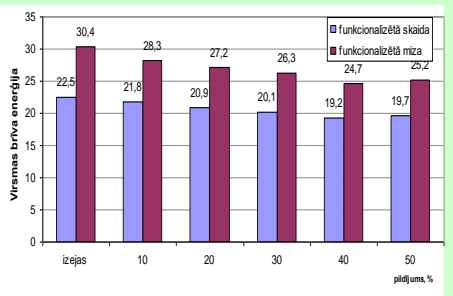
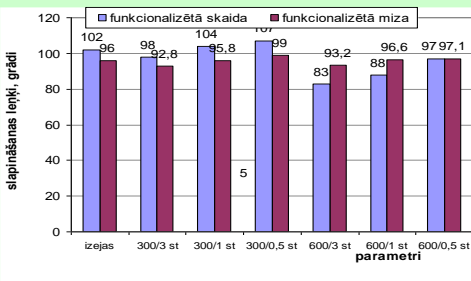
Kompozītparaugu mehāniskās testēšanas rezultāti spiedē un liecē

Paraugs	σ , MPa	E, MPa	ϵ , %	σ , MPa	E, MPa	ϵ , mm
Izejas skaida	22,8	600	14,3	30,7	1530	5,1
Amooksidētā skaida	27,5	780	9,1	35,6	2200	3,5
Amooksidētā skaida ar starpfāžu modifikatoru	31,1	920	7,5	40,5	3010	1,8
Izejas miza	17,2	490	20,6	28,2	965	9,8
Amooksidētā miza	21,3	530	17,5	32,3	1560	6,2
Amooksidētā miza ar starpfāžu modifikatoru	26,1	690	14,7	37,8	2630	2,5

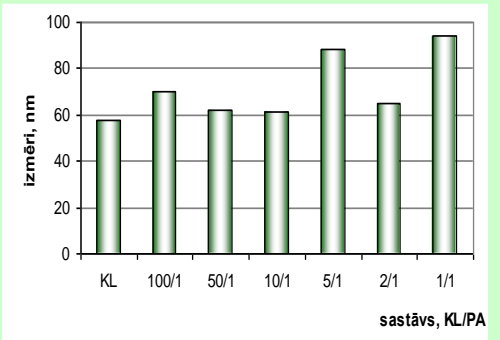


Gatavie kompozītmateriāli uz reciklētā polipropilēna bāzes ar funkcionalizētajām skaidu un mizas mikrodaļiņām

Kompozītparaugu slapināšanas leņķi un adhēzijas enerģija



Starpfāžu modifikatora daļiņu izmēri





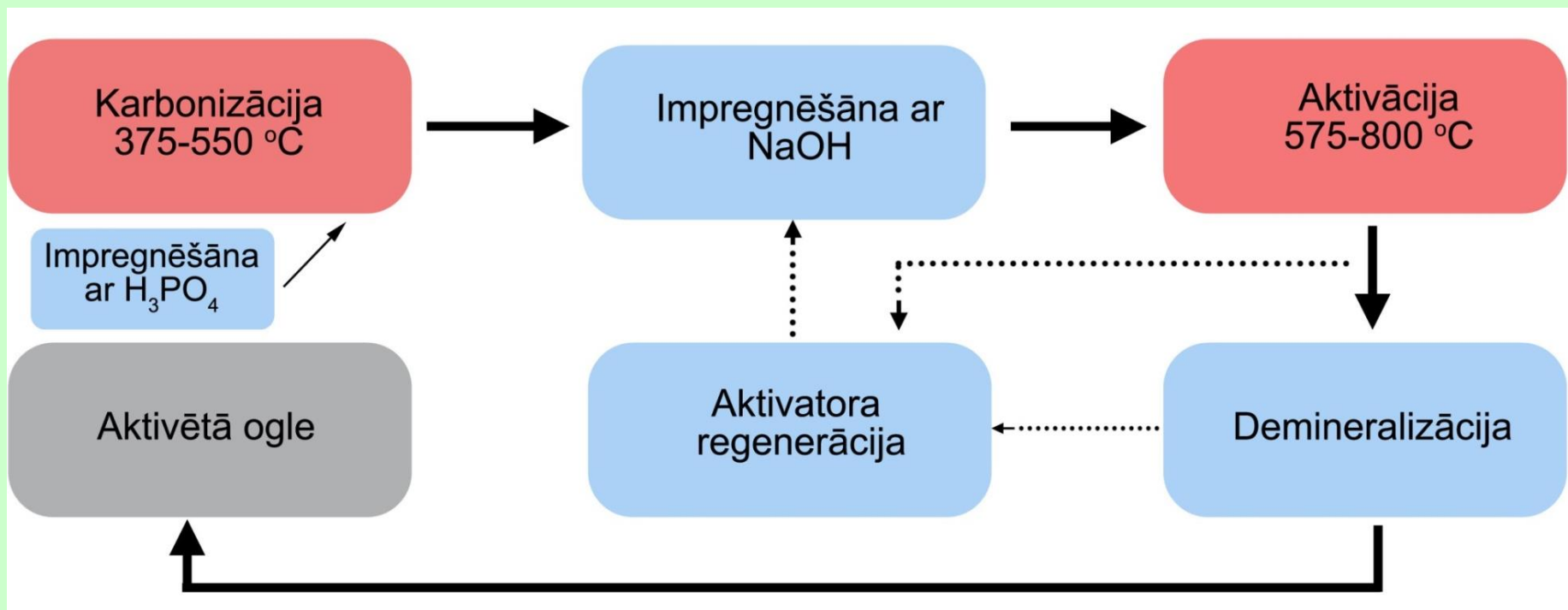
2.uzdevums

**Novērtēt lapkoku koksnes
bezatlikuma izmantošanu Latvijas
ekonomikai vajadzīgu produktu
iegūšanai, izmantojot progresīvas
ķīmiskās un termiskās
priekšapstrādes metodes un
mūsdienīgas pētniecības iekārtas**

1.aktivitāte: Jaunu oglekļa materiālu izstrāde

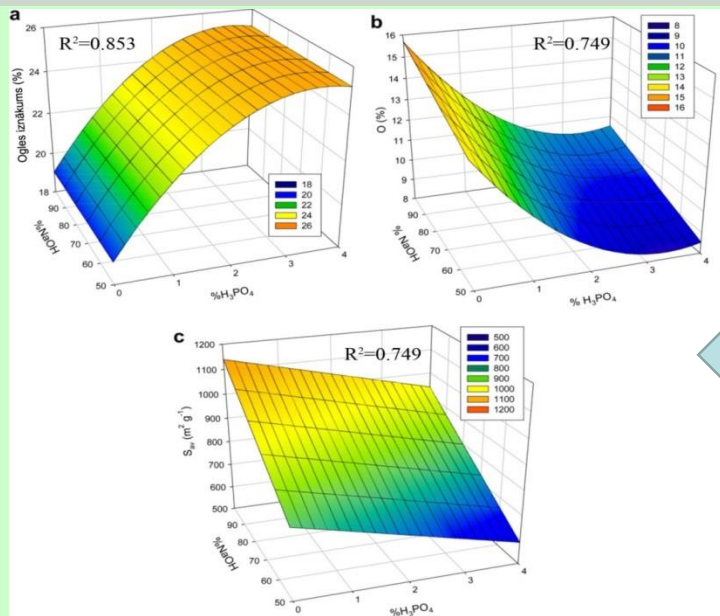
Multifunkcionālie oglekļa materiāli uz koksnes un lignoceluložu bāzes sorbcijai un superkondensatora elektrodiem

Mērķis: Lai konkurētu ar nanošķiedrām un nanocaurulēm pielietojšanai SK elektrodos, tika izpētītas AO porainās struktūras veidošanās mehānismi un likumsakarības.



Process : biomasas ķīmiskā aktivācija
Aktivātors: NaOH, masas attiecība pret izejmateriālu 1-4 g/g
Produkts: amorfā aktivētā mikroporainā ogle

Aktivācijas procesa optimizācija

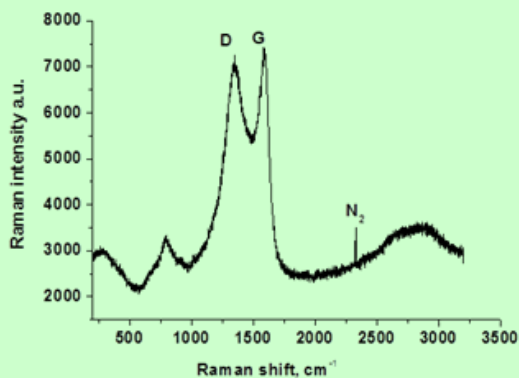


Tika novērtēta H₃PO₃ un NaOH ietekme uz AO iznākumu (a), skābekļa saturu (b) un kopējo virsmas laukumu (c). **Rezultāts** - Ir noteikts, ka H₃PO₄ piedeva (2-4%) karbonizācijas laikā ietekmē AO veidošanos un palielina iznākumu pēc aktivācijas

(a). **Paraugiem ar H₃PO₄ izmantošanu ir zemāks skābekļa saturs**

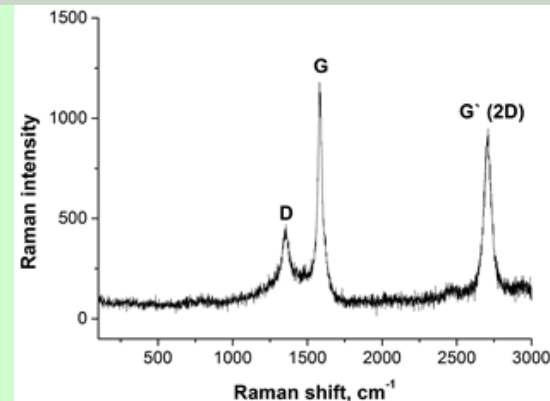
(b). **Porainības attīstība ir lineāri atkarīga no abiem mainīgajiem, palielinot H₃PO₄ daudzumu, kavējas porainības attīstība, savukārt palielinot NaOH daudzumu, var iegūt lielāku porainību.**

Oglekļa struktūra



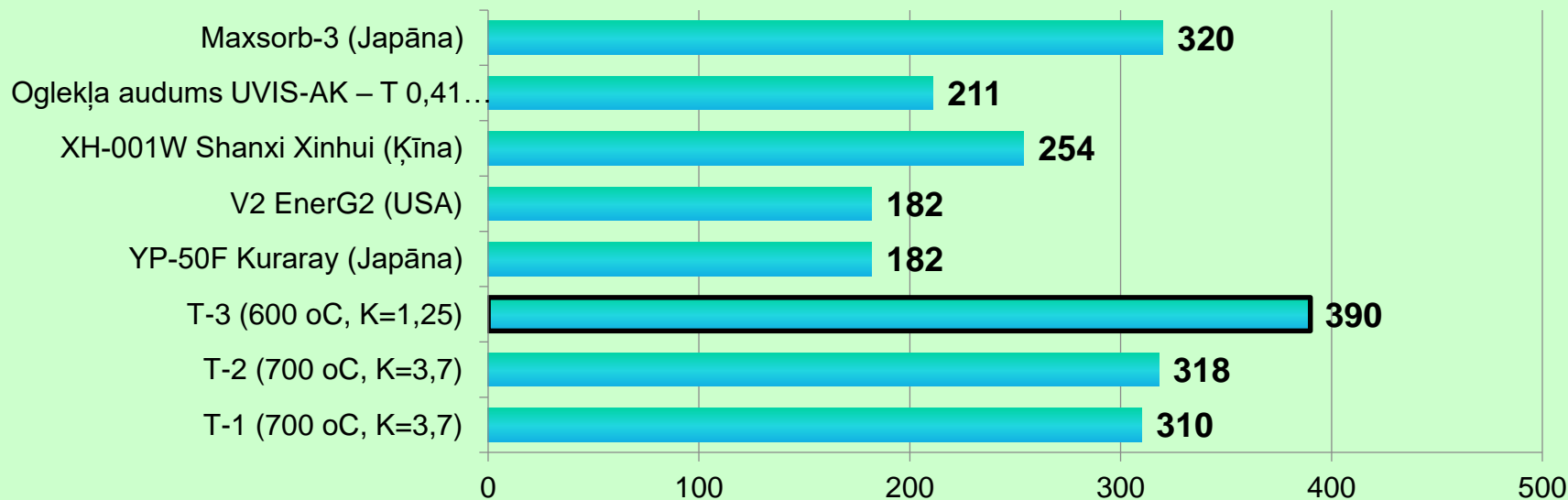
Karbonizāts pirms aktivācijas

AO pēc aktivācijas



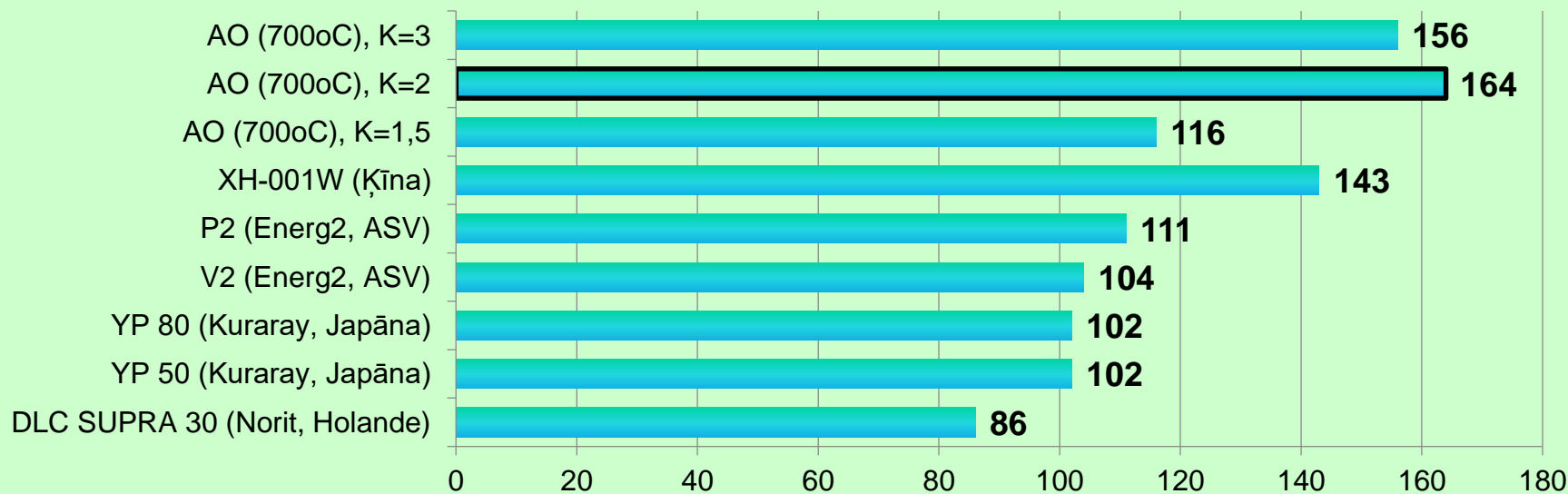
Oglekļa struktūru noteikšanai, tika izmantota **RAMAN- spektroskopija**. Ogļu amorfajā struktūrā noteikta plakānu grafēnu klātbūtne, kuru pamatā ir oglekļa atomi sp₂ hibridizācijas stāvoklī. Spektros tika konstatēti trīs izkliedes pīķi: pīķis (D), kuru attiecina uz nesakārtotu oglekļa struktūru, kura ir arī amorfās oglēs. Pīķa intensitāte raksturo ideālas simetrijas nepietiekamību grafīta slāņos. Pīķis (G) atbilst kristāliskam grafītam, bet otrs **pīķis-G' (vai 2D) – grafēnam**.

Superkondensatoru kapacitāte, salīdzinājums ar komerciāliem nanoporainiem oglekļa materiāliem (4.9M H₂SO₄, 1V)



Superkondensatoru kapacitāte, salīdzinājums ar komerciāliem nanoporainiem oglekļa materiāliem

(1 M TEABF₄+CH₃CN, 2.5V)



2.aktivitāte: Tvaika sprādziena priekšapstrādes (TSA) masas izmantošanas pētījumi

- **Mērķis**

1. TSA biorafinēšanas procesu analīze parastās un Amerikas apšu hibrīda *Populus tremuloides* × *Populus tremula* lignocelulozes komponentu iegūšanai PVS-biopolimēru šķīdumu īpašību salīdzinājumam elektrovērpšanas vajadzībām.

- **Rezultāti/secinājumi:**

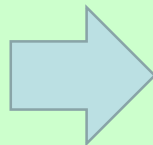
- Eksperimentāli noteikti **optimālie TSA apstākļi** apšu hibrīda biorafinēšanai: laiks (t) – **3 min**, temperatūra (T) - **+235 °C**, spiediens (p) – **32 bar**. Barguma faktors **logR₀** izvēlētajā režīmā – **4,45**.
- TSA **celulozes** masas **salīdzinājums** starp dažādiem TSA režīmiem **pierāda negatīvu korelāciju**. TSA **lignīnam korelācija ir pozitīva**.
- Pētīto šķīdumu elektrovadītspējas un viskozitātes mērījumi un **praktiski pierādītā elektrovērpsto tīmekļu iegūšana apstiprina pētīto šķīdumu piemērotību** elektrovērpšanas vajadzībām.

Mērķis

2. Biomasas siltumizolācijas paraugu iegūšana ar Tvaika sprādziena apstrādi (TSA)

Rezultāti/secinājumi:

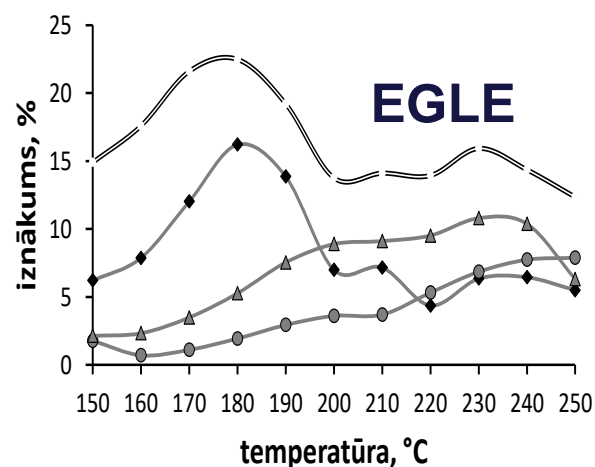
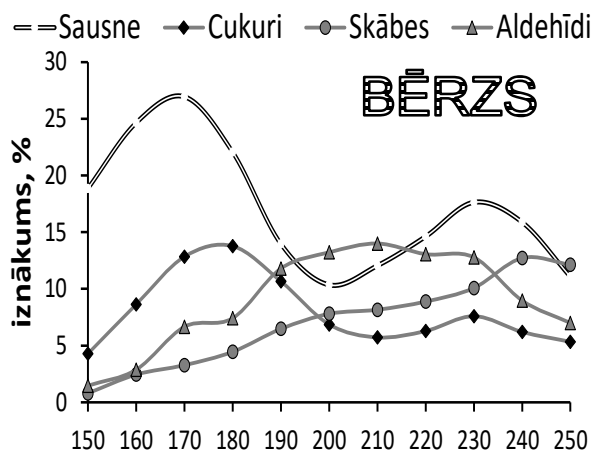
- Ar TSA ir iespējams iegūt izolācijas materiālus, kas atbilst siltumizolācijas rādītājiem un **siltumvadītspējas koeficients (λ)** bērza lēveriem un baltalkšņa šķeldai sasniedz **0.053-0.057** W m⁻¹·K⁻¹
- **Optimālais blīvums** beramās izolācijas materiāliem tika sasniegts vairākiem paraugiem, t.i. **≤65 kg m⁻³**.
- Baltalkšņa šķeldas apstrādājot ar TSA, tiek iegūta nevienmērīga aglomerējusies masa, kas sastāv no atsevišķiem nesašķiedrotiem gabaliem.



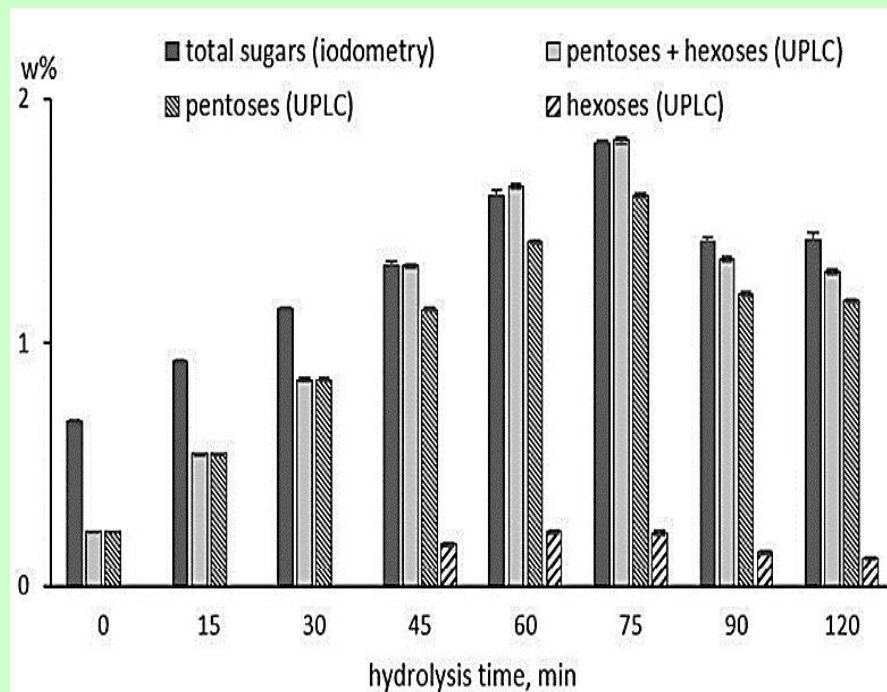
3.aktivitāte: Hidrotermiskās apstrādes izpēte (HTA)

Atrasta optimālā HTA temperatūra maksimāla cukuru iznākuma iegūšanai no hemicelulozēm: 170 °C bērza koksnei un 180 °C egles koksnei

Izstrādāta un ar jodometrisko titrēšanu salīdzināta UPLC-ELSD metode cukuru noteikšanai HTA produktos: filtrātos vislielākā koncentrācija bija ksilozei, bet nelielā daudzumā bija arī citi monosaharīdi kā arabinoze un glikoze (45-120 min). Paaugstinātais kopējo cukuru rezultāts līdz 30 min liecina par oligosaharīdu kļātbūtni šajos paraugos



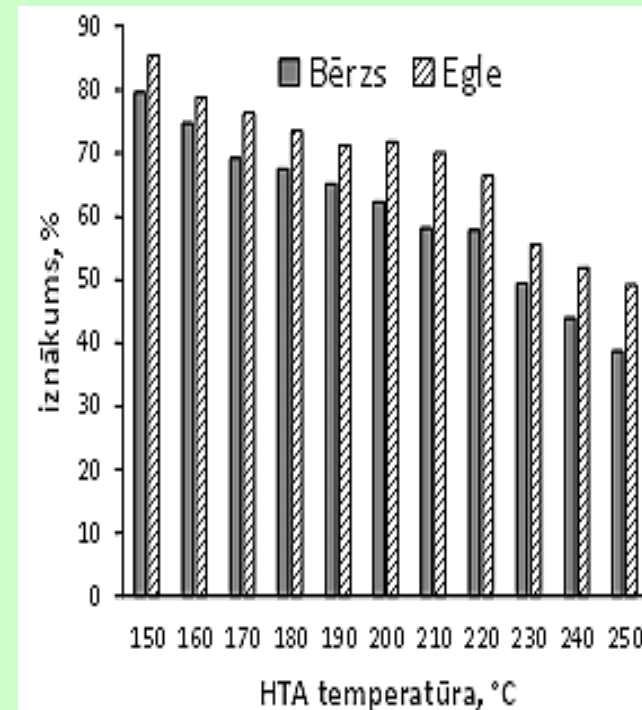
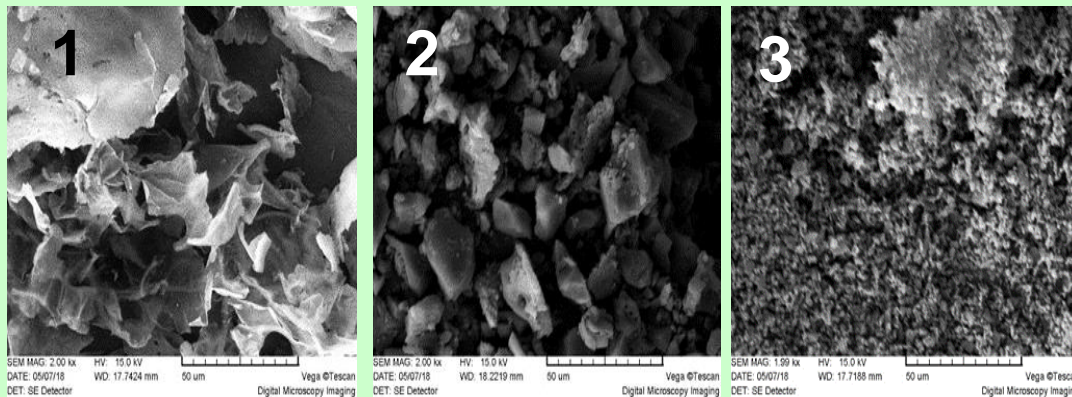
Filtrātu sastāva izmaiņas atkarībā no HTA temperatūras



Cukuru saturs HTA filtrātos, kas iegūti 180 °C temperatūrā

Lignocelulozes pirolīze un karbonizācija

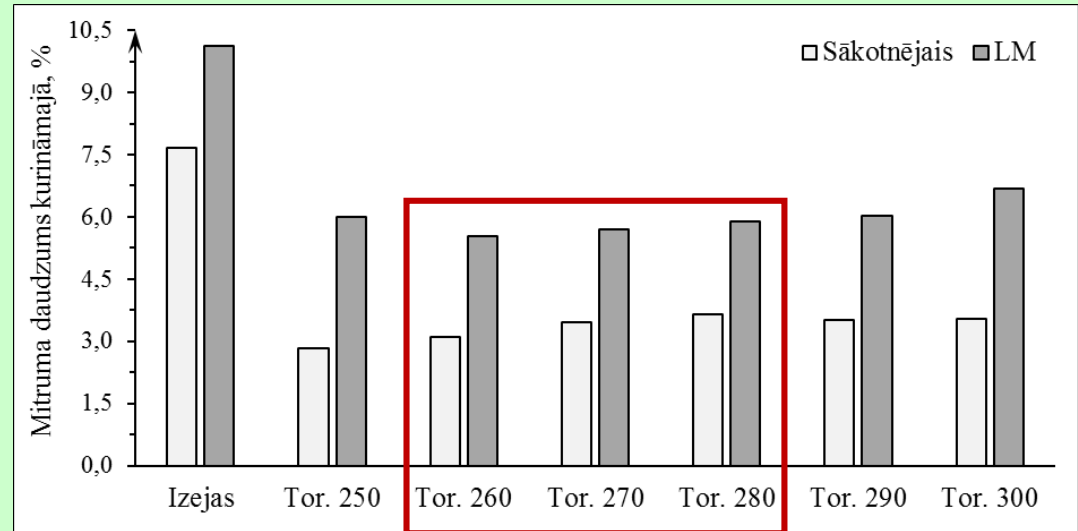
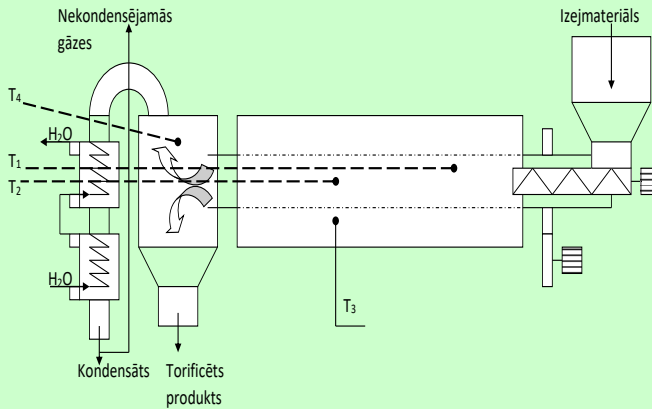
- Pirolīzei izmantota lignoceluloze, kas tika iegūta kā cietais atlikums pēc koksnes HTA: palielinot HTA temperatūru, samazinās lignocelulozes iznākums, īpaši pie temperatūrām virs 200 °C
- Noskaidrots, ka aktivējot HTA koksni ar sērskābi, būtiski selektīvi izmainās attiecības cukuri/ogļūdeņi, kas rezultējas augstā levoglukoāna iznākumā: Optimālā atlikušās sērskābes koncentrācija lignocelulozē ir < 0,2%. Pirolīzē uz pilotiekārtas 380-410 °C pārkarsēta ūdens tvaika plūsmā cukuru iznākums sasniedza **30-40% no celulozes**
- Karbonizācijas pētījumā tika iegūta: aktivēta ogle, kas iegūta hidrotermālajā karbonizācijā **(1)**; karbonizēts un aktivēts pirolīzes cukuru un fenolu kondensāts **(2)**; aktivētā ogle uz koksnes bāzes **(3)**



**Lignocelulozes
iznākums atkarībā no
HTA temperatūras**

**Dažādu karbonizācijas produktu SEM attēli (2000 x
palielinājums)**

Koksnes torificēšanas procesa pētījumi



Raksturlielums	Izejviela	Torificēta bērza koksne					
Torifikācijas temperatūra [°C]	-	250	260	270	280	290	300
Relatīvais mitrums [%]	7,7	2,9	3,1	3,5	3,7	3,5	3,5
Kurināmā iznākums [% a.s.m.]	100	93,9	88,3	84,6	78,4	75,1	66,5
Tilpumsvars [kg/m ³]	228	223	203	203	192	175	175
Gaistvielu saturs [% a.s.m.]	88,7	85,9	82,6	82,5	79,3	77,6	74,2
Negaistošais ogleklis [% a.s.m.]	11,0	13,8	17,0	17,2	20,4	22,3	25,6
Augstākais sadegšanas siltums [MJ/kg]	17,5	18,4	19,3	19,4	20,1	20,9	21,1
Pelnu saturs (550 °C) [%a.s.m.]	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3

Paaugstinoties torifikācijas temperatūrai no 250 līdz 280°C, uzlabojās iegūtā produkta kurināmā īpašības, sasniedzot negaistošā oglekļa daudzumu virs 20% un sadegšanas siltumu virs 20 MJ/kg, pēc 260°C sāk palielināties līdzsvara mitrums, kas apliecina, ka pie augstākas temperatūras torifikāciju veikt nav nepieciešams



3.uzdevums

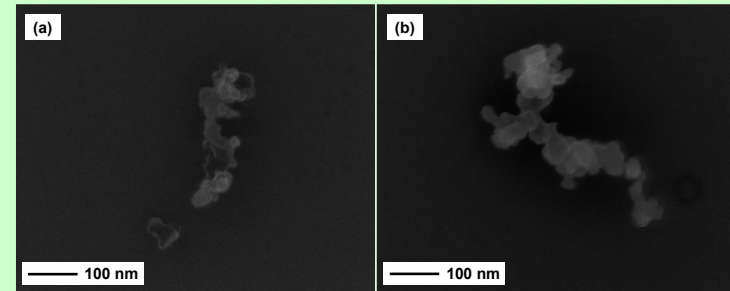
Meklēt risinājumus produktu kompleksai izstrādei no mizām un koksnes komponentiem ar sintētiskiem vai rūpnieciskiem analogiem salīdzināmām vai labākām īpašībām un plašu pielietošanas spektru dažādās tautsaimniecības nozarēs, paātrinot un ekonomiski uzlabojot tehnoloģiskos procesus

1.aktivitāte: Nanodaļiņu ieguve no koku mizām un to īpašību izpēte

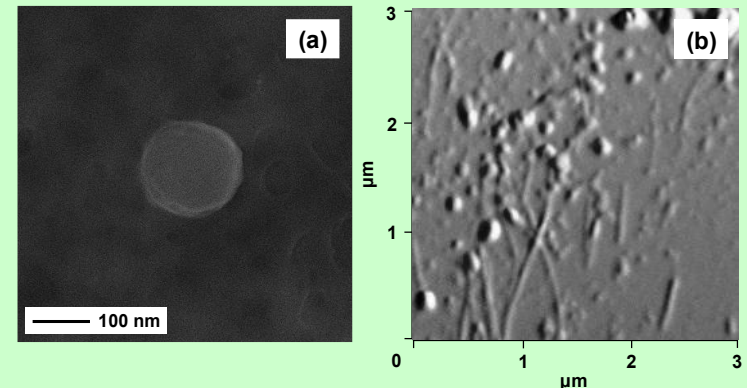
iegūšanas metodes un to salīdzinājums

- ✓ Skābes hidrolīze (AH) – *izmanto rūpnieciski*
- ✓ Termokatalītiskās destrukcijas metode (TK)
- ✓ TEMPO katalizēta oksidēšanas priekšapstrāde (TEMPO)
- ✓ Oksidēšanas priekšapstrāde ar amonija persulfātu (OX)

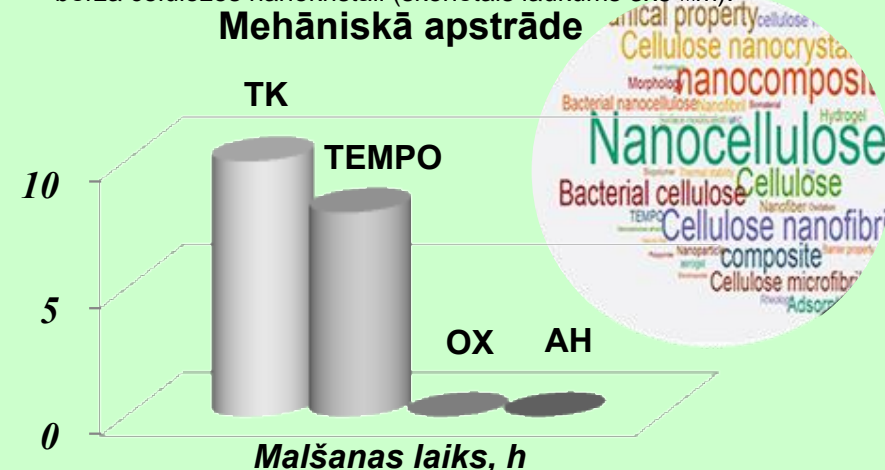
Priekšrocības	Trūkumi
SH	
Nav nepieciešama mehāniskā apstrāde	Liels daudzumu stipras skābes
TK	
Vienkārša “zaļās ķīmijas” metode Mazs daudzums ķīmisko reaģentu	Patērēts liels enerģijas daudzums mehāniskajai apstrādei Nevienmērīgas nanodaļiņas
TEMPO	
Vienmērīgas nanodaļiņas	Samazināts enerģijas daudzums mehāniskajai apstrādei Izmantotie reaģenti ir dārgi
OX	
Ātrāka un lētāka nekā pārējās Nav nepieciešama mehāniskā apstrāde Vienmērīgas nanodaļiņas	–



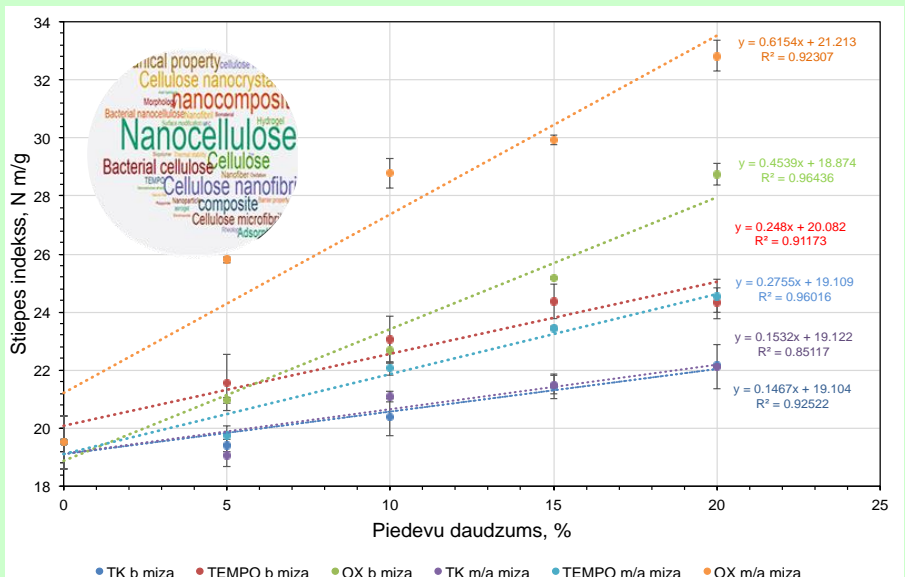
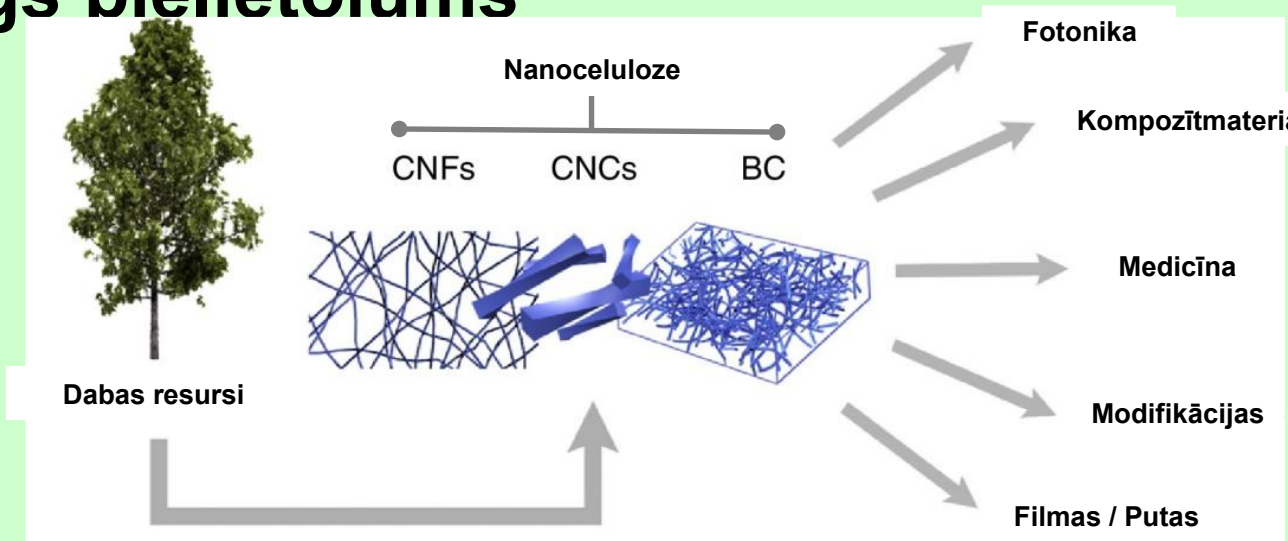
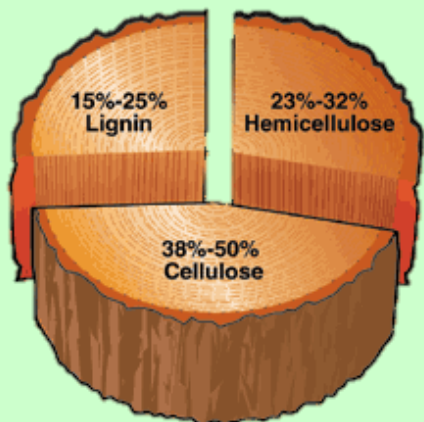
1. att. Oksidēšanas priekšapstrāde ar amonija persulfātu: (a) melnalkšņa un (b) bērza mizu nanodaļiņu morfoloģija.



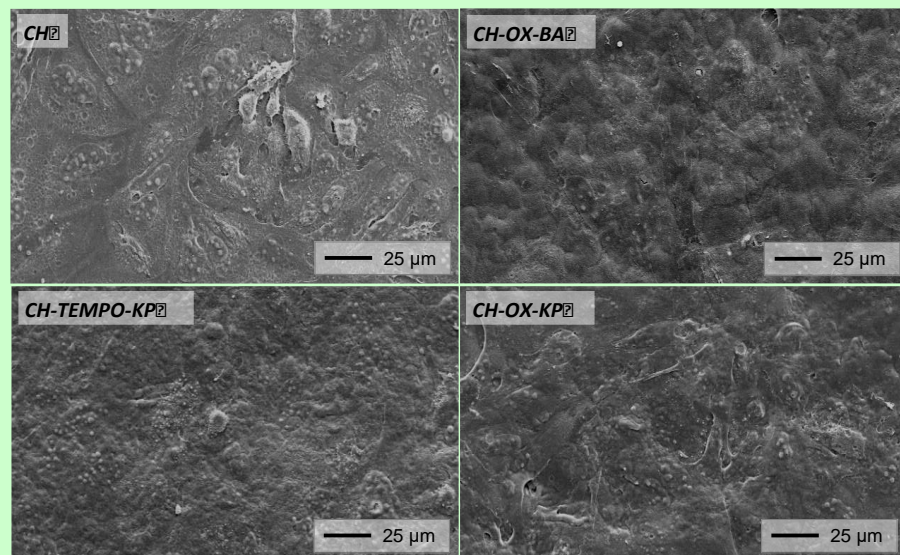
2. att. Oksidēšanas priekšapstrāde ar amonija persulfātu: (a) SEM attēls – bakteriālās celulozes nanosfēras, (b) AFM attēls – bērza celulozes nanokristāli (skenētais laukums 3x3 mm).



Daudzpusīgs pielietojums



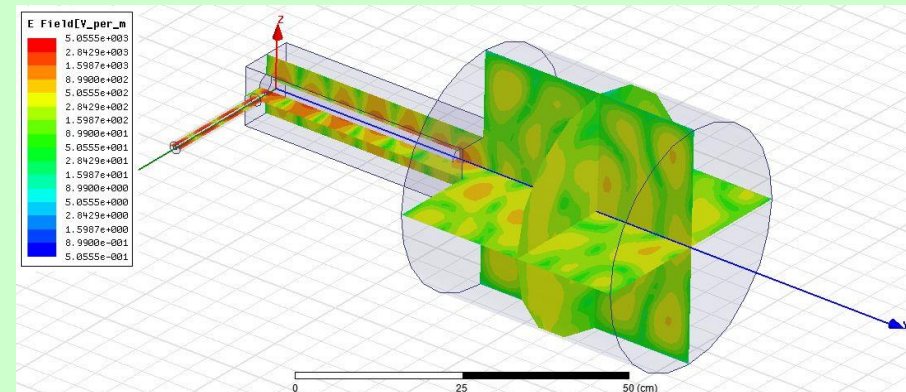
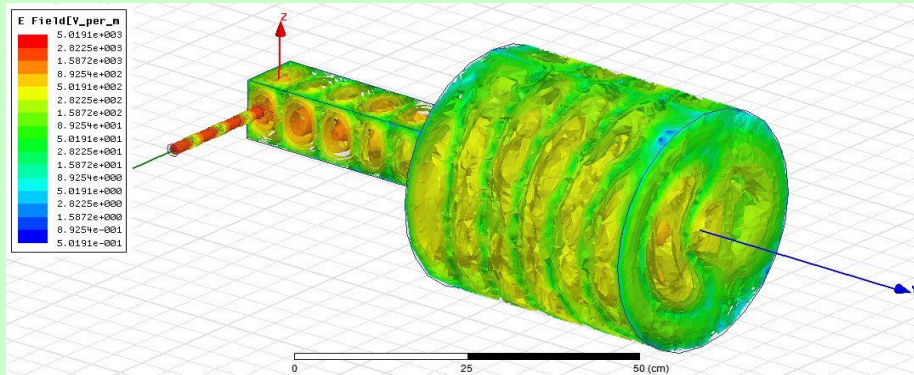
Stiepes stiprības atkarība no papīra piedevu daudzuma. Pievienojot 10–20% mizu nanodaļiņu, **papīra stiepes stiprība uzlabota vidēji par 15–20%** un **ūdens tvaika caurlaidība samazināta vidēji par 15–20%**, salīdzinot ar kontroli (papīra paraugu bez mizu nanodaļiņu piedevas).



Saos-2 šūnu morfoloģija pēc 7 dienu audzēšanas. Celulozes nanopildvielu iekļaušana hitozāna matricā **uzlaboja biopolimēra plēvju īpašības**, tādās kā stiepes stiprība un **bioloģiskās īpašības – *in vitro* šūnu biosaderība un antimikrobiālā aktivitāte pret patogēnajām baktērijām.**

2.aktivitāte: Mizu priekšapstrādes ietekme uz to ekstrakciju izpēti Biomases apstrāde/ekstrakcija mikroviļņu laukā

Biomases ekstrakcijai mikroviļņu laukā izmantota jauna LV KĶI izveidota oriģināla dizaina iekārta. Viļņvada un rezonatora optimālā konfigurācija tika aprēķināta, izmantojot matemātiskās modelēšanas metodi. Aprēķinātie rādītāji, kas liecina par elektriskās enerģijas zudumu samazināšanos pie tās pārvades no magnetrona uz absorbētāju, kalpoja par optimizācijas pamatkritērijiem. Elektriskā lauka intensitātes sadalījuma 3D diagramma, kas tika iegūta izmantojot intensitātes relatīvo rādītāju krāsu skalu, liecina par intensitātes vienmērīgu sadalījumu, jo diagrammā nav kontrastu krāsu



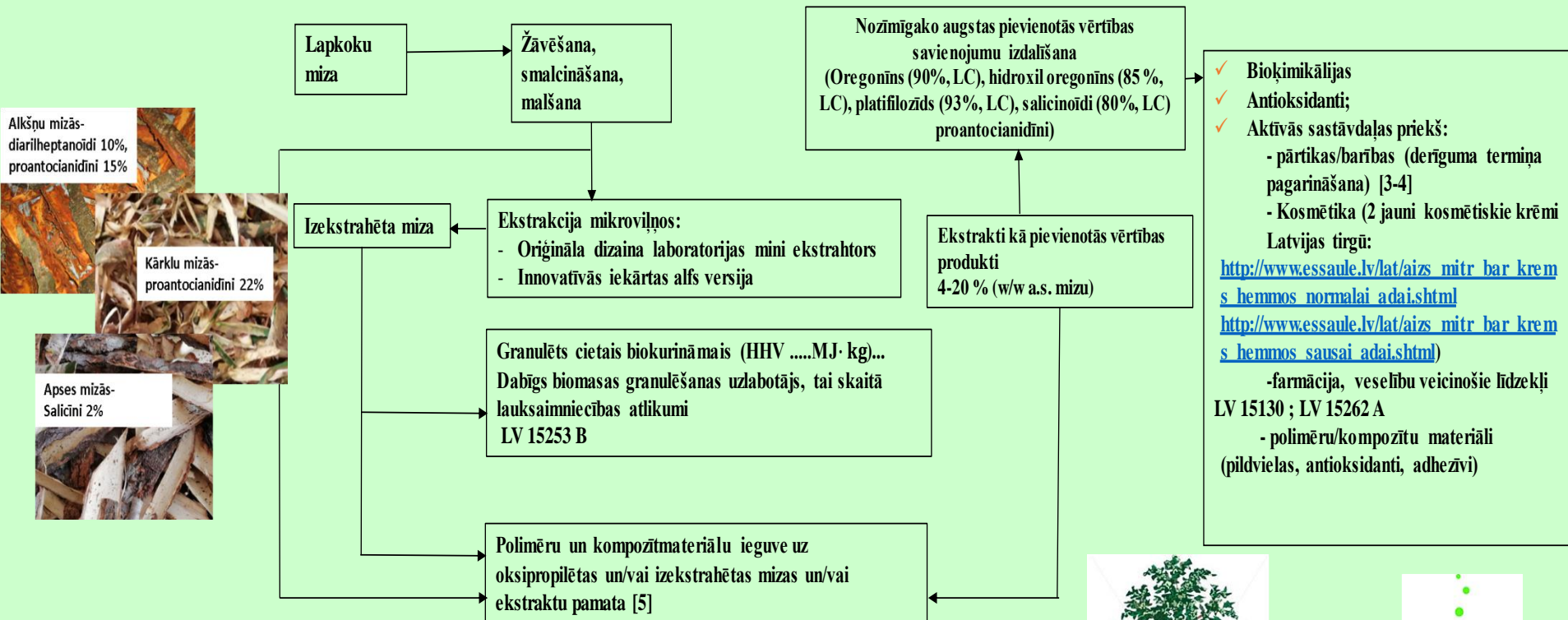
Trīsdimensiju sadalījums elektriskā lauka vektora lielumam modelī un elektriskā lauka vektora lieluma sadalījums dažādās modeļa sekcijās

Impulsveida enerģijas padeve ļauj izslēgt no iekārtas konstrukcijas maisītāju, jo magnētiskā lauka intensitātes gradienta izlīdzināšanās laikā notiek tā saucamā "pašmaisīšana". Tas vienkāršo iekārtas konstrukciju un arī **samazina kopējo enerģijas patēriņu.**

Augsta mikroviļņu enerģijas absorbcija, kas raksturīga biomasai un šķīdinātājiem, **nodrošina būtiski ātrāku substrāta uzsildīšanu** salīdzinājumā ar konvektīvo sildīšanu

2.aktivitāte: Mizu priekšapstrādes ietekme uz to ekstrakciju izpēti

Pētījumi ir parādījuši daudzsološas perspektīvas ekstrakcijas klastera integrācijai eksistējošās koku biomasas biorafinēšanas plūsmās, palielinot bioproduktu ar augstu pievienoto vērtību klāstu, samazinot dabīgu bioloģiski aktīvu vielu deficītu, iegūstot tos no vietējiem resursiem un aizvietojojt produktus no fosilām izejvielām



Piedāvātās biorafinēšanas shēmas pamatā ir dažādu ekstraktu (multiprodukti ar plašu pielietojuma spektru) iegūšana un mizas biomasas atlikuma pēc ekstrakcijas konversija polimēru materiālos vai granulētā cietajā biokurināmajā.

Sasniegtie rezultātīvie rādītāji

Zinātniskās publikācijas:

oriģinālo zinātnisko rakstu skaits (*SCOPUS*)-**38**

oriģinālo zinātnisko rakstu skaits *ERIH* (A un B) datubāzē iekļautajos žurnālos vai konferenču rakstu krājumos - **17**

konferenču tēzes- **132**

iesniegti patenti- **7**

Programmas ietvaros aizstāvēto darbu skaits:

aizstāvētie promocijas darbi- **8**

aizstāvētie maģistra darbi- **10**

Programmas gaitas un rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi :

dalība konferencēs- **57** ;

populārzinātniskās publikācijas- **5**

dalība izstādēs- **3**

populārzinātniskas lekcijas par programmas rezultātiem- **8**

Apvārsnis 2020 iesniegto projektu skaits – 15

Zinātniskajai institūcijai programmas ietvaros piesaistītā privātā finansējuma apjoms- 108 684.- EUR

Paldies par uzmanību !



Jautājumi ?!