

LIGNĪNA KĀ KOKSNES KOMPLEKSĀS IZMANTOŠANAS POTENCIĀLĀ RESURSA IZPĒTE WOOD THE POTENTIAL RESOURCE OF COMPLEX USE OF LIGNIN

Autore: **Agnese PUJATE**, e-pasts: agneseputate11@inbox.lv
Zinātniskā darba vadītājs: Dr.habil.geol. profesors **Gotfrīds NOVIKS**,
e-pasts: gotfrids.noviks@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *The aim of the work is to investigate the use of existing wood waste, the most effective method of obtaining lignin and to create composite material made from renewable natural resources. The work looked at the current wider use of wood resources - construction, energy and chemical processing. The current waste from the use of wood - lignin is investigated. And the complex and rational use of this waste without waste.*

Experimentally, lignin was obtained with two methods, alkali and acid, from different Latvian tree species.

Experimentally obtained composite samples with different compositions - alkali / acid lignin (binder) and leafy tree ash / chips (filler). Also, composite materials are considered at different proportions, where the percentage of both binders and fillers changes. Experimental samples were pressed at different temperatures.

Keywords: *Wood, lignin, composite material, rational use of wood, biopolymer.*

Ievads

Koks ir poru un šķiedrveida struktūras audi, kas sastopami koku un citu kokaugu stumbros un saknēs. Tas ir organisks materiāls, kam ir stipra celulozes šķiedru kompozīcija, kura ir izturīga un ir iestrādāta lignīna matricā.[1]

Pašreizējā meža resursu patēriņa līmenis ir būtisks faktors to pilnīgai izmantošanai. No trim galvenajām kokapstrādes jomām: kā celtniecības materiāli, degviela (enerģētiskā) un izejvielu avots ķīmiskajiem produktiem Pasaulē - tā veido 13% no kopējā apjoma sagatavju vai aptuveni 2,6 miljardi m³. Bet no šīs summas joprojām efektīvi tiek izmantota tikai celuloze. Rūpnieciski iegūstot celulozi gadā veidojas 40 miljoni tonnu lignīna, 5 miljoni tonnu tehnisko lignosulfātu (TSL - celulozes un papīra ražošanas sulfītu šķidrums sausa) un 3,5 miljoni tonnu tehniskā hidrolīzes lignīna (THL). Būtībā šie produkti, ko sauc par atkritumiem, tiek sadedzināti vai izgāzti.[2]

Lignīns ir koksnes elements, kas ir īpaši daudzsološs resurss. To patlaban izmanto tikai enerģijas ražošanai, lai gan to var izmantot arī daudziem citiem mērķiem.[3]

Darba tēmas aktualitāte ir saistīta ar Pasaulē augsto piesārņojuma līmeni, ko rada atkritumi. Viena no pastāvošajām problēmām ir tā, ka uz pasaules ir ļoti daudz atkritumu, kurus vajadzētu izmantot lietderīgi.

Darba mērķis: Eksperimentāli izvērtēt lignīna saturu dažādu Latvijas koku koksne, iegūtā ar divām metodēm, noteikt tā īpašības un izpētīt iespējamo tā izmantošanu kompozītmateriālu veidošanā.

Materiāli un metodes

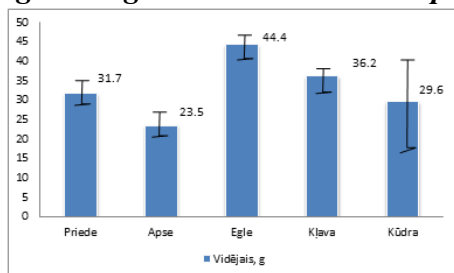
Darba pamatā, ir lignīna izdalīšanas koksnes un kūdras ar divu metožu palīdzību. Viena no tām - Klāsona jeb skābes metode un otra sārnu metode. Par pamatu iegūta dažāda veida koku koksne - priede, apse, kļava un egle, kā arī priekš salīdzināšanas tika iegūts lignīns no kūdras.

Tika veikti arī eksperimenti kompozītmateriāla veidošanā. Par pamatu tika ņemta apskatītā literatūra un iepriekš veiktie eksperimenti. Lai veidotu kompozītmateriālu ir nepieciešama pildviela un saistviela. Kā pildviela tika izmantoti skaidu milti un lapu koku pelni,

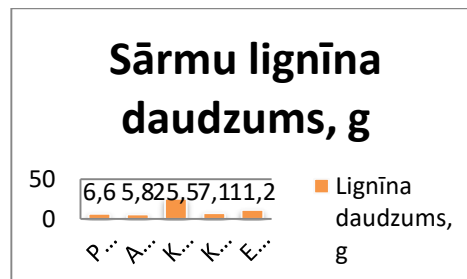
bet saistviela iegūtais skābes un sārmu lignīns. Iegūtie paraugi tika presēti pie dažādām temperatūrām.

Eksperimenta rezultāti un to izvērtējums

Lignīna iegūšana ar divu metožu palīdzību:



1.att. Lignīna iegūšanas rezultāti pēc Klāsona metodes atkarībā no koku sugas, %



2.att. Lignīna iegūšanas rezultāti pēc sārmu metodes atkarībā no koku sugas, %

Pēc 1.attēla var secināt, ka visaugstākais lignīna saturs tika konstatēts egļē vidēji 44,4% no masas, kas arī apstiprinās pēc literatūras. Vismazākais lignīna saturs tika konstatēts apsē 23,5 %.

Pēc 2.attēla var secināt, ka visaugstākais lignīna saturs tika konstatēts kūdras paraugā, kas sasniedza 25.5% no masas, kam seko egļe ar 11,2 % un kļava ar 7,1 % no masas. Apskatot literatūru tika konstatēts, ka lignīna saturs kūdrā svārstās no 4,52 līdz 9,8 no kā var secināt, ka eksperimentā iegūtais paraugs nav tīrs lignīns.

Biopolimēra ieguve

Pavisam iegūti astoņi paraugi, kuru sastāvs - četri ar koksnes miltiem un četri ar pelniem un no kuriem divi sārmu lignīna un seši skābes lignīna. Saistvielas un pildvielas % daudzums tiek mainīts katram paraugam, kas ir redzams 1.tabulā.

1.tabula

Paraugi ar pelniem

Lignīns	Nr. p.k	Saistvielas (lignīna) daudzums		Pildvielas (pelnu) daudzums	
		G	%	G	%
Giberta	1	0,35	50	0,35	50
Klāsona	3	0,50	70	0,20	30
	5	0,35	50	0,35	50
	7	0,20	30	0,50	70

Pēc eksperimentālajiem datiem tiek secināts, ka visi 8 paraugi pieliekot 734 MPa spēka saspiežas. Pēc vizuālā apskatot visus paraugus 1; 2; 3; 4; veido izteiktu gludu formu un pēc taustes ir stingri. Paraugi 6 un 8 ir trauslāki kuriem pieliekot maz spēka sāk sadrupt. Tātad var secināt, ka paraugi, ar pildvielu (koku milti), kuru proporcija ir 50/50 un 70/30 ir par maz saistvielas, kas spētu saturēt paraugu kopā.

Biopolimēra izmaiņas atkarībā no temperatūras.

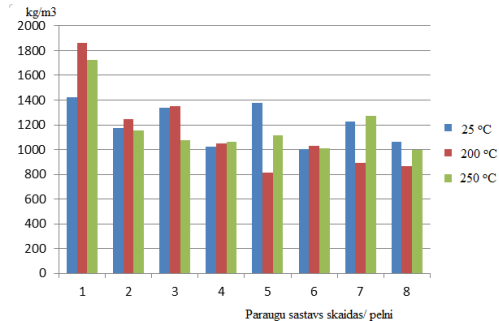
Iegūtajiem 8 paraugiem tika veikts eksperiments ar presēšanu pie attiecīgām temperatūrām. Paraugi tika presēti pie trim temperatūrām 25°C, 200°C un 250°C.

Apskatot iegūtos paraugus tika secināts, ka saspīestie paraugi saspīežot pie 25° C ir trauslāki un sāk sabrukt pieliekot mazu spēku, toties paraugi, kas saspīesti pie 200°C un 250°C

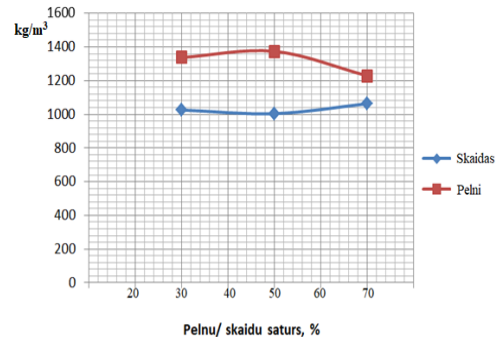
temperatūrām ir stingrāki un uzlabojas arī paraugu vizuālais izskats. Kā arī paraugi, kuri tika izgatavoti ar sārnu lignīnu vizuāli ir gludāki un blīvāki.

Biopolimēra mehāniskās un fizikālās īpašības

Iegūtajiem paraugiem tiek veikta blīvuma īpašību pārbaude.



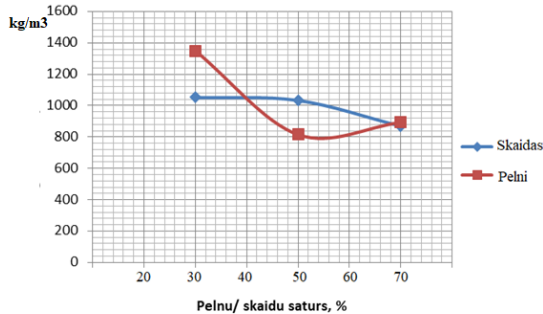
3.att. **Blīvums atkarībā no paraugu sastāva pie attiecīgām saspiešanas temperatūrām**



4. att. **Paraugu blīvums pie 25°C**

Pēc grafika 3. var secināt, ka visblīvākais paraugs ir nr. 1 (1863 kg/m^3) ar sastāvu sārnu lignīns + lapu koku pelni, kurš presēts pie 200°C .

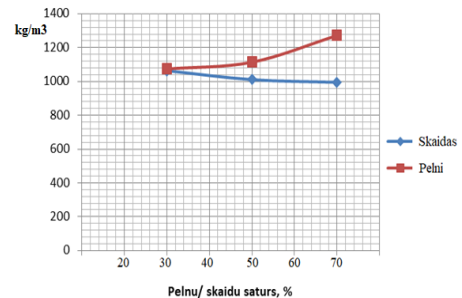
Apskatot 4. grafiku pie 25°C paraugu saspiešanas temperatūras, var secināt, ka paraugi ar pildvielu lapu koku pelni, visaugstāko blīvumu 1374 kg/m^3 var iegūt izmantojot pildvielas un saistvielas attiecību (50/50), bet pildvielu skaidas visaugstāko blīvumu 1063 kg/m^3 var iegūt izvēloties attiecību (30/70).



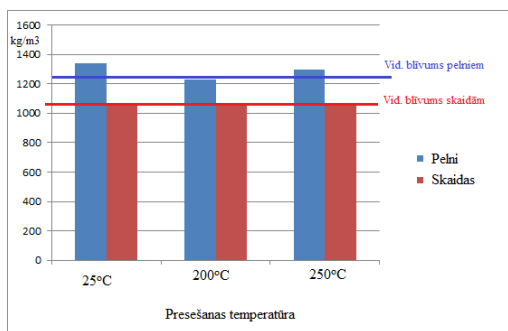
5. att. **Paraugu blīvums pie 200°C**

Apskatot 5. grafiku pie 200°C paraugu saspiešanas temperatūras, var secināt, ka paraugi ar pildvielu lapu koku pelni, visaugstāko blīvumu 1350 kg/m^3 var iegūt izmantojot pildvielas un saistvielas attiecību (70/30), bet ar pildvielu skaidas visaugstāko blīvumu 1052 kg/m^3 var iegūt izvēloties attiecību (70/30).

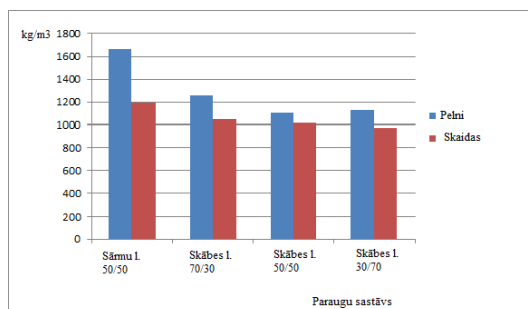
Apskatot 6. grafiku pie 250°C paraugu saspiešanas temperatūras, var secināt, ka paraugi ar pildvielu lapu koku pelni, palielinot pildvielas (lapu koku pelni) saturu paraugu blīvums pieaug no 1074 kg/m^3 līdz 1272 kg/m^3 . Savukārt, tieši pretēji, paraugi ar pildvielu skaidas blīvums pakāpeniski samazinās no 1064 kg/m^3 līdz 995 kg/m^3 .



6. att. **Paraugu blīvums pie 200°C**



7. att. Iegūto paraugu vidējais blīvums atkarībā no saspišanas temperatūras



8. att. Vidējais blīvums atkarībā no paraugu sastāva.

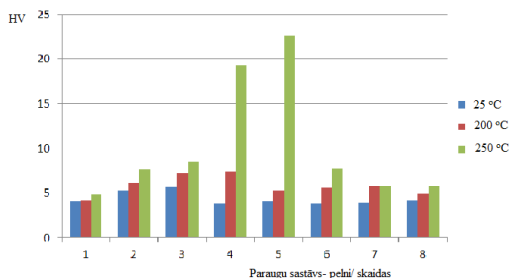
Pēc grafika 7. var secināt, ka paaugstinot temperatūru paraugiem, ar pildvielu skaidas, ir tendence blīvumam samazināties, bet paraugiem, ar pildvielu lapu koku pelni, ir tendence blīvumam pieaugt.

Apskatot grafiku 8. paraugi nr.1 ar blīvumu 1699 kg/m³ un nr. 2 ar blīvumu 1191 kg/m³, kas izgatavoti izmantojot sārnu lignīnu blīvuma ziņā ir blīvāki, salīdzinot ar paraugiem, kur tika izmantots skābes lignīns, blīvums svārstās 967 kg/m³ - 1254 kg/m³.

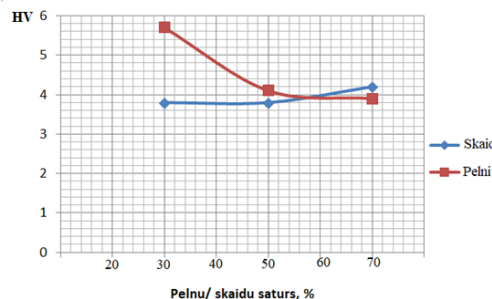
Paraugi (nr. 4;6;8), kuri tika izgatavoti no skābes lignīna ar pildvielu – skaidas palielinoties pildvielas daudzumam, blīvums pakāpeniski samazinās no 1047 kg/m³ līdz 976 kg/m³, bet paraugi, kuri tika izgatavoti no skābes lignīna ar pildvielu – pelni, visblīvākais paraugs ar 1254 kg/m³ bija ar mazāku pildvielu saturu(70/30), bet palielinoties pildvielas % saturam parauga blīvums paliek konstants.

Apskatot datus, blīvums atkarībā no parauga sastāva, ir redzams, ka paraugiem pieaugot pildvielas % daudzumam un samazinoties siastvielas % daudzumam, blīvumam ir tendence kristies.

Paraugiem tiek veikti arī cietības mērījumi ar Vickers hardness cietības mērītāju.



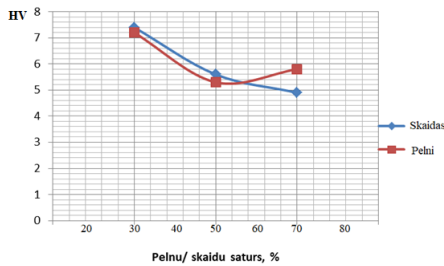
9. att. Cietība atkarībā no paraugu sastāva pie attiecīgām saspišanas temperatūrām



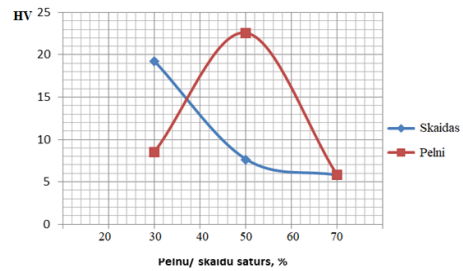
10. att. Paraugu cietība pie 25°C

Pēc grafika 9. ir redzams, ka paaugstinot saspišanas temperatūru paraugu cietība uzlabojas. Visizturīgākais paraugs ir Nr. 5, kura sastāvs ir saistviela (skābes lignīns) 0,50 g, pildviela (pelni) 0,50 g.proporcijā (50/50) un kurš tika saspiests pie 250° C uzrādot 22,6 HV.

Apskatot 10. grafiku pie 25° C paraugu saspišanas temperatūras, var secināt, ka paraugi ar pildvielu lapu koku pelni, palielinot pildvielas (lapu koku pelni) saturu paraugu cietība samazinās no 5,7 HV līdz 3,9 HV. Savukārt, tieši pretēji, paraugi ar pildvielu skaidas cietība pakāpeniski pieaug no 3,8 HV līdz 4,2 HV.



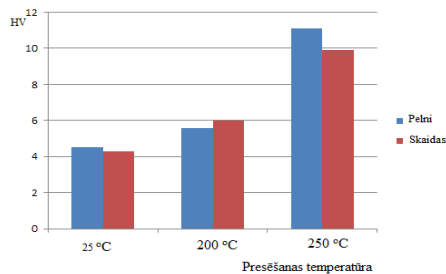
11. att. Paraugu cietība pie 200°C



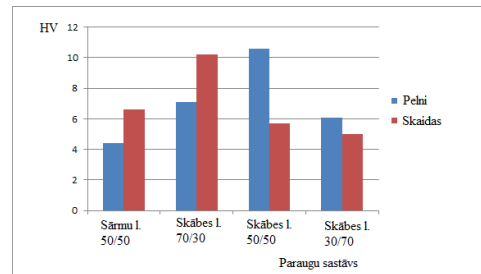
12. att. Paraugu cietība pie 250°C

Apskatot 11. grafiku pie 200° C paraugu saspišanas temperatūras, var secināt, ka paraugi ar pildvielu lapu koku pelni, visaugstākā cietība 7,2 HV ar attiecību (70/30), bet viszemākā cietība 5,3 HV ar attiecību (50/50). Paraugi ar pildvielu skaidas cietība pakāpeniski samazinās no 7,4 HV līdz 4,9 HV.

Apskatot 12. grafiku pie 250° C paraugu saspišanas temperatūras, var secināt, ka paraugi ar pildvielu lapu koku pelni, visaugstākā cietība 22,6 HV ar attiecību (50/50), bet viszemākā cietība 5,8 HV ar attiecību (30/70). Paraugi ar pildvielu skaidas cietība pakāpeniski samazinās no 19,3 HV līdz 5,8 HV.



13. att. Vidējā cietība atkarībā no temperatūras



14. att. Vidējā cietība atkarībā no paraugu sastāva

Apskatot grafiku 13. var secināt, ka palielinoties temperatūrai pieaug paraugu cietība. Paraugiem ar pildvielu lapu koku pelni, cietība pieaug no 4,5 HV līdz 11,1 HV, kā arī paraugiem ar pildvielu skaidas cietība pieaug no 4,3 HV līdz 9,9 HV.

Apskatot grafiku 14. var secināt, ka paraugs n.1. izmantojot saistvielu - sārnu lignīnu un pildvielu - lapu koku pelni, pēc cietības ir vistrauslākais 4,4HV. Paraugiem ar saistvielu - skābes lignīns un pildvielu - lapu koku pelni, visaugstākā cietība ir paraugam nr. 5 (10,6 HV), bet viszemākā cietība paraugam nr. 8 (6,1 HV). Paraugiem ar saistvielu - skābes lignīns un pildvielu - skaidas, visaugstākā cietība ir paraugam nr. 4 (10,2 HV), bet viszemākā cietība paraugam nr. 8 (5,0 HV).

Secinājumi

1. Lignīna sastāva noteikšanai izmantotas divas metodes. Vienā no tām ir Klāsona jeb skābes un otra sārnu metode.
2. Iegūtie rezultāti rāda atšķirību lignīna daudzumā, noteikto pēc divām metodēm. Sārnu metode iegūtā lignīna saturs ir zemāk - vidēji 7,7 % no masas, bet skābes 33,08 % no masas, kas ir saistīts ar dažāda sastāva lignīnu
3. Veicot eksperimentus tika secināts, ka lielākā atšķirība starp sārnu un skābes lignīnu ir tāda, ka sārnu lignīnam pievienojot amonjaka šķīdumu un pakļaujot paaugstinātai temperatūrai, tas izkūst, savukārt skābes lignīns kļūst tikai lipīgs.
4. Lignīna saturs koksnē vidēji ir priedē 26 %, egle 33 %, bērzā 21 % un apse 20 %.

5. Lignīna īpašības - blīvums 1330 – 1450 kg/m³, organoleptiskais sliekšnis $4,9 * 10^{-6}$ kg/m³, kušanas temperatūra 175 – 180° C, aizdegšanās temperatūra 195° C, sabrukšanas temperatūra 185° C.
6. Veikti eksperimenti kompozītmateriālu izveidošanai no lignīna un pildvielām, kur tika variēts ar kompozītmateriāla sastavu – lignīns (sārmu, skābes), pildvielas (pelni, skaidu milti) kā arī mainīts paraugu % saturs 30/70, 50/50, 70/30 un mainīta paraugu presēšanas temperatūra – 25 °C, 200 °C, 250 °C.
7. Eksperimentālie dati liecina, ka ir iespējams pie attiecīgām temperatūrām un attiecīgā komponentu sastāva iegūt stabilus un tālākai pārstrādei izmantojamus kompozītus.
8. Sākotnējie eksperimenti rāda, ka kompozīta optimālie mehāniskie parametri ir pie T= 250° C, komponentu attiecības 50/50 un 70/30.

Summary

The work looked at the current wider use of wood resources - construction, energy and chemical processing. The current waste from the use of wood - lignin is investigated. And the complex and rational use of this waste without waste.

Experimentally, lignin was obtained with two methods, alkali and acid, from different Latvian tree species. The properties of lignin were studied: the color, structure and melting of lignin at elevated temperature and adding ammonia solution.

Experimentally obtained composite samples with different compositions - alkali / acid lignin (binder) and leafy tree ash / chips (filler). Also, composite materials are considered at different proportions, where the percentage of both binders and fillers changes. Experimental samples were pressed at different temperatures of 25 °C, 200 °C and 250 °C.

A sample is checked on a hardness test with Vicker Hardness hardness meter and density calculations was performed.

Bibliogrāfija

1. Hickey, M.; King, C. (2001). "The Cambridge Illustrated Glossary of Botanical Terms.", sk. 31.10.2018. Cambridge University Press.
2. Часть I утилизация технического гидролизного лигнина. <https://studfiles.net/preview/5760923/page:3/>. Уфимский Государственный Нефтяной Технический Университет, sk. 02.11.2018.
3. Lignin – a natural resource with huge potential. <https://www.biooekonomie-bw.de/en/articles/dossiers/lignin-a-natural-resource-with-huge-potential/>, sk.05.12.2018.