



**„Energētiskās koksnes plūsmas teorētiskā un eksperimentālā
modeļa izstrāde un produktu kvalitātes prasību izvērtējums”**

Lauku atbalsta dienesta līguma numurs: Nr. 070508/ S148

Projekta pasūtītājs: LR ZM Lauku atbalsta dienests
Finansējums: Meža attīstības fonds

Izpildītājs: SIA „Meža un koksnes produktu pētniecības un attīstības
institūts”

Projekta vadītājs: Kārlis Būmanis

Direktors: Andrejs Domkins

Jelgava 2008

SATURS

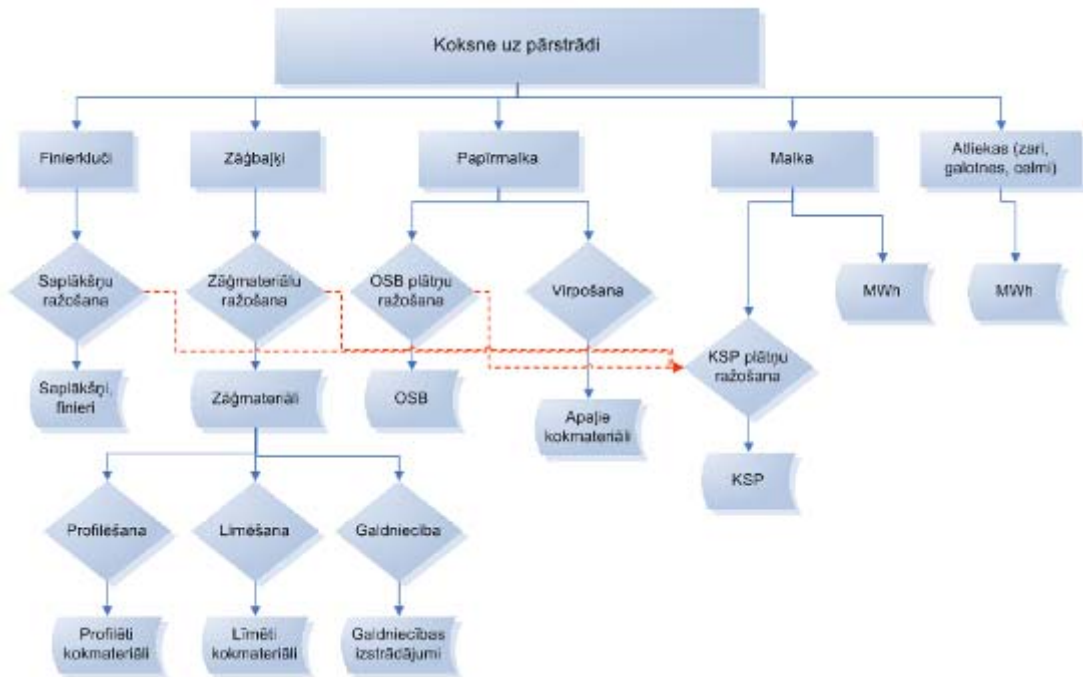
1. ENERĢĒTISKĀS KOKSNES PRODUKTU PLŪSMAS INTERAKTĪVA ANALĪZES MODEĻA IZSTRĀDE	4
1.1. ANALĪTISKAIS RISINĀJUMS UN SIMULĀCIJA	9
1.1. RESURSU PLŪSMAS ANALĪZES DATORPROGRAMMA	16
1.2. DATORPROGRAMMAS LIETOŠANA.....	19
2. ENERĢĒTISKĀS KOKSNES PRODUKTU PLŪSMAS MODEĻA ATBILSTĪBAS PĀRBAUDE AR REĀLIEM DATIEM.....	21
3. LABORATORIJAS TESTI DAŽĀDIEM PRODUKTIEM NOSAKOT TO RAKSTURĪGOS PARAMETRUS DAŽĀDOS APSTĀKĻOS.....	24
3.1. PILOTTESTI.....	24
3.2. MEHĀNISKĀS TESTĒŠANAS UN SILTUMSPĒJAS NOTEIKŠANAS METODES.....	25
3.2.1. <i>Paraugu atlase</i>	25
3.2.2. <i>Paraugu gatavošanas metodes CEN/TS 14780</i>	26
3.2.3. <i>Tilpumbļīvuma noteikšanas metode CEN/TS 15103</i>	27
3.2.4. <i>Frakciju sadalījums CEN/TS 15149-1</i>	30
3.2.5. <i>Mitruma satura noteikšana CEN/TS 14774-2</i>	31
3.2.6. <i>Pelnu satura noteikšana CEN/TS 14775</i>	32
3.2.7. <i>Siltumspējas noteikšanas metode CEN/TS 14918</i>	34
4. ENERĢĒTISKO KOKSNES PRODUKTU IZEJMATERIĀLU UN TEHNOĻIJU PRASĪBU APRAKSTS VADOTIES NO PRODUKTU KVALITĀTES PRASĪBĀM	36
4.1. KLASIFIKĀCIJA.....	36
4.2. PARAMETRI.....	37
4.3. PRODUKTU KVALITĀTE UN ATBILSTĪBAS NOVĒRTĒŠANA.....	42
5. ENERĢĒTISKO KOKSNES PRODUKTU IZVĒRTĒJUMS UN PIEMĒROTĪBA ENERĢIJAS PĀRVĒRŠANAI, PRODUKTU KVALITĀTES UZLABOŠANAS REKOMENDĀCIJU IZSTRĀDE.....	47
6. PIEDALĪŠANĀS STARPTAUTISKĀS AKTIVITĀTĒS TESTĒŠANĀ UN STANDARTIZĀCIJĀ, STARPTAUTISKĀS KONFERENCĒS UN DARBA SEMINĀROS	50
7. NOZARES DALĪBNIKU IEPAZĪSTINĀŠANA AR PROJEKTA REZULTĀTIEM, IZGLĪTOJOŠU MATERIĀLU SAGATAVOŠANA TIRGUS DALĪBNIEMIEM	52
8. PIELIKUMI.....	53

Projektā plānotie uzdevumi

1. Enerģētiskās koksnes produktu plūsmas interaktīva analīzes modeļa izstrāde
2. Enerģētiskās koksnes produktu plūsmas modeļa atbilstības pārbaude ar reāliem datiem, kuri iegūti paralēlā pētījumā
3. Laboratorijas testi dažādiem produktiem nosakot to raksturīgos parametrus dažādos apstākļos
4. Enerģētisko koksnes produktu izejmateriālu un tehnoloģiju prasību apraksts vadoties no produktu kvalitātes prasībām
5. Enerģētisko koksnes produktu izvērtējums un piemērotība enerģijas pārvēršanai, produktu kvalitātes uzlabošanas rekomendāciju izstrāde
6. Piedalīšanās starptautiskās aktivitātēs testēšanā un standartizācijā, starptautiskās konferencēs un darba semināros
7. Nozares dalībnieku iepazīstināšana ar projekta rezultātiem, izglītojošu materiālu sagatavošana tirgus dalībniekiem

1. Enerģētiskās koksnes produktu plūsmas interaktīva analīzes modeļa izstrāde

Projekta ietvaros veikts padziļināts meža nozares pārstrādes sektoru pētījums. Pētījums aptver visus meža nozares sektorus, kuru vieta, atbilstoši iepriekšējam pētījumam, tika apzināta koksnes resursu plūsmas shēmā (skatīt 1.1. attēlu).



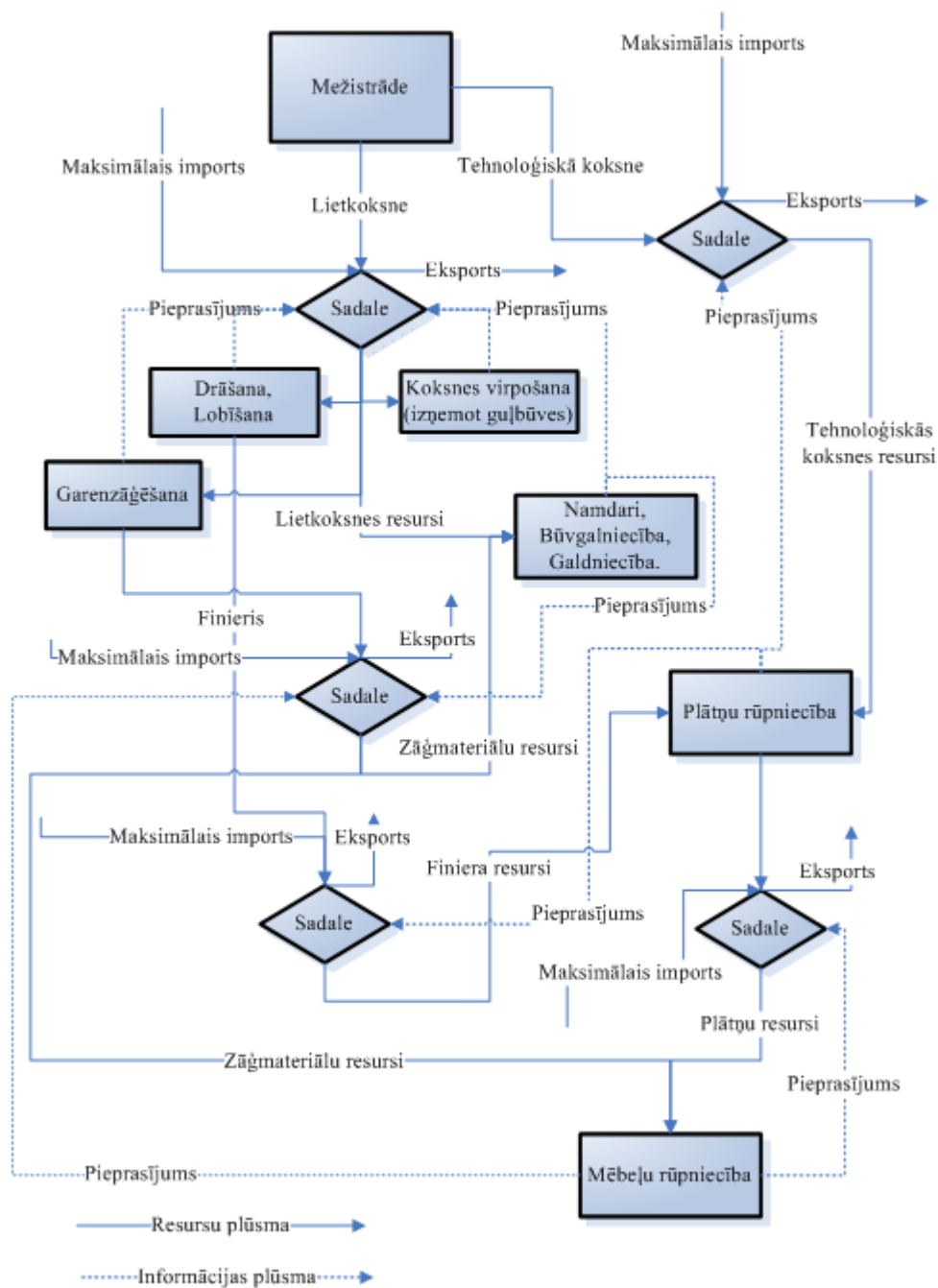
1.1. att. Meža nozares principiālā shēma.

Katrs pārstrādes sektors ir analizēts detalizētāki, aprakstot visu pārstrādes procesu. Tā mērķis bija identificēt visus punktus, pārstrādes procesā, kuros tiek radīti blakusprodukti (skatīt 1. pielikumu).

No aptauju rezultātiem ir iegūta informācija par blakusproduktu apjomiem un to veida kuri rodas pārstrādes procesā. Blakusprodukti pret produktu ir noteikt procentuālā attiecībā.

Izmantojot informāciju par produktu ražošanas procesu, ir izstrādāt interaktīvs analīzes modelis. Šajā modelī ir aptverta visa meža nozares sistēmā ietilpstošā pārstrādes sektori.

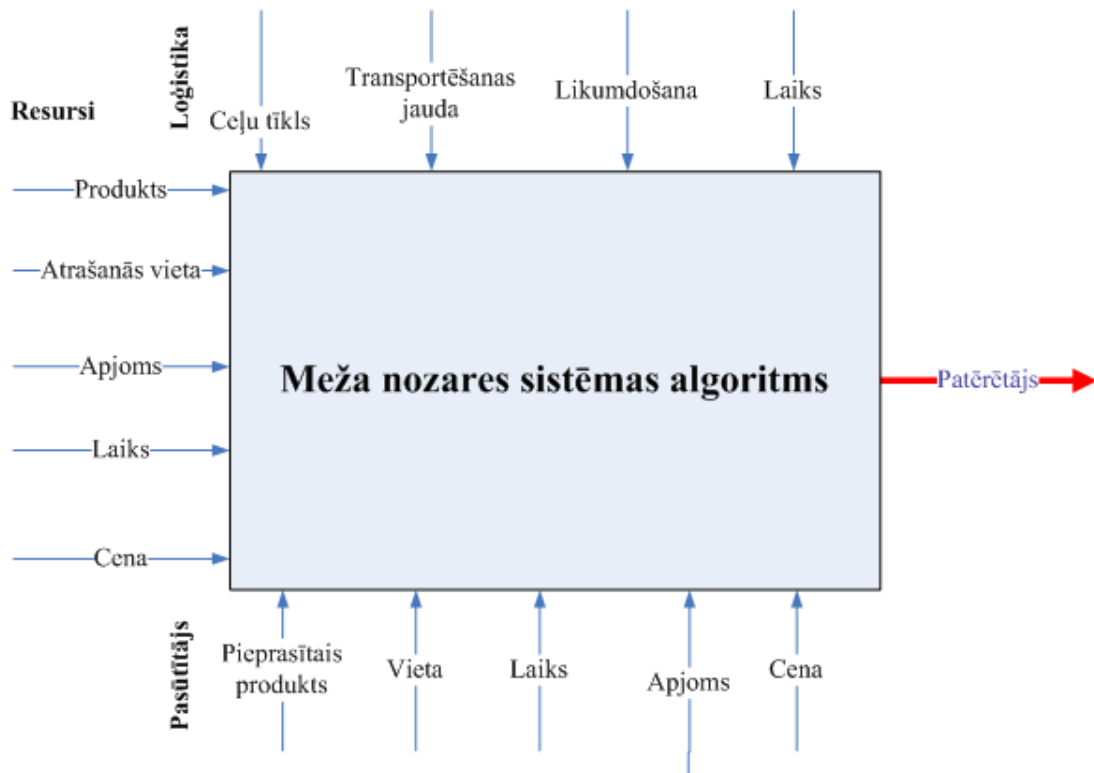
Att. 1.2. parāda meža nozares modeļa struktūru un tajā iesaistītos pārstrādes sektorus. Pārstrādes sektori savā starpā ir saistīti ar divām - resursu un informācijas plūsmas - saitēm. šīm plūsmām ir dažādi virzieni. Resursu plūsma ir orientēta uz leju, bet informācijas plūsma - pretēji, jo tikai pēc tam, kad ir saņemta informācija par nepieciešamajiem resursiem, tiek organizēta resursu plūsma.



1.2. att. Meža nozares eksperimentālā modeļa struktūra.

Aplūkojot katra pārstrādes sektora blokus, kuri attēloti 1.2. attēlā, var papildus izvērst un aplūkot to iekšienē esošu algoritmu struktūru.

Algoritmu struktūras veidošanā tiek pielietota analīzes melnās kastes princips (1.3. att.). Uz meža nozares sistēmu iedarbojas daudzi iekšējie un ārējie faktori. To ietekme ir būtiska un izvērtējot tiek iekļauts sistēmas modelī.



1.3. att. Sistēmas eksperimentālā modeļa darbības ietekmējošie faktori.

Att. 1.3. atspoguļotā struktūra ir veidota, izmantojot IDEF0 (funkcionālās modelēšanas tehnoloģija) standartu. IDEF0 standarts tika izstrādāts 1981. gadā kā rūpniecisko uzņēmumu automatizācijas programmatūras sastāvdaļa, kurš sākotnēji tika saukts par ICAM (*Integrated Computer Aided Manufacturing*).

IDEFO algoritms tiek konstruēts pēc principa, ka blokā ir datu ieeja un izeja, ko regulē vadības un mehānismu parametri. Algoritmu bloks var pastāvēt, ja tajā ir vismaz viena datu ieeja un izeja. Tā darbību regulē vadība, kura lielumus nenosaka sistēma.

Algoritmu bloka vadības parametrus nosaka globāli, un tos neietekmē pētāmā sistēma. Kā vadības parametrus meža nozares sistēma var uzskatīt tos, kuri saistīti ar loģistikas un likuma normām. Tie ir sektori, kuri nav saistīti ar meža nozares pārstrādes procesiem, bet piedalās pašas sistēmas darbībā.

Mehānismi, kuri piedalās algoritmu bloka darbībā, tiek veidoti tieši no meža nozarē esošiem pārstrādes sektoriem. Mehānismu parametrus nosaka un regulē pati meža nozares sistēma.

Izmantojot algoritmu blokus, tiek veidots meža nozares sistēmas eksperimentālais modelis. Modelī pastāv vairāki, savā starpā saistīti algoritmu bloki.

Eksperimentālais modelis tiek veidots, lai ietvertu un aprēķinātu:

- koksnes resursu plūsmu - modelī izsekojami tiek attēlota pilna resursu plūsmas shēma. Resursu plūsma sākas ar piedāvātajiem resursiem un plūst uz sektoriem, kuri tos pārstrādā. Modelī vienīgais izņēmums ir meža sektors, kur nav ieejošie resursi, bet tiek piedāvāts izejošais produkts. Visiem pārējiem sektoriem ir gan ieejas, gan izejas dati. Katra sektora/pārstrādes izejošais produkts priekš nākamā sektora/pārstrādes tiek attiecināts kā resurss, kuru pārstrādājot rada produktu;
- nozares struktūru - modelī uzskatāmi attēlo sektoru sastāvdaļas un to strukturālās saites;

- atsevišķo produktu grupu izmaksu struktūru - pie modeļa darbības ir iespēja jebkurā tās darbības posmā aplūkot katru sektoru atsevišķi. Katram sektoram ir ieejas un izejas dati, bet tā struktūra un darbības princips ir atšķirīgs;
- koksnei pievienotās vērtības veidošanās struktūru - modelis attēlo pilnu shēmu, kā veidojas un kādā apjomā tiek pievienota vērtība ražotajiem produktiem;
- saistīto pakalpojumu nozaru ietekmes faktorus - modelis parāda sektoru atkarību no citām nozarēm, piemēram, būvniecības un importa/eksporta ierobežojumiem.

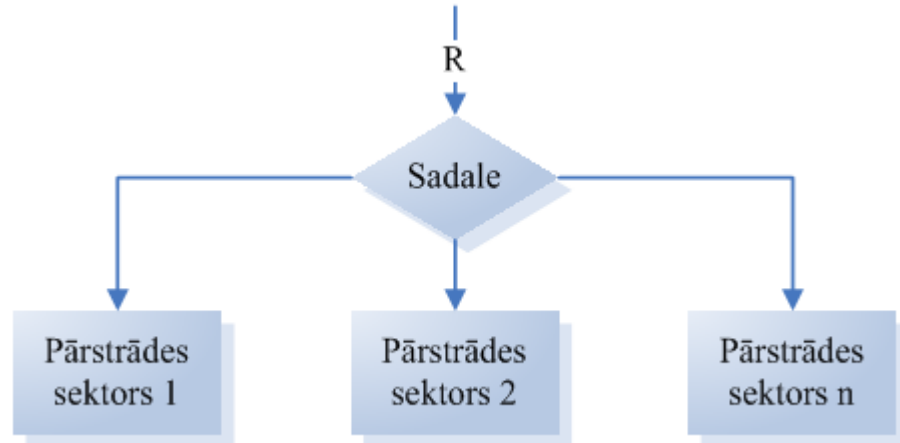
Katrs pārstrādes sektors tiek veidots ar savu struktūru un tam raksturīgo informāciju, kas attēlo produktu un blakusproduktu sadalījumu attiecībā pret resursiem.

Modeļa darbība un aprēķini tiek apskatīti no resursu plūsmas viedokļa. Kā galvenais, tiek apskatīti resursu plūsma un konkurence uz tiem.

Resursu apjomu, kurš tiek iepludināts modelī, tiek ņemts no meža nozares ekspertu informācijas par resursiem. Sākot ar meža sektoru, resursi tiek virzīti uz sektoriem, kuriem šis produkts ir nepieciešams pārstrādei, piemēram, uz sektoriem, kuriem lietkoksne ir nepieciešamais resurss.

Resursu apjoms, kuru saņems pārstrādes sektors, aprēķina, nosakot katrai pārstrādei, kura kandidē uz konkrēto resursu, sadales koeficientu.

Att. 1.4. attēlots sadales princips, kur resursi R tiek sadalīti starp vairākiem pārstrādes sektoriem. Reālais resursu apjoms, kuru saņems pārstrāde sektors tiek noteikts tikai pēc sadales starp konkurējošiem sektoriem.



1.4.att. Resursu sadale pa pārstrādes sektoriem.

Katram pārstrādes sektoram, attiecībā pret nepieciešamo resursu apjomu R_n , nosaka procentuālu attiecību pret kopējo sektoru pieprasīto summu. Šo attiecību izmanto, lai sadalītu pieejamos resursu, uz kuriem kandidē vairāki pārstrādes sektori.

Resursu sadali pa pārstrādes sektoriem izsaka sekojoša sakarība:

$$P_R = R \cdot P_K, \quad (1.1.)$$

kur P_R - resursu apjoms, kuru saņems pārstrādes sektors,

R - kopējais resurss konkurējošiem sektoriem,

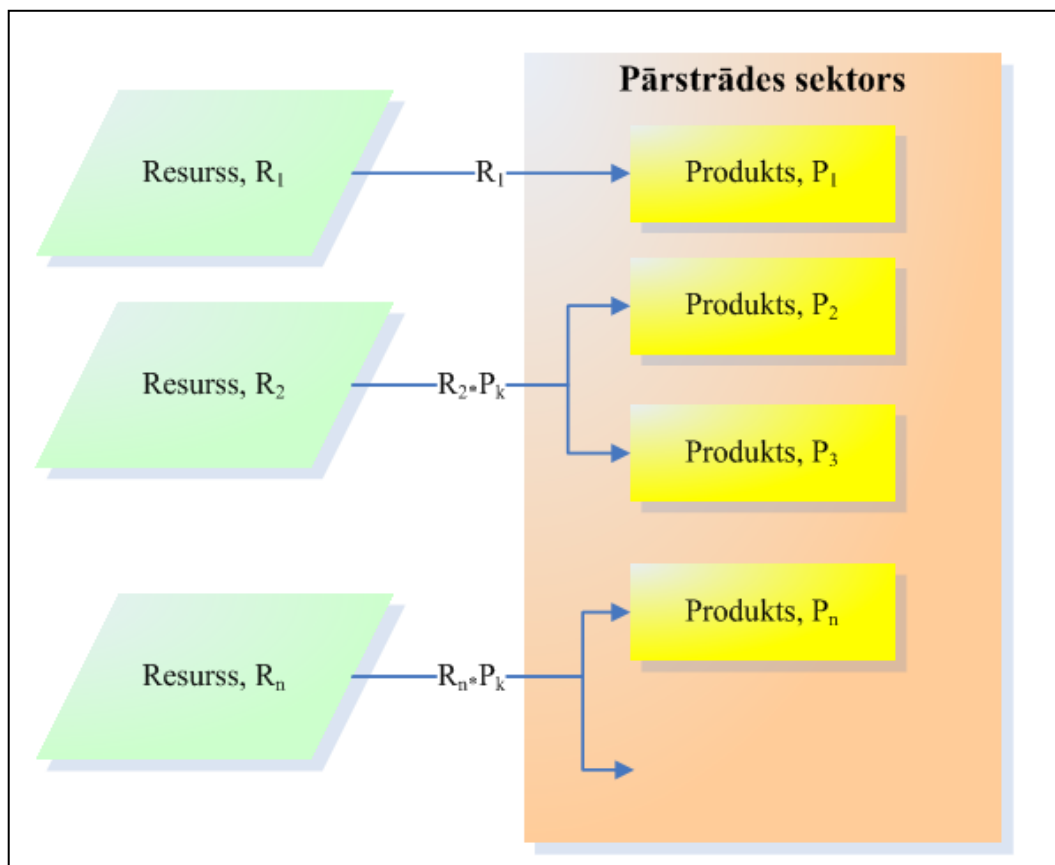
P_K - resursu sadales koeficients, konkrētam pārstrādes sektoram.

Sektoriem, kuri kandidē uz konkrētu resursu:

$$\sum P_k = 1, \quad (2.)$$

Resursu sadale, tālākajā posmā, tiek realizēta pašā pārstrādes sektorā. Šī sadale ir nepieciešama, ja pārstrādes sektorā ielūst vairāki resursi, kuri jāsadala starp vairāku produktu ražošanu.

Att.1.5. attēlots princips, pēc kura modelī tiek veikta resursu sadale pārstrādes sektorā. Starp pārstrādes sektoriem šis sadalījums var atšķirties. Šī sadalījuma veids ir atkarīgs no resursu veidiem, kuri ielūst pārstrādē un produktu dažādības.



1.5. att. Vairāku resursu sadale starp pārstrādes sektorā ražojamiem produktiem.

Katrā pārstrādes sektorā tiek ražots produkts ar pievienoto vērtību. Sektoram pārstrādājot resursus, veidojas blakusprodukti, kuri tālākajā plūsmā vairs netiek attēloti. Blakusproduktu apjomu katram sektoram nosaka atšķirīgi (atkarībā no pārstrādes tehnoloģijas). Blakusproduktu koeficientu ir iegūts no meža nozares pārstrādes sektoru aptaujas rezultātiem. Saražotā produkta daudzumu pārstrādes sektorā nosaka sakarība:

$$P = P_R \cdot B_K, \quad (1.3.)$$

kur P - sektorā saražotais produkta apjoms;
 B_K - blakusprodukta koeficients, $B_K \leq 1$

1.1. Analītiskais risinājums un simulācija.

Izveidotais matemātiskais modelis ir jāpārbauda, lai redzētu, kā tas darbojas, un atbildētu uz sistēmas uzdotajiem jautājumiem.

Ja modelis ir pietiekami vienkāršs, iespējams darboties ar tā attiecībām un lielumiem, lai iegūtu precīzu tā darbību attiecībā pret sistēmu. Šī metode ir balstīta uz analītisko risinājumu. Tomēr daudzas sistēmas ir diezgan kompleksas, un pastāv visai sarežģīta iespēja pielietot analītisko risinājuma metodi, lai iegūtu sistēmas atbilstību.

Šādos gadījumos modeli ir nepieciešams analizēt simulācijas ceļā - skaitliski pārbaudīt modeļa ieejas un aplūkot, kā tas ietekmē tā izejas lielumus.

Ir pieejamas vairākas simulācijas datorprogramma, kuru mērķis ir vienots, bet tās atšķiras ar modeļa izstrādes pieeju.

Vēsturiski simulācijas paketes ir iedalītas divās grupās - simulācijas valodas un aplikāciju orientētā simulācijā. Izmantojot simulācijas valodu, modelis tiek veidots, rakstot tā programmas kodu. Aplikāciju orientētā simulācija sniedz iespēju izmantot grafisko metodi konstruējot modeli.

Koksnes resursu plūsmas modeļa sistēmas analīzei tiek izmantota aplikāciju orientēta simulācijas metode. Simulācijas modeļa loģiskā struktūra tiek veidota *EXTEND v6* vidē, savukārt rezultātus ievada/izvada *Excel* darba lapā.

Simulācijas datorprogramma *EXTEND* ir objektu orientēta sistēma, kura sastāv no funkciju blokiem. Bloki ir veidoti pēc atvērtā koda principa - bloka algoritms ir pieejams un brīvi maināms, kas ļauj šos blokus izmainīt, kā arī papildināt pēc nepieciešamības. Šī iespēja sniedz pilnvērtīgāku modelēšanas rīka izmantošanu izveidojot blokus ar iestrādātiem algoritmiem un veidot blokus ar paša izstrādātiem algoritmiem.

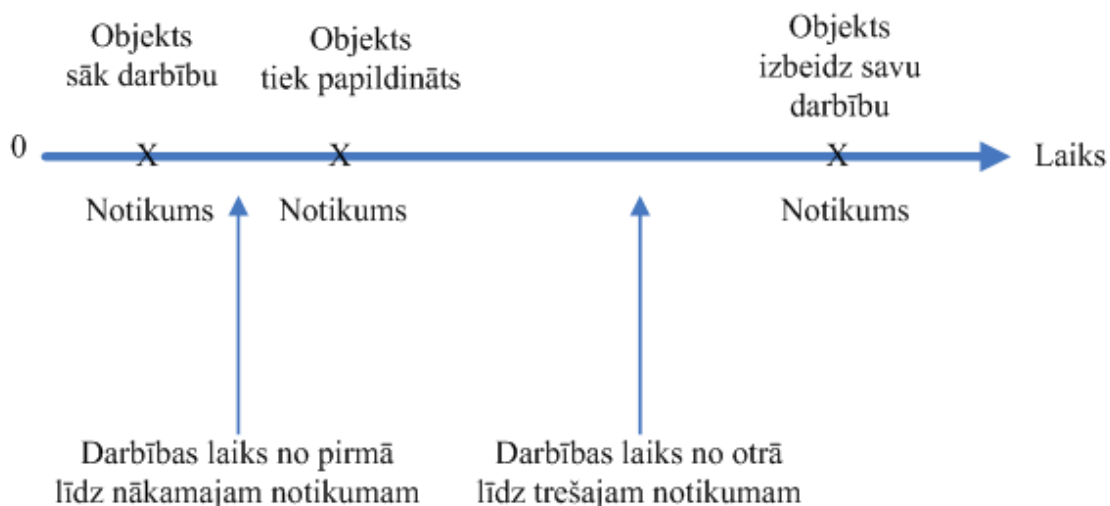
Datorprogrammas *Extend* simulācijas sistēma un to procesi ir veidoti no savstarpēji mijiedarbīgiem elementu, resursu un aktivitāšu kopumiem. Sistēma ietver vienu vai vairākus elementus, kas ir aktivitāšu rinda, kas darbojas uz ieejas bāzētiem rezultātiem.

Bloku veidošanai tiek izmantota *ModL* programmēšanas valoda. *ModL* programmēšanas valodas sintakse, kura pēc uzbūves un funkcionalitātes līdzīgas *C++* programmēšanas valodai.

Balstoties uz *EXTEND* izstrādāto metodiku, tiek veidots *Discrete Event* modelis. *Discrete Event* modelī katrai vienībai (value) var pievienot papildus atribūtus (items). Izmantojot atribūtu datus, tiek veidota plūsma.

Att. 1.7. parādīta *Discrete Event* metode, kur dažādos laikos tiek veiktas darbības (notikumi). Šī metode parāda, ka jebkurā laikā iespējams mainīt, pievienot, vai papildināt plūsmas informāciju.

Izmantojot *Discrete Event* metodi koksnes resursu plūsmas simulācijas modelī, tas sniedz iespēju plūsmu vadīt, neierobežojot tās ātrumu, kā arī atļaujot atgriezenisku plūsmas virzienu. Šī iespēja ļauj apvienot resursu un informācijas plūsmas vienotā simulācijas modelī.

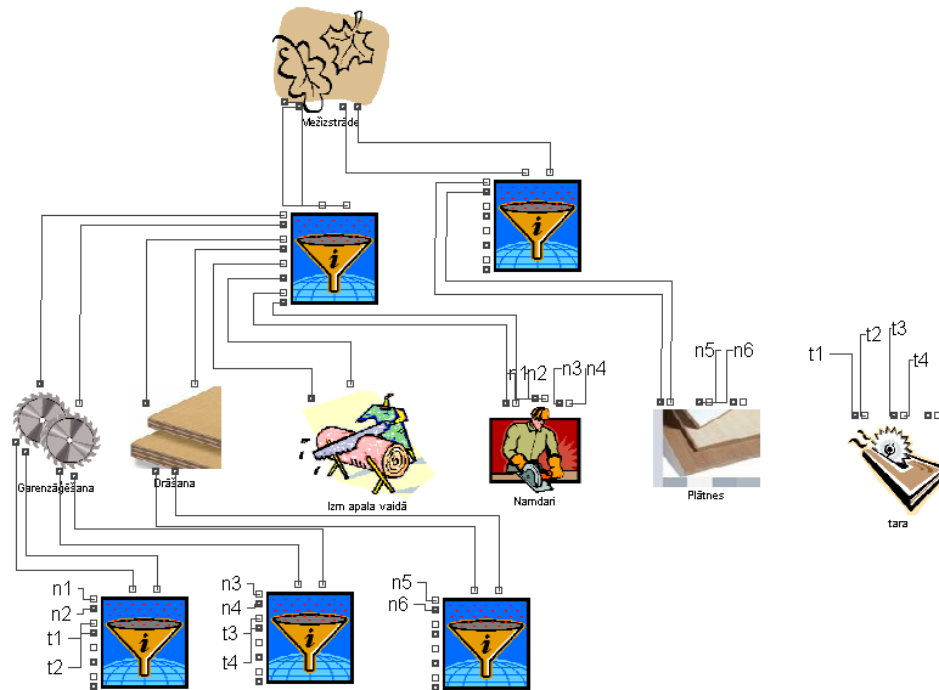


1.7. att. Diskret event laika līnija.

Izstrādātā koksnes resursu plūsmas sistēma sevī ietver programmu kopumu, kura realizē datu apstrādi un to pārbaudi, izmantojot sistēmas simulāciju. Papildus ir izveidota sistēma, kurā iekļauta *Microsoft Excel* programma datu ievadei un rezultātu atspoguļošanai un modelēšanas/simulācijas datorprogramma *EXTEND* datu apstrādei. Galvenais process, kurā notiek datu analīze un plūsmas simulācija, tiek veidots izmantojot *EXTEND Industry*.

Simulācijas modeli veido no datorprogrammā iekļautajiem standarta funkciju blokiem. Discrete Event modelī katrai vienībai (*value*) var pievienot papildus atribūtus (*items*). Izmantojot atribūtu (*items*) datus, tiek veidota plūsma. Discrete Even modelēšana tiek izvēlēta pamatojoties, ka datu pievienošana un to lielums nav ciklisks. Šī pozitīvā iezīme ļauj jebkurā laikā modelī ievadīt jebkāda lieluma vērtības. Modeļa darbības laikā vienībai tiek pievienoti papildus atribūti, kuri izmantoti datu analīzei un plūsmas pārraudzībai. Jebkurā no modeļa darbības posmiem var iegūt informāciju par vienību, kura plūst cauri blokiem.

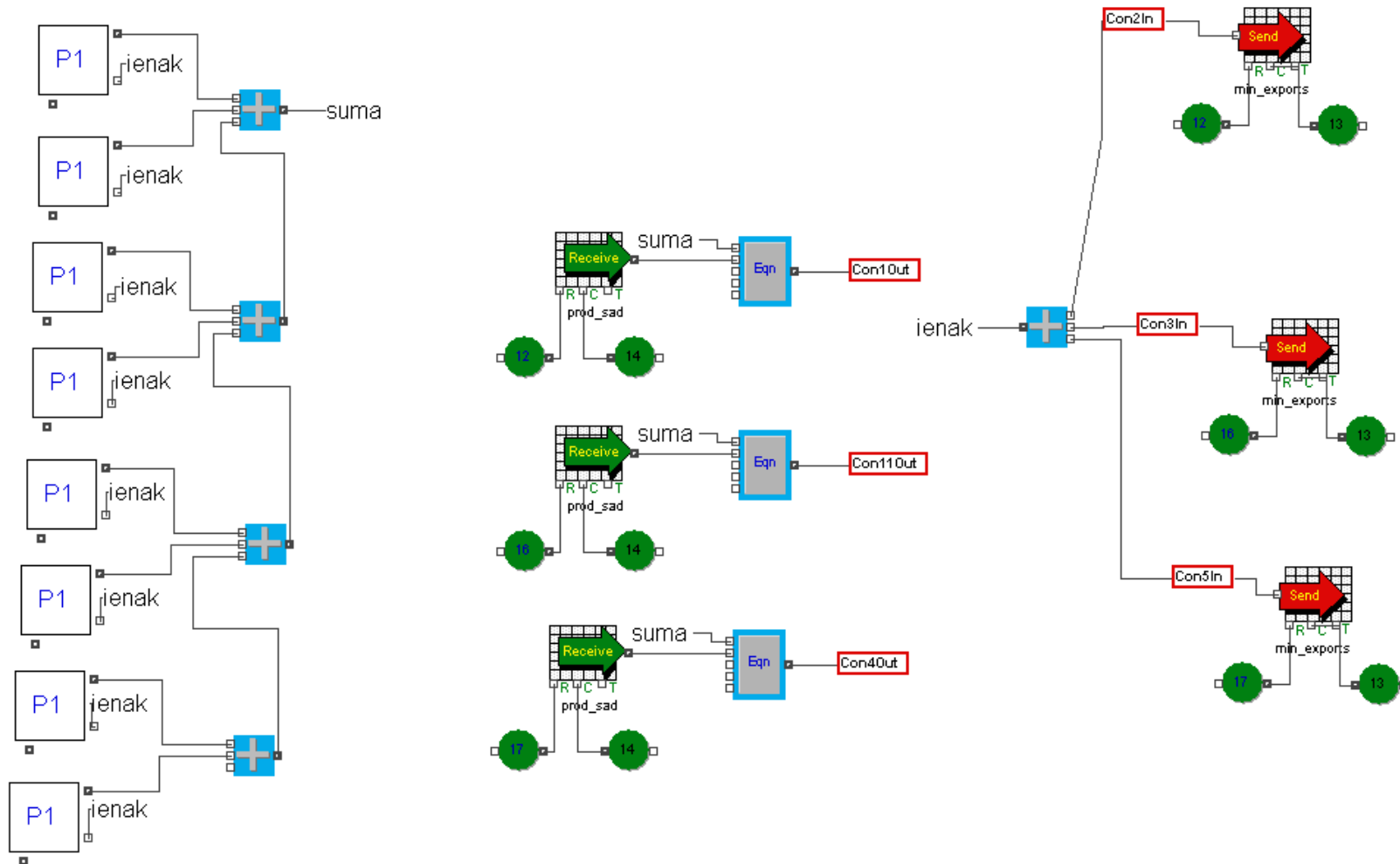
Att. 1.8. attēlota koksnes resursu plūsmas simulācijas modeļa konstrukcija un tajā iekļautie pārstrādes sektori. Katram pārstrādes sektoram iestrādātas informācijas un resursu plūsmas ieejas un izejas.



1.8. att. Koksnes resursu plūsmas simulācijas modelis.

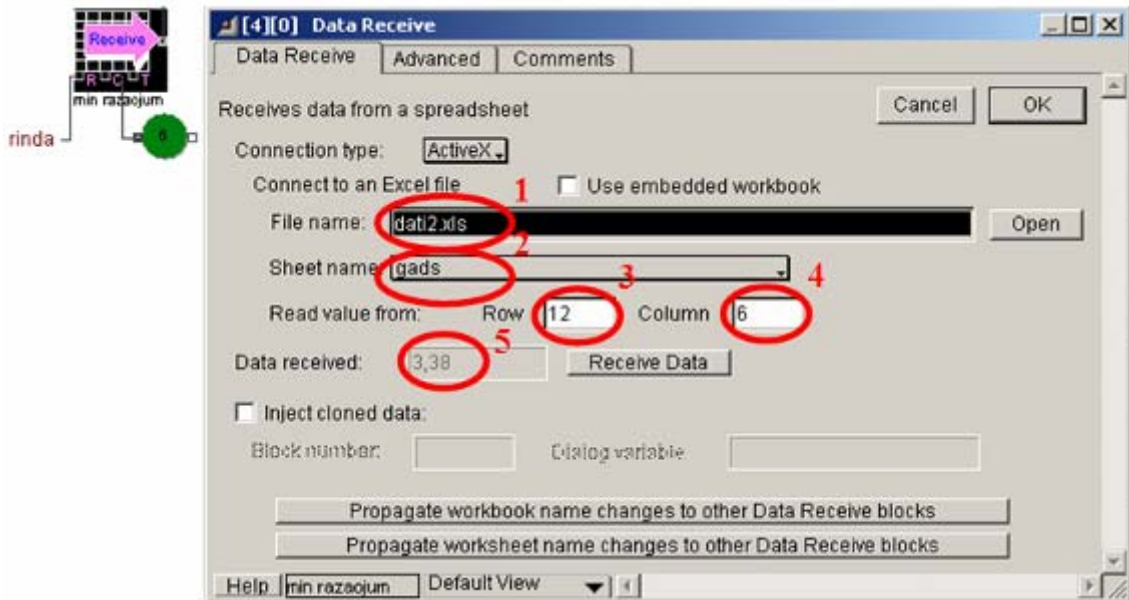
Modeļa darbības galvenais parametrs ir koksnes resursi. Modeļa sākotnējā fāzē tiek ievadīts resursu daudzums kubikmetros, un tam pievienoti atribūti, kuri plūsmā identificē datus.

Att. 1.8. parādīts simulācijas modelī eksistējošo pārstrādes sektoru viens piemērs. Katrs pārstrādes sektors, kurš iekļauts simulācijas modelī, ir izveidota pēc dotā piemēra konstrukcijas. Vienīgā atšķirība ir sektorā ražojamo produktu un resursu ieplūdes skaits. Dotais piemērs attēlo namdaru, būvgaldnieku un galdniecību sektoru. Pārstrādes sektors ražo astoņus produktus un izmanto trīs resursu avotus. Šis bloks attēlo resursu apstrādes un produktu ražošanas procesus.



1.8. att. Simulācijas modeļa bloka piemērs, kurš attēlo pārstrādes sektoru (autora attēls).

Primārajā simulācijas modeļa darbībā dati tiek ielādēti un novirzīti uz plūsmu. Datu ielādes bloks, izmanto datorprogrammu *Microsoft Excel*. Tās datnes avots un izmantojamā darba lapa tiek norādīta ielādes bloka parametros. Papildus ir jānorāda precīza šūnas adrese. Šūnas adresi ir iespēja dinamiski mainīt (skatīt 1.9. attēlu).

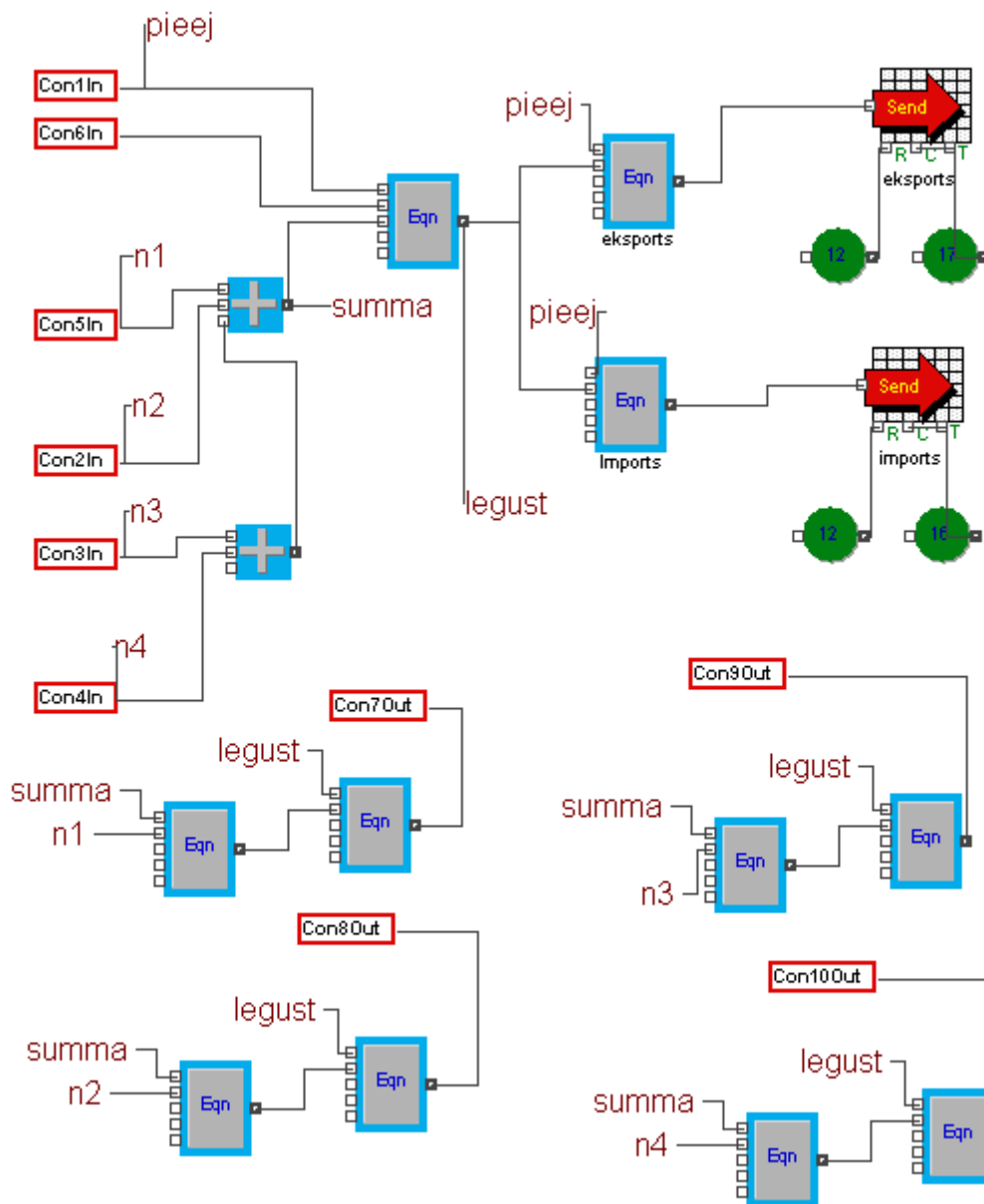


1.9. att. Datu ielādes bloks simulācijas modelī:

1 - datnes nosaukums; 2 - darba lapas nosaukums; 3 - rindas kārtas numurs; 4 - kolonnas kārtas numurs; 5 - iegūtais rezultāts.

Tiklīdz dati ir iekļauti modelī, primārais katram pārstrādes sektoram ir noteikt to resursu daudzumu, kuru tie saņems. Uz sadales bloku katrs pārstrādes sektors, kurš kandidē pēc konkrētā resursu, nosūta informāciju par nepieciešamo resursu apjomu, kuru tas vēlas saņemt. Pēc šīs informācijas saņemšanas tiek veikts sadales aprēķins un noteikts importa un eksporta apjoms.

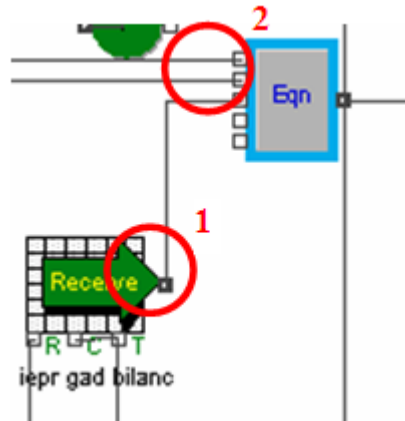
Att. 1.10. attēlots simulācijas modeļa bloks, kurā tiek apstrādāta resursu sadale. Šis bloks, saņemot informāciju par nepieciešamajiem un pieejamiem resursiem, to sadala starp pārstrādes sektoriem, kuri pieprasa šo resursu. Šis sadales bloks apstrādā vairākus informācijas avotus. Pirmkārt, tiek iegūta informācija par resursu apjomu, kuru pieprasa pārstrādes sektori. Tālāk tiek iegūta informācija par resursiem, kurus ir saražojis pārstrādes sektors un maksimālais importa apjoms.



1.10. att. Simulācijas modeļa bloka piemērs, kurš attēlo resursu sadali.

Pēc visu nepieciešamo datu ielādes simulācijas modeļa sistēmā, notiek to virzīšana uz aprēķinu sektoriem. Datu virzīšana notiek, loģiski savienojot bloku konektorus, kur pirmā bloka izeja tiek savienota ar nākošā bloka ieeju. Katram blokam var pastāvēt vairāki ieejas un izejas konektori.

Att. 1.11. parādīts divu bloku (datu ielādes un aprēķinu bloku) savstarpējais savienojums. Datu ielādes bloks, saņemot informāciju no *Microsoft Excel* datu lapas, to virza tālāk caur savu izejas konektoru uz aprēķinu bloku. Aprēķinu blokam dati ieplūst caur ieejas konektoru.



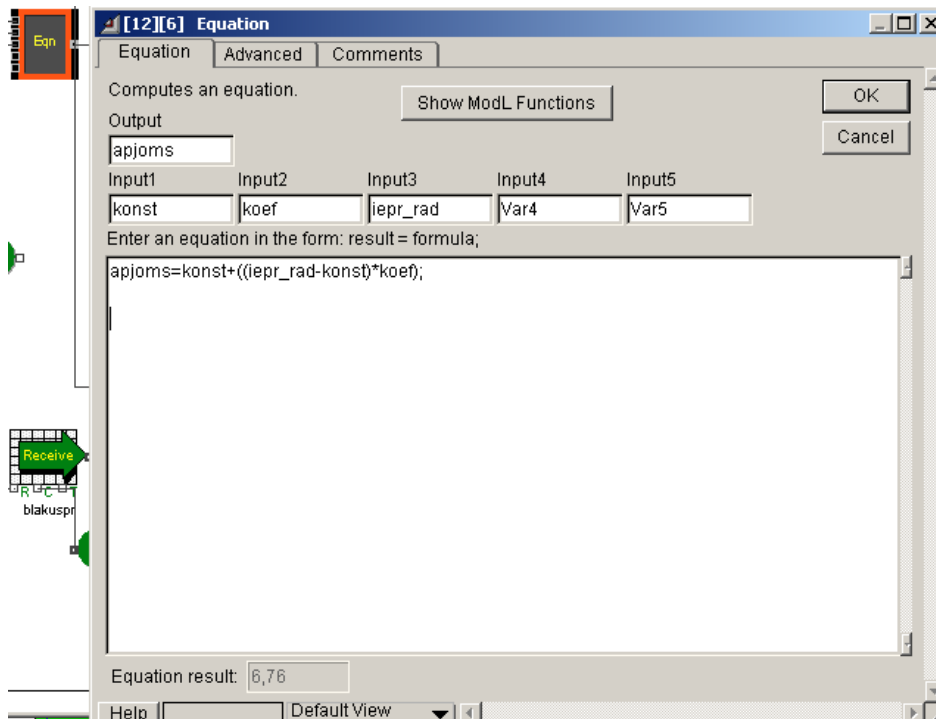
1.11. att. Simulācijas modelī esošu bloku savienojums.

1 - datu izejas konektors, 2 - datu ieejas konektors

Extend simulācijas modeļu izstrādes programmatūrā ir iestrādāti vairāki ierobežojumi, kas neļauj izstrādāt modeļus ar neloģiskām sakarībām, piemēram, savienot divu bloku izejas konektorus kopā ar saiti.

Tiklīdz apstrādes informācija ir ielādēta modelī, notiek to virzīšana uz turpmākajiem plūsmā esošiem blokiem. Plūsma tiek organizēta no vairākiem funkciju blokiem. Viens no galvenajiem ir aprēķinu bloks.

Att. 1.12. parādīts aprēķinu bloka piemērs, kurš tiek izmantots simulācijas modelī. Bloks nodrošina piecas dinamiskas datu ieejas. Aprēķinu formulas, aprēķinu laukā ir iespēja ievadīt pēc *Extend ModL* izstrādātās metodikas.



1.12.att. Simulācijas modeļa datu aprēķinu bloka piemērs.

Datu aprēķinu bloku izmanto, lai pēc ienākušās informācijas un uzdotajām aprēķinu funkcijām virzītu aprēķinu rezultātus tālākajā plūsmā.

Katram simulācijas modelī iekļautajam pārstrādes sektoram tiek izmantoti vieni un tie paši bloki, tie atšķiras vienīgi ar datu ievades/izvades parametriem un aprēķinu funkcijām.

Dati caur blokiem plūst kā atsevišķa vienība, kura ir līdzvērtīga $1m^3$. Šī iezīme ļauj kontrolēt katru vienību atsevišķi un precīzāk virzīt plūsmu. Simulācijas modelī ir iekļauta iespēja vairākas vienības apvienot lielāka paketē. Tas ļauj optimālāk organizēt plūsmu.

Simulācijas modeļa rezultāti tiek izvadīti *Microsoft Excel* darba lapā. Šī metode ļauj pārskatāmi atspoguļot iegūtos rezultātus.

Simulācijas modelis atspoguļo rezultātus par vienu modelī iestrādātu scenāriju. Izmainot modeļa struktūru vai plūsmas informāciju, veidojas jauns scenārijs. Šī iespēja, izmantojot modeļa bāzes struktūru, ļauj veidot atšķirīgus plūsmas scenārijus. Veidojot plūsmas scenārijus, liela uzmanība ir jāpievērš pie modeļa statistiskās informācijas precizitātes un loģiskuma pareizības. Simulācijas modelis ir veidots ar iespēju iejaukties tā konstrukcijā, to izmainot vai papildinot, lai varētu analizēt papildus scenārijus.

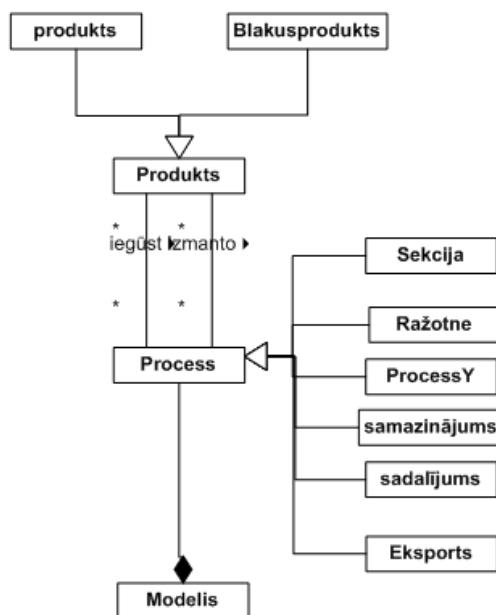
1.1. Resursu plūsmas analīzes datorprogramma

Paralēli izstrādātajam simulācijas modelim, ir izveidota datorprogramma, ar kuras palīdzību, lietotājs bez zināšanām kādā no modelēšanas programmām, var analizēt resursu plūsmas scenārijus.

Visa informācija par izveidotiem scenārijiem tiek glabāta datubāzē un nodrošināts, ka no jebkuras vietas izmantojot Interneta iespējas var piekļūt pie šīs informācijas.

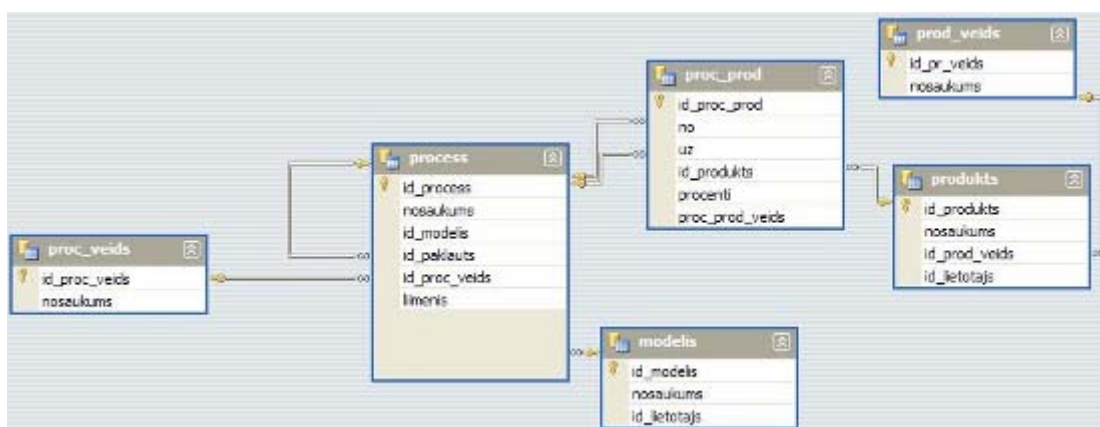
Programmas struktūra ir veidota, lai būtu iespēja analizēt resursu plūsmas scenārijus. Liels uzsvars tiek likts uz blakusproduktiem, kuri rodas pārstrādes procesos.

Datu plūsmas struktūra ir attēlota 1.13. attēlā. Datu plūsmas ir veidota, ka pamatvienība ir produkts. No produktiem ir atdalīti blakusprodukti. Modelis sastāv no procesiem, kas attiecīgi sastāv no sekcijām, ražotnēm un procesiem Y.



1.13. att. Datu plūsmas struktūra.

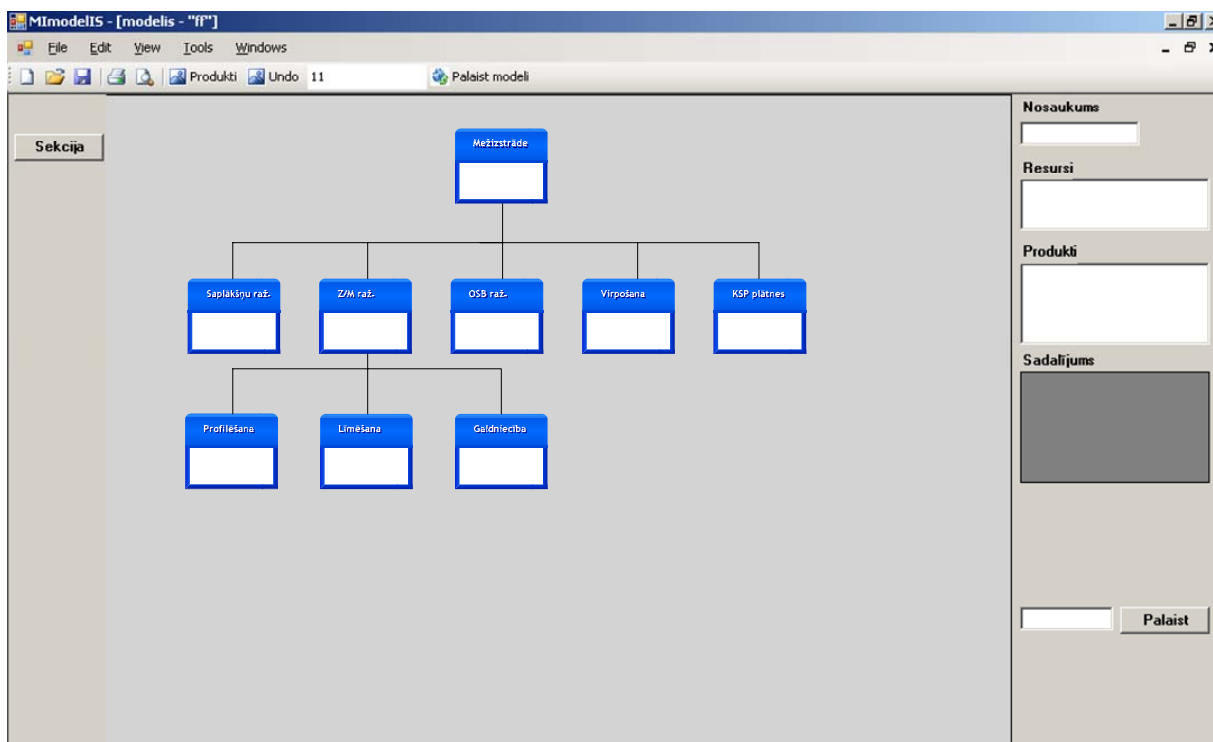
Datorprogramma ir veidota, ka visa informācija par izveidoto modeli tiek glabāta datubāzē. Datubāzes tabulu struktūra un lauku nosaukumi ir attēloti 1.14. attēlā.



1.14. att. Datubāzes struktūra.

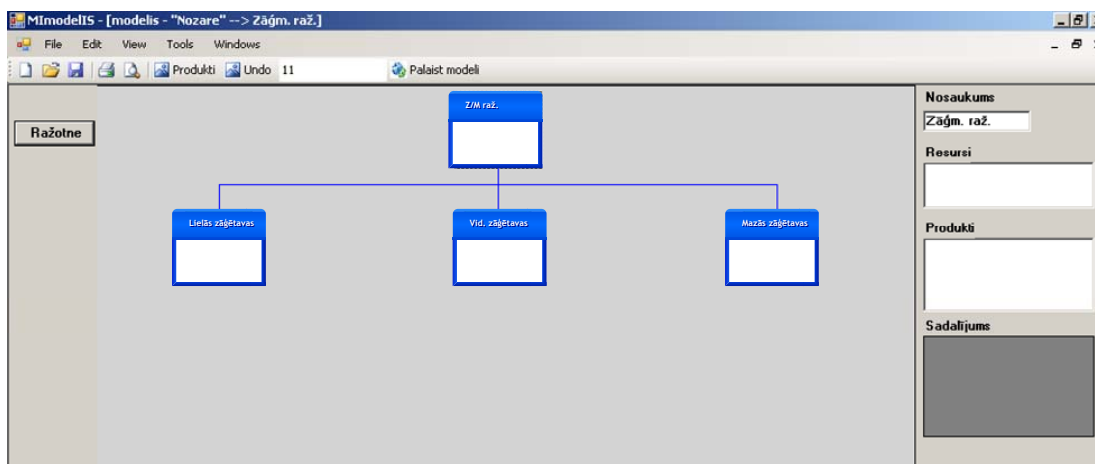
Datorprogramma ir veidota ar iespēju modeļus veidot trijos līmeņos. Tas ļauj vizuāli nepārpildīt modeļa konstruēšanas darba vidi.

Pirmajā līmeni tiek attēloti galvenie sektori un to hierarhijas sasaiste (skatīt 1.15. att.). Šajā līmeni tiek veidoti sektori un norādīti, kādus resursu tie izmantos un kādus produktus ražos. Gadījumā, kad vienu resursu izmantot vairāki pārstrādes sektori, norāda to procentuālo sadalījumu starp tiem. Resursu sasaiste starp sektoriem arī norāda tā hierarhisko sadalījumu. Viens sektors var izmantot vairākus resursu un ražot dažādus produktus.



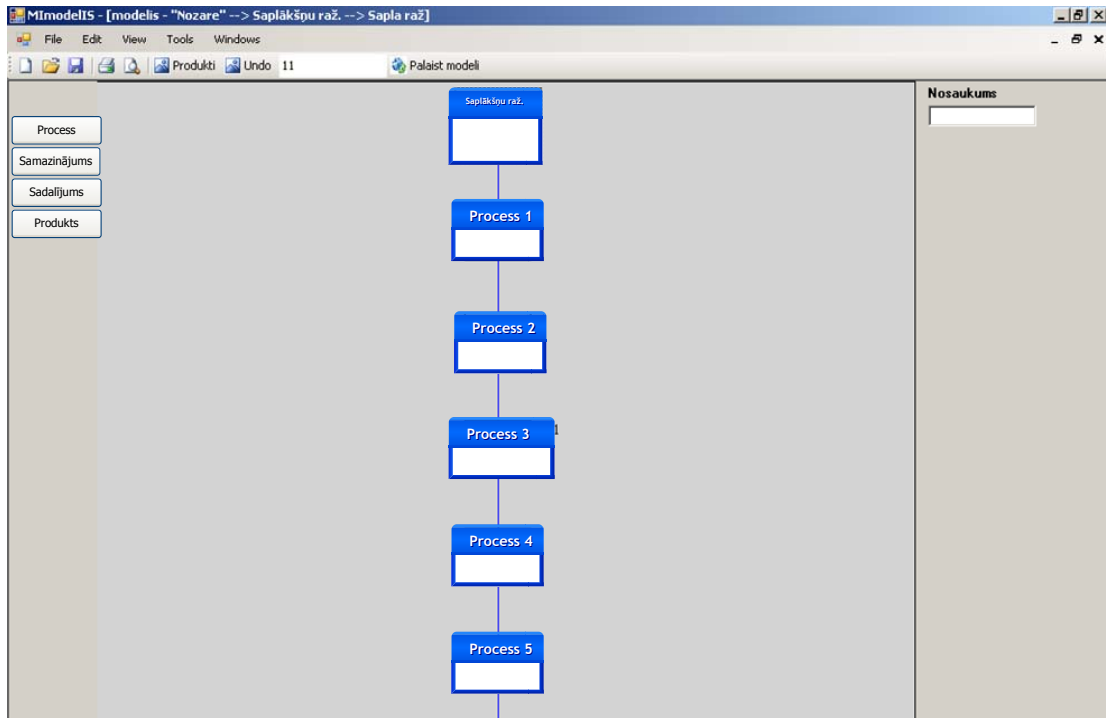
1.15. att. Modeļa 1. līmeņa konstruēšanas logs.

Tiklīdz ir izveidots sektors un norādīti tā resursi un ražojamie produkti, var konstruēt pārstrādes procesus. Attēlā 1.16. ir parādīts modeļa otrā līmeņa konstruēšana logs. Šajā gadījumā ir veidots zāģbaļķu pārstrādes process, kurš sadalīts starp trīs, dažādu jaudu, zāģētavām. Katra no ražotnēm var saņemt vairākus resursus un ražot dažādus produktus. Šis līmenis apstrādā to resursu un produktu informāciju, kura ir definēta pirmajā līmenī.



1.16. att. Modeļa 2. līmeņa konstruēšanas logs.

Beidzamais, trešais līmenis ir kurā tiek veidots pats pārstrādes process (skatīt 1.17. att.). Ražošanas process var sastāvēt no vairākiem pārstrādes punktiem. Ir izveidotas trīs dažādas funkcijas: Pārstrādes process - tiek definēti blakusprodukti un to procentuālais apjoms no attiecībā pret resursu; Sadalījums - pārstrādes procesu plūsma tiek sadalīta divās plūsmās; Samazinājums - tiek samazināts, pēc procentuālas attiecības, resursa apjoms; Pēdējais - ar šo bloku noslēdzas pārstrādes process un norādīts produkts, kurš šajā procesā tiek saražots.



1.17. att. Modeļa 3. līmeņa konstruēšanas logs.

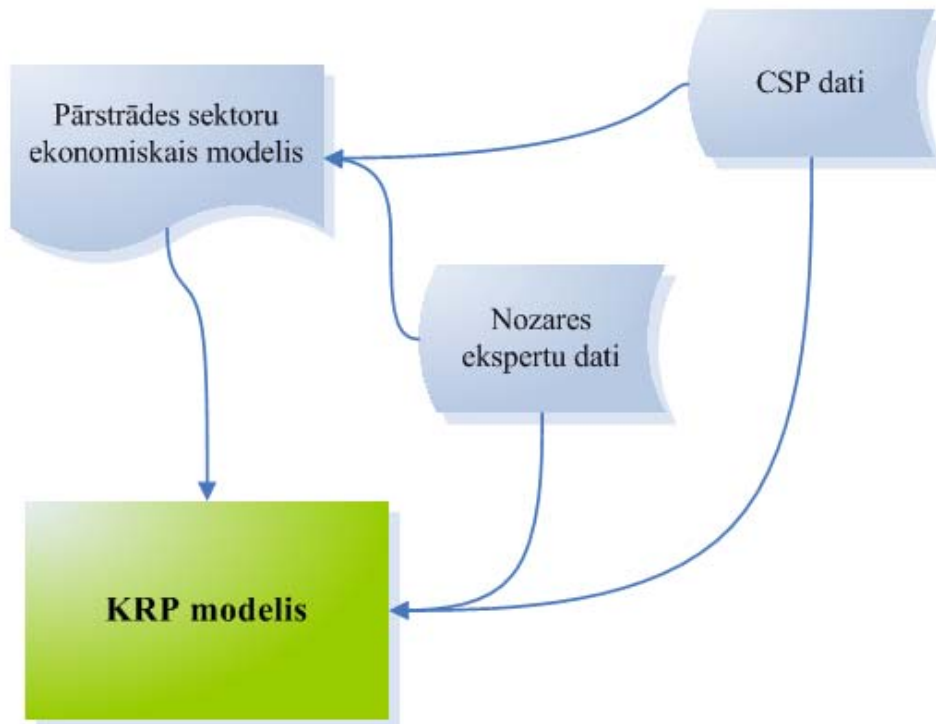
Tā kā visa informācija par modeli un aprēķinu rezultātiem tiek glabāti datubāzē, ir iespēja iegūt interesējošos datus no viss dažādākiem skatījumiem.

Galvenā informācija, kuru sniedz aprēķinu modelis, ir kopsavilkums par visiem produktiem un blakusproduktiem. Visas iegūtās informācijas apkopojums tiek iepildīts tabulas matricā.

Izmantojot filtrācijas iespējas, var analizēt jau konkrētu sektoru, produktu un blakusproduktu informāciju. Datus var attēlot gan tabulas, gan grafiskā formātā.

1.2. Datorprogrammas lietošana

Koksnes resursu plūsmas interaktīvā pieprasījuma un patēriņa modeļa (KRP) darbība ir saistīta ar vairākiem datu avotiem un pārstrādes sektoru ekonomisko modeli (1.18. att.).



1.18. att. Modeļa darbībai nepieciešamo datu avoti.

Koksnes resursu plūsmas modelis ir veidots, lai spētu darboties ar statistiskiem datiem. Tomēr modeļa pilnvērtīgai darbībai ir nepieciešami dati, kurus dinamiski sniedz pārstrādes sektoru ekonomiskais modelis un dati no CSP vai nozares ekspertiem.

KRP un pārstrādes sektoru ekonomiskais modelis izmanto CSP un nozares ekspertu datus. Šie dati ir nepieciešami, lai definētu KRP modeļa aprēķinu bāzes punktu, no kura tiek aprēķināti nākošie analizējamie sektori.

Lai lietotājs varētu pilnvērtīgi lietot izstrādāto datorprogrammu, tā datoram ir jābūt konfigurētam pēc sekojošiem minimālajiem parametriem: uz datora instalēts Microsoft .NET Framework 3.0; dators konfigurēt ar Internet pieslēgumu.

Lietotājam uz datora ir jāuzkopē programmas palaidējdatnes. Programmas datnes var nokopēt no mājas lapas (www.e-koks.lv).

Modeļa galvenie lietošanas soļi ir sekojoši:

1. Modeļa veidošanas process sākas ar jauna projekta veidošanu;
2. Izveido galvenos sektorus, nosakot resursus un produktus;
3. Katram sektoram izveido ražotnes kuri izmantojot iepriekšējā solī definētos resursus ražos produktus;
4. Katrai ražotnei definē pārstrādes procesu un norāda blakusproduktu procentuālo attiecību attiecība pret resursiem.

2. Enerģētiskās koksnes produktu plūsmas modeļa atbilstības pārbaude ar reāliem datiem

Projektā aptaujāti vairāki uzņēmumi no dažādiem sektoriem un iegūti dati par procesiem un blakusproduktu procentuāliem lielumiem attiecībā pret apstrādājamo resursu. Iegūtie rezultāti ir apkopoti tabulās no 2.1. līdz 2.8.

2.1. tabula

Zāģētavas, kuras pārstrādā skujkoku un lapkoku zāģbaļķus

Nosaukums	Lapkoks (%)	Skujkoks (%)
Miza	10	11
Skaidas (mitrās)	15	15
Gabalatlikumi (mitrie)	30	35
Iežuvums žāvēšanas procesā	2,5	3
Skaidas (sausās)	15	15
Gabalatlikumi (sausie)	2	2

2.2. tabula

Mazās zāģētavas, kuras pārstrādā skujkoku zāģbaļķus

Nosaukums	Skujkoks (%)
Miza	10
Zāģskaidas (mitrās)	15
Gabalatlikumi (mitrie)	25
Iežuvums žāvēšanas procesā	2,5
Zāģskaidas (sausās)	15
Gabalatlikumi (sausie)	2

2.3. tabula

Vidējās un lielās zāģētavas, kuras pārstrādā skujkoku zāģbaļķus

Nosaukums	Skujkoks (%)
Miza	8
Zāģskaidas (mitrās)	15
Tehnoloģiskās šķeldas (celulozes)	30
Gabalatlikumi (mitrie)	3
Iežuvums žāvēšanas procesā	5
Zāģskaidas (sausās)	5
Gabalatlikumi (sausie)	3

2.4. tabula

Lielās zāģētavas, kuras pārstrādā lapkoku zāģbaļķus

Nosaukums	Lapkoks (%)
Miza	11
Zāģskaidas (mitrās)	10
Tehnoloģiskās šķeldas (celulozes)	45
Gabalatlūkumi (mitrie)	4
Iežuvums žāvēšanas procesā	8
Zāģskaidas (sausās)	25
Gabalatlūkumi (sausie)	10

2.5. tabula

Zāģmateriālu tālākā apstrāde

Nosaukums	Lapkoks/skujkoks (%)		
	Apstrāde	Profilēšana	Kalibrēšana
Brāķis	3		
Zāģskaidas (sausās)	5		
Frēzskaidas	16	21	9

2.6. tabula

Saplākšņu ražošana

Nosaukums	(%)
FK galu atgriezumi	4
Zāģskaidas (mitrās)	0,4
Tehnoloģiskās šķeldas (celulozes)	45
Miza	3
Tehnoloģiskā lēveršķelda	26,1
Serdeņi	7,8
Iežuvums žāvēšanas procesā	8
Sausā finiera šķelda	18
Hodžeri, zāģēšanas skaidas	2,6
Giljotinēti splākšņu atgriezumi	2
Slīpputekļi	3
Līmēto bloku apzāģi	12

2.7. tabula

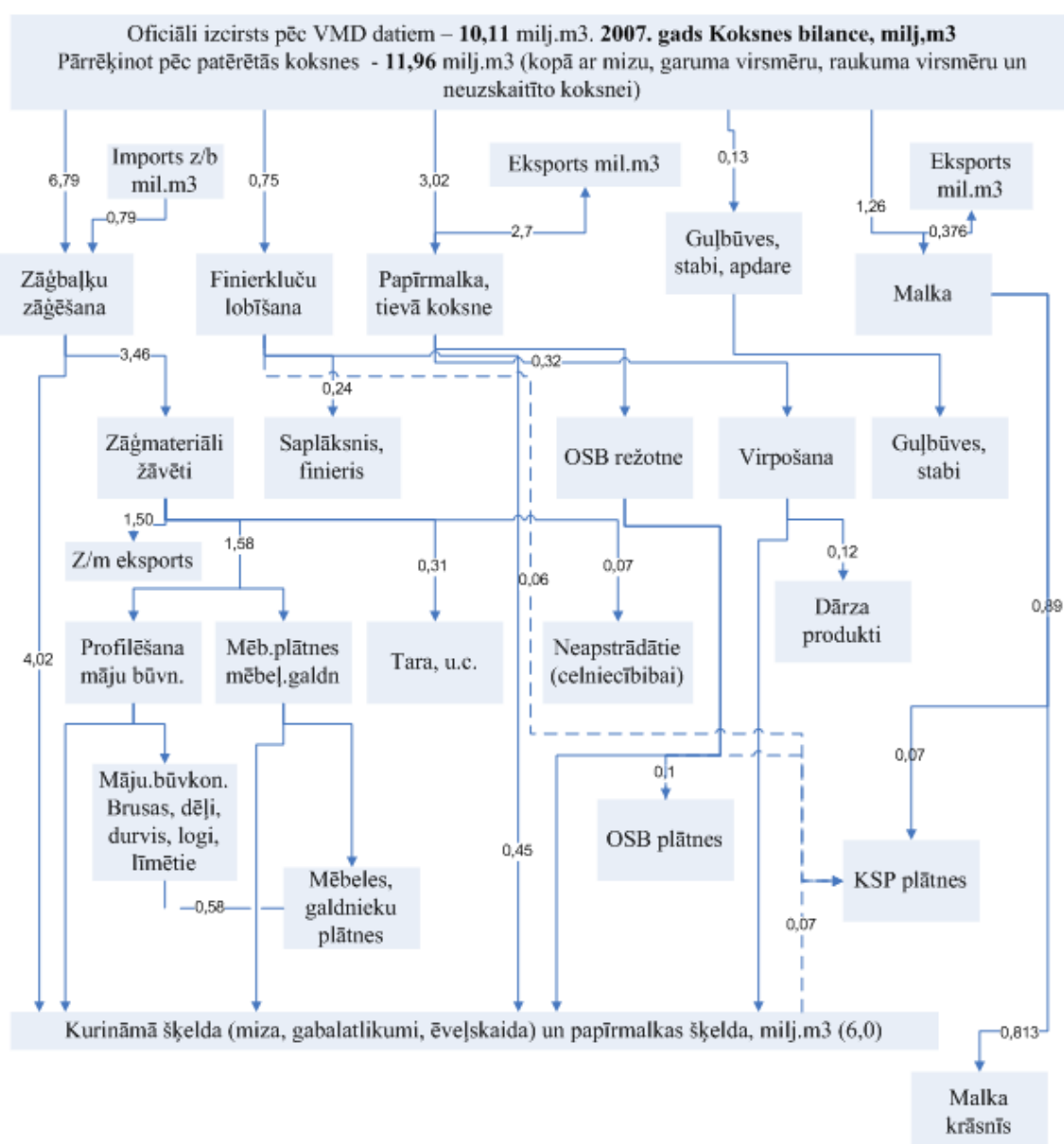
OSB plātņu ražošana

Nosaukums	(%)
Miza	8
Smalkā frakcija	28
Tehnoloģiskās šķeldas (celulozes)	45
Iežuvums žāvēšanas procesā	7
Sapresējumus	10
Šķeldas skaidas (ar līmi)	7

KSP ražošana

Nosaukums	(%)
Smalkā frakcija	1
Iežuvums žāvēšanas procesā	3
Koksnes putekļi	2
šķeldas, skaidas	1

2.1. attēlā ir apkopota informācija, kura iegūta aprēķinu ceļā par resursu apjomiem. Šos resursu iegūst pirmapstrādes sektori, kuros pārstrādes procesos rodas blakusprodukti.



2.1. att. Koksnes resursu sadalījuma rezultāti starp pirmapstrādes sektoriem.

3. Laboratorijas testi dažādiem produktiem nosakot to raksturīgos parametrus dažādos apstākļos

3.1. Pilottesti

Projekta ietvaros veikti plānotie laboratorijas testi produktiem, lai aprobētu testēšanas metodiku un aprīkojumu, kā arī, lai noteiktu tos galvenos parametrus, kas būtiski ietekmē enerģijas pārvēršanas procesu. Eksperimentālā daļa plānota tā, lai ietvertu produktus, kuri ir perspektīvākie un konkurētspējīgākie pašreizējā tirgus situācijā enerģētikas sektorā.

Projekta ievadposmā veikti vairāki pilottesti smalcinātas koksnes produktiem ar dažādu izcelsmi. Vairāki mežizstrādes atlieku paraugi (pārskatu skatīt pielikumā), šķeldotu celmu paraugs (pārskatu skatīt pielikumā), šķeldu paraugi no kārkļu plantācijas, kas iegūti ar dažādām novākšanas un šķeldošanas tehnoloģijām (pārskatu skatīt pielikumā). Paraugu ievākšana pilottestiem veikta sadarbībā ar Valsts Mežzinātnes institūtu „Silava”, paraugu testēšana veikta „Meža un koksnes produktu pētniecības un attīstības institūts” laboratorijā. Pilottestu uzdevums bija aprobēt testēšanas metodiku un aprīkojumu, kā arī iegūt attiecīgo perspektīvo koksnes enerģētisko produktu indikatīvās parametru vērtības. Testēšanas rezultātā tika noteikts produkta frakciju sadalījums un siltumspēja, mitrums noteikts kā papildus rādītājs. Rezultātu kopsavilkums dots tabulās.

3.1. tabula

Procentuālais sadalījums pa frakcijām, %

Sieti, mm	Mežizstrādes atliekas				Kārkli		Celmi
	1	2	3	4	1	2	
>150	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2
63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
45	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,0	1,6
16 (13)	51,7	52,0	46,3	43,3	9,4	9,6	28,9
8 (7)	24,3	21,4	23,3	23,0	64,5	53,3	25,2
3,15 (3)	15,0	16,2	15,2	17,9	23,0	24,6	28,1
smalkumi	7,8	9,7	14,6	15,7	3,0	12,5	15,1
Kopā:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

3.2. tabula

Sadeģšanas siltums, MJ/kg

Mežizstrādes atliekas				Kārkli		Celmi
1	2	3	4	1	2	
19,52	17,04	15,50	16,97	18,89	18,93	20,44

3.2. Mehāniskās testēšanas un siltumspējas noteikšanas metodes

3.2.1. *Paraugu atlase*

Tālākā projekta gaitā ievākti paraugi no mežizstrādes atliekām, kas pašlaik ir izplatītākais un konkurētspējīgākais koksnes enerģētiskais produkts Latvijā. Tehnoloģija, kas pielietota šo produktu ražošanā, ir pašlaik izplatītākā Latvijā. Cirsmu atliekas pēc meža izstrādes tiek uzglabātas apsegtās kaudzēs pie meža ceļa. Šķeldošana un izvešana notiek nākošajā vasaras sezonā ar specializētu kravas transportu.

Paraugus atlase veikta cirsmu izstrādes vietās no cirsmu atliekām. Cirsmu atliekas tika sašķeldotas no sakrātajām zaru kaudzēm, kuras pēc cirsmas izstrādes ar forvardera palīdzību tika nokrautas grēdās. Starp grēdas diviem slāņiem ievieto speciālu pārklāju, kas vides ietekmē divu gadu laikā noārdās. Pārklājs pasargā zaru krautni no nokrišņiem, veicinot tās žūšanu. Zaru krautne izstrādes vietā tiek uzglabāta 1-2 gadus. Šajā laika posmā kaudze tiek pārstrādāta sasmalcinot zaru masu ar šķeldotāju (skat. 3.1.att.).



3.1.att. Zaru krautnes izstrādes vieta.

Sasmalcinātie zari – šķeldas tiek iepūstas pa tiešo no šķeldotāja šķeldu vedējā, vai arī iebērtas no šķeldotāja uzkrājēja. Šķeldu paraugi tika ņemti no šķeldvedēja kravas kastes un piekabes, no katra pa vienam kombinētajam paraugam 60l apjomā un iepakoti izturīgā plēves maisā.. No katra reisa tika iegūti divi paraugi, kurus marķēja ar burtu” M”, kas apzīmēja mašīnas tilpni un ar burtu ”P”, kas apzīmēja piekabes tilpni. Numurs, kas seko aiz burta norāda reisu skaitu, piemēram, M-1, mašīnai, un ,P-1, piekabei.



3.2. att. Paraugu ņemšana tika veikta no transporta tilpnēm.

Paraugi tika iegūti no Latvijas dažādiem reģioniem, kurās norisinājās šķeldu izstrāde laika posmā no 28/05/2008 līdz 05/09/2008. No katra reisa ir iegūti divi paraugi, izņemot 18. reisu, kad tika iegūts tikai 1 paraugs. Kopā tika iegūti 49 paraugi, kuriem laboratorijā tika noteikti svarīgākie parametri saskaņā ar Eiropas tehniskajās specifikācijās aprakstīto metodiku.

3.2.2. Paraugu gatavošanas metodes CEN/TS 14780

Pārbaudēm kombinētos paraugus sagatavo divējādi: sadalot mazākos paraugus vai sasmalcinot. Lai varētu pārbaudīt kombinēto paraugus ir nepieciešams veikt korektu paraugu sadalīšanu testējamajos paraugos. Tā kā materiāls ir ar dažādu frakcionālo sastāvu, tas ir daļiņu izmēri svārstās no aptuveni 100 mm līdz milimetra simtdaļām, tad materiāls patvaļīgi noslāņojas. Nepareizi sadalīts paraugs nepārstāv visu paraugu kopumā. Vadoties pēc šī standarta metodikas var izvairīties no parauga sadalīšanas kļūdām.

Paraugu var sadalīt mazajos paraugos ar dažādām metodēm. Viena no metodēm ir izmantojot sekciju dalītāju (skat.1. att.). Tam ir vismaz 8 spraugas, kuru platums ir vismaz 2,5 reizes platākas par nominālo parauga daļiņu izmēru. Paraugu no iepakojuma ieber lielā toverī, vai arī uz plata galda kur to pirms dalīšanas rūpīgi samaisa. Ar šo ierīci paraugu sadala divos identiskos paraugos, sākotnējo paraugu berot vienmērīgi visā dalītājierīces platumā. Sadalītie paraugi uzkrājas apakšējos divos konteineros. Ja parauga apjoms ir par lielu, tad dalīšanas procedūru atkārto tik ilgi, kamēr ir iegūts nepieciešamā apjoma paraugs, vai arī nepieciešamais paraugu skaits.

Paraugus sasmalcina dzirnavās izmantojot dažāda veida sietus(skat. 3.4.att.). Rupju paraugu vispirms sasmalcina dzirnavās izmantojot rupjo sietu ar acs izmēru 10-6 mm, bet pēc tam smalcina ar smalko sietu (acu izmērs 1mm), kas nodrošina paraugu samalšanu ar daļiņu izmēru, kas nav lielākas par 1mm. Maluma kvalitāti pārbauda paraugu izsijājot cauri sietam ar acu izmēru 1mm. Paraugam pēc 15 min sijāšanas vismaz 95% no kopējās masas ir jāizkļūst cauri sietam. Ja tas nenotiek, tad ir nepieciešams atkārtot smalcināšanu izmantojot smalkāku dzirnavu aprīkojumā paredzēto sietu.



3.3. att. Beramo materiālu dalītājs.



3.4. att. Smalcināšanas dzirnavas ar dažāda veida sietiem.

3.2.3. Tilpumbūvuma noteikšanas metode CEN/TS 15103

Šo metodi var lietot visām cietajām biodegvielām, kuru daļiņu nominālais garums nepārsniedz 100 mm daļiņu garumu no 95% kopējās masas. Mazo konteineru var lietot ja daļiņu nominālais izmērs nepārsniedz 12 mm, bet granulu diametrs ir vienāds vai mazāks par 12 mm.

Jebkuru no konteineriem pirms testu uzsākšanas ir nepieciešams kalibrēt ar ūdeni, kura temperatūra ir robežās no 20 līdz 23⁰C. Ūdenim var piejaukt virsmas spraigumu samazinošus līdzekļus. Konteineru piepilda ar ūdeni līdz malām un nosver nosakot masu ko aizņem ūdens. Iegūtais rezultāts ir norāda konteintera tilpumu. Šo rezultātu turpmāk lieto tilpumbūvuma aprēķinos. Pēc kalibrēšanas beigām konteinters ir jāatbrīvo no ūdens un jāizžāvē pirms tiek sākti mērīt beramie materiāli. Konteineru pirms piepildīšanas ar pārbaudāmo materiālu nosver nosakot tā masu. Konteineru piepilda ar pārbaudāmo materiālu tā, lai veidotos koniska kaudze. Uz grīdas noliek OSB plātņi 15 mm biezumā, kuras izmēri ir 500x500 mm. Uz vienas no malām uzliek 150 mm augstu brusu, kas kalpo par augstuma mēru no kura ir nepieciešams trīs reizes pēc kārtas nosviet zemē konteineru (skat. 3.5. att.). Pēc triecienu izdarīšanas konteineru ir nepieciešams piepildīt tā, lai veidotos tāda pat koniska kaudze, kā pirms triecienu izdarīšanas. Ar brusas palīdzību, kuru kustina turpu šurpu, vienmērīgi nolīdzina kaudzi līdz ar malām. Ja rodas lielas bedres, tad tās piepilda ar to pašu materiālu un atkārtu izlīdzināšanu ar koka brusīņu. Pēc izlīdzināšanas paraugu nosver kopā ar konteineru. Paraugu izber ārā un sajauc kopā ar atlikušo paraugu. Atkārtu mērījumu vēlreiz tāpat kā iepriekš.



3.5. att. Konteintera satura sablīvēšana ar konteintera nomešanu no noteikta augstuma.

Iegūtos datus izmanto cietās biodegvielas tilpumbūvuma aprēķināšanai pēc formulas:

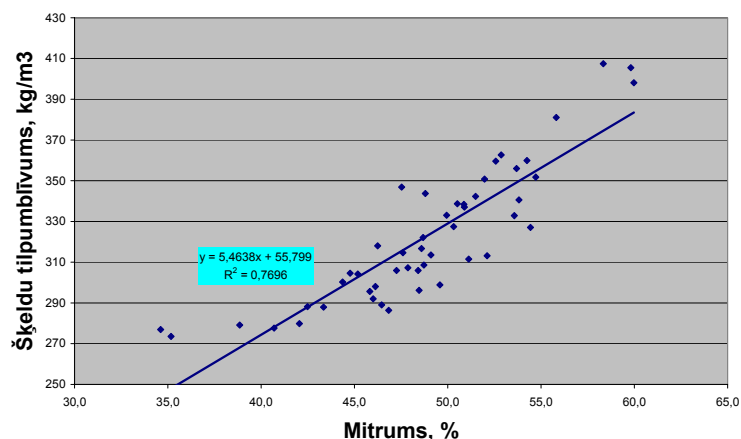
$$D_{ar} = \frac{(m_2 - m_1)}{V},$$

kur, D_{ar} - beramā materiāla bērtais blīvums tāds kāds ir saņemts

m_2 - piepildīta konteintera masa, kg,

m_1 - tukša konteintera masa, kg,

V - konteintera tilpums, m³.



3.6. att. Mitruma un tilpumbļivuma sakarība.

Veicot testus ir konstatēta sakarība ar labiem korelācijas rādītājiem starp mitrumu un tilpumbļivumu mitruma robežās starp 35% un 60%. Pieaugot šķeldu mitrumam pieaug arī šķeldu tilpumbļivums. Tabulā apkopoti mežizstrādes atlieku šķeldu paraugu testēšanas rezultāti.

3.3. tabula

Tilpumbļivums

Parauga marķējums	Tilpumbļivums 1. mērījumam, kg/m ³	Tilpumbļivums 2. mērījumam, kg/m ³	Vidējais tilpumbļivums, kg/m ³
1.	4.	5.	6.
M-1	303,0	320,0	311,5
P-1	303,9	310,6	307,3
M-2	364,9	360,4	362,6
P-2	349,0	352,6	350,8
M-3	319,0	325,2	322,1
P-3	354,6	357,4	356,0
M-4	314,7	321,4	318,1
P-4	304,5	312,7	308,6
M-5	299,6	300,8	300,2
P-5	274,1	285,5	279,8
M-6	285,9	290,4	288,2
P-6	328,2	326,6	327,4
M-7	304,3	307,7	306,0
P-7	344,1	343,3	343,7
M-8	289,6	288,6	289,1
P-8	287,0	289,0	288,0
M-9	297,0	300,8	298,9
P-9	331,0	323,2	327,1
M-10	330,8	334,9	332,9
P-10	292,6	291,6	292,1
M-11	342,9	341,7	342,3

1.	4.	5.	6.
P-11	301,4	307,7	304,6
M-12	360,2	359,6	359,9
P-12	314,3	312,1	313,2
M-13	269,6	277,5	273,6
P-13	273,2	282,1	277,7
M-14	293,7	297,5	295,6
P-14	311,6	321,7	316,7
M-15	284,3	288,4	286,3
P-15	303,3	323,8	313,5

3.2.4. *Frakciju sadalījums CEN/TS 15149-1*

Daļiņu sadalījuma noteikšanai ar garumu virs 3,15 mm pielieto dažāda veida biodegvielām, arī sasmalcinātām cirsu atliekām.

Kombinēto paraugu sadala tik daudz daļās, lai iegūtu paraugus ar tilpumu no 8-10 litri. No iegūtajiem paraugiem izvēlas divus paraugus. Katru atdalīto paraugu ber sijāšanas iekārtā (skat. 3.7. att.) atsevišķi. Minimālajam sieta laukumam jābūt 1200 cm². Sijāšanu veic ar iekārtu 15 minūtes, kuras frekvence ir 250 min⁻¹. Pēc sijāšanas nosaka katra sieta satura masu ar precizitāti 0,1 g. To pašu atkārtu ar otro paraugu.



3.7. att. *Oscilācijas iekārta ar sieta komplektu virs 3,15mm acīm.*

Iegūtos rezultātus izmanto aprēķiniem nosakot katra sieta procentuālo apjomu pret kopējo parauga masu. Vidējie rādītāji par mežistrādes šķeldu paraugiem apkopoti tabulā.

Frakciju sadalījums, %

Sietu izmēri, mm	Frakcijas, mm	Procentuālais sadalījums pa frakcijām, %
63	63-100	0,7
45	45-63	1,1
16	16-45	21,8
8	16-7	26,4
3,15	3,15-7	20,8
smalkumi	zem 3,15	29,2
Kopā:		100,0

3.2.5. Mitruma saturs noteikšana CEN/TS 14774-2

Šo metodi lieto, lai noteiktu kopējo mitruma saturu paraugā ar žāvēšanas metodi. Atkarībā no parauga apjoma un turpmākā parauga pielietojuma pārbaudēm izvēlas vienu no trijām mitruma noteikšanas metodēm.

Vienkāršoto metodi lieto paraugiem nosakot kopējo mitruma saturu. Parauga apjomam ir jābūt 300 līdz 500 g. Vispirms nosver tukšu tīru alumīnija trauku, tad nosver kopā ar paraugu ar precizitāti līdz 0,1g.. Paraugus ieber alumīnija traukā un izlīdzina 2 līdz 3 cm biezā slānī. Ja paraugs ir biezākā slānī, tad ir nepieciešams to ievietot platākā traukā. Pēc tam paraugu ieliek krāsnī (skat. 3.8. att.) un žāvē pie temperatūras 105 ± 2 0C līdz nemainīgai masai, bet ne ilgāk kā 24 h. Paraugus pēc žāvēšanas jāsvēr divas reizes ar intervālu 2h. Parauga masa nedrīkst mainīties vairāk kā par 0,1%. Ja izmaiņas ir lielākas, tad parauga žāvēšana ir jāturpina līdz beigu starpība starp diviem mērījumiem tiem pašiem paraugiem laika intervālā nav lielāka par iepriekš norādīto.



3.8. att. Žāvēšanas skapis.

Iegūtos masas lielumus lieto turpmākiem aprēķiniem, lai noteiktu mitruma saturu. Aprēķinu veic pēc sekojošas formulas un iegūtos rezultātus apkopo tabulā:

$$M_{ar} = \frac{(m_2 - m_3) + m_4}{(m_2 - m_1)} \times 100,$$

kur, M_{ar} - relatīvais mitrums, %

m_1 - tukša konteineru masa, g,

m_2 - konteineru un parauga kopējā masa pirms žāvēšanas, g,

m_3 - konteineru un parauga kopējā masa pirms žāvēšanas, g.

Ja lieto paraugus analīzēm, piemērām, kaloriju satura, vai sēra satura noteikšanai, tad nepieciešams noteikt mitrumu mazajam paraugam. Šim nolūkam lieto paraugu ar apjomu ne mazāku par 1 g. Parauga nominālajam daļiņu izmēram ir jābūt zem 1 mm.

Vidējie rādītāji par mežistrādes šķeldu paraugiem apkopoti tabulā.

3.5. tabula

Mitruma saturs

Parauga marķējums	Parauga mitrums, %	Parauga marķējums	Parauga mitrums, %	Parauga marķējums	Parauga mitrums, %
M-1	51,1	M-11	51,5	M-21	47,5
P-1	47,9	P-11	44,8	P-21	47,6
M-2	52,9	M-12	54,2	M-22	55,8
P-2	52,0	P-12	52,1	P-22	59,8
M-3	48,7	M-13	35,2	M-23	46,1
P-3	53,7	P-13	40,7	P-23	47,3
M-4	46,2	M-14	45,8	M-40	58,3
P-4	48,7	P-14	48,6	P-40	60,0
M-5	44,4	M-15	46,8	M-41	34,6
P-5	42,0	P-15	49,1	P-41	38,9
M-6	42,5	M-16	48,5		
P-6	50,3	P-16	45,2		
M-7	48,4	M-17	50,9		
P-7	48,8	P-17	50,5		
M-8	46,5	M-18	53,8		
P-8	43,3	M-19	52,6		
M-9	49,6	P-19	54,7		
P-9	54,4	M-20	49,9		
M-10	53,6	P-20	50,9		
P-10	46,0				

3.2.6. Pelnu satura noteikšana CEN/TS 14775

Šo metodi pielieto lai noteiktu visu veidu cietajām biodegvielām pelnu saturu. Pirms pelnu satura noteikšanas ir nepieciešams sagatavot paraugus. Paraugus gatavo samāļot tos dzirnavās caur 1 mm sietu. Paraugus 3 stundas žāvē krāsnī pie temperatūras $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$. pēc tam paraugus saber noslēdzamos traukos un atdzesē eksikatorā. Sagatavo keramiskos tīģelīšus izžāvējot tos krāsnī 60°C . Pēc tam tos nosver un piepilda ar paraugiem un nosver atkal fiksējot mērījumu. Sagatavotos paraugus ar tīģelīšiem liek mufelīkrāsnī, kurai ir ieprogrammēts sildīšanas cikls. Cikls sākas ar temperatūras iestatīšanu līdz 250°C , kas

jāsasniedz 50 min. Pēc tam seko parauga ieturēšana šajā temperatūrā 60 minūtes, ļaujot iztvaikot gaistošajām vielām pirms aizdegšanās. Turpinājumā ļauj temperatūru pacelties līdz 550⁰C ar ātrumu 5⁰C/min, pēc tam paraugu iztur šajā temperatūrā 120 min. Paraugus pēc cikla beigām (skat. 3.9. att.) izņem no krāsns un ļauj atdzesēties 5-10 min. Pēc tam paraugus ievieto eksikatorā bez sausinātāja un atdzesē līdz istabas temperatūrai.



3.9. att. Paraugu ievietošana muflkrāsnī.

Nosver atdzesētos paraugus ar precizitāti līdz 0,0001 g. Aprēķinus veic, nosakot pelnu saturu paraugā %, pēc sekojošas formulas un rezultātus apkopo tabulā:

$$A_d = \frac{(m_3 - m_1)}{(m_2 - m_1)} \times 100 \times \frac{100}{100 - M_{ad}}$$

A_d - pelnu saturs absolūti sausam paraugam, %,

m_1 - trauka masa, g,

m_2 - parauga masa kopā ar trauku pirms testa, g,

m_3 - trauka masa kopā ar pelniem, g,

M_{ad} - mitruma saturs paraugam ko lieto testam, %.

3.6. tabula

Pelnu saturs

Parauga marķējums	Trauka masa, g	Parauga masa kopā ar trauku pirms testa, g	Parauga masa kopā ar trauku pēc testa, g	Pelnu saturs,%	Vidēji, %	
1	12,5187	13,8323	12,5235	0,004	0,004	Granulas
2	12,7581	13,7758	12,761	0,003		
3	12,0063	13,0425	12,0105	0,004		
100	12,4824	13,5904	12,4918	0,008	0,008	Šķeldas
69	12,2836	13,3100	12,2923	0,008		
54	11,3799	12,4377	11,3889	0,009		

3.2.7. Siltumspējas noteikšanas metode CEN/TS 14918

Sagatavo granulu presē no parauga ar svaru nedaudz virs 1 g (skat. 3.10. att.).



3.10. Granulas izgatavošana

Ievieto granulu tīģelī un nosver ar precizitāti 0,1 mg. Datus ievada kalorimetriskās bumbas vadības iekārtā. Pie bumbas vāka stieples piesien kokvilnas diegu un paliek zem granulas kā redzams 3.11. att.



3.11. att. Parauga ievietošana bumbas tīģelī.

Bumbas cilindrā ielej 5 ml destilēta ūdens. Pēc tam saliek bumbu kopā un aizskrūvē ciet. Ieliek bumbu iekārtā un palaiž testa programmu kas vada bumbas testu. Pēc testa programma automātiski veic aprēķinu. Lai varētu veikt standartā norādītās korekcijas ar titrēšanas palīdzību nosaka sēra un hlora saturu. Sagatavošanas darbus titrēšanai sāk ar bumbas atvēršanu un mazgāšanu. Šķidrumu, ar ko izmazgā bumbu, lej kolbā un papildina līdz aptuveni 150 ml. tad kolbu liek vārīties un vāra uz plīts aptuveni 5 min. Pēc vārīšanas

šķidrumu atdzesē un pievieno indikatoru fenolftalīnu 2-3 pīles. Titrēšanas pipetē iepilda $\text{Ba}(\text{OH})_2$, ar ko nosaka N (skat. 3.12. att.). Pēc tam maisot pilina klāt paraugam, kamēr paraugs iekrāsojas lillā krāsā. Nolasa mērījumu no pipetes.



3.12. att. Titrēšana.

Pēc tam pielej ar mērpipeti 20 ml NO_3 un liek vārīties pēc vārīšanas šķīdumu nedaudz atdzesē un lej filtrpapīrā filtrēties. Izfiltrētajam šķīdumam pievieno 2-3 pīles Bromkrezola zaļo indikatoru. Titrēšanas pipetē ielej HCl . Pilina paraugā šķīdumu no mērpipetes līdz tas iekrāsojas gaiši oranžs. Nolasa mērījumu kas parāda hlora saturu. Iegūtos datus izmanto aprēķiniem un rezultātus apkopo tabulā.

3.7. tabula

Siltumspēja

Parauga marķējums	Mitrums, %	Kopējais siltuma daudzums absolūti sausam materiālam, MJ/kg	Neto siltuma daudzums absolūti sausam materiālam, MJ/kg	Neto siltuma daudzums pie saņemšanas, MJ/kg
1	8,13	20,315	18,96	17,22
2		20,43	19,08	17,33

4. Enerģētisko koksnes produktu izejmateriālu un tehnoloģiju prasību apraksts vadoties no produktu kvalitātes prasībām

4.1. Klasifikācija

Koksni enerģijas pārveides procesos izmanto cietā, šķidrā vai gāzveida stāvoklī. Cietie produkti ir sastopami beramā vai kraujamā veidā, kā arī presēti, kas aptver sekojošus veidus:

- malka (apaļā un skaldītā formā);
- mežizstrādes atlikumi (zari, galotnes, celmi, zaru saiņi);
- kokapstrādes blakusprodukti (šķeldas, skaidas, mizas, gabalatlikumi, koksnes putekļi);
- speciālie produkti (briketes, granulas, kokogles).

Saskaņā ar standartizēto klasifikāciju, kas izstrādāta CEN tehniskās specifikācijas dokumentā LVS CEN/TS 14588 „Cietās biodeģvielas. Terminoloģija, definīcijas, apraksti” koksnes biomasas atbilstoši tās izcelsmei ir iedalāma 4 galvenajās grupās. Trīs grupas aptver galvenos koksnes izcelsmes avotus: mežs, koksnes pārstrāde un otrreizējā izmantošana, ceturtais veids ietver visu iepriekšējo izcelsmes avotu maisījumus vai sajaukumus.

4.1. tabula

Enerģētisko koksnes produktu klasifikācija saskaņā ar LVS CEN/TS 14588

1.1. Koksne no meža vai plantācijām	1.1.1. Veseli koki	1.1.1.1. Lapu koki
		1.1.1.2. Skuju koki
		1.1.1.3. Atvasājs
		1.1.1.4. Krūmi
		1.1.1.5. Maisījumi un sajaukumi
	1.1.2. Stumbri	1.1.2.1. Lapu koki
		1.1.2.2. Skuju koki
		1.1.2.3. Maisījumi un sajaukumi
	1.1.3. Mežizstrādes atlikumi	1.1.3.1. Svaigi (ieskaitot lapas/skujas)
		1.1.3.2. Glabāti
		1.1.3.3. Maisījumi un sajaukumi
	1.1.4. Celmi	1.1.4.1. Lapu koki
		1.1.4.2. Skuju koki
		1.1.4.3. Atvasājs
1.1.4.4. Krūmi		
1.1.4.5. Maisījumi un sajaukumi		
1.1.5. Mizas (no mežsaimniecības operācijām)*		
1.1.6. Kokaina biomasas no ainavas kopšanas		
1.2. Kokrūpniecības blakusprodukti un atliekas	1.2.1. Ķīmiski neapstrādātas koksnes atliekas	1.2.1.1. Bez mizas
		1.2.1.2. Ar mizu
		1.2.1.3. Miza (no pārstrādes)
		1.2.1.4. Maisījumi un sajaukumi
	1.2.2. Ķīmiski apstrādātas koksnes atliekas	1.2.2.1. Bez mizas
		1.2.2.2. Ar mizu
		1.2.2.3. Miza (no pārstrādes)
		1.2.2.4. Maisījumi un sajaukumi
	1.2.3. Celulozes un papīra rūpniecības šķiedraini atkritumi	1.2.3.1. Ķīmiski neapstrādāti
1.2.3.2. Ķīmiski apstrādāti		
1.3. Lietota koksne	1.3.1. Ķīmiski neapstrādāta koksne	1.3.1.1. Bez mizas
		1.3.1.2. Miza
		1.3.1.3. Maisījumi un sajaukumi
	1.3.2. Ķīmiski apstrādāta koksne	1.3.2.1. Bez mizas
		1.3.2.2. Miza
		1.3.2.3. Maisījumi un sajaukumi
1.4. Maisījumi un sajaukumi*		

*Termins „Maisījumi un sajaukumi” tabulā attiecas uz dažādas izcelsmes materiāliem attiecīgajā iedaļā. Maisījumi ir ar nodomu sajaukti biomasas veidi, bet sajaukumi ir bez nodoma sajaukti.

Koksnes enerģētiskajiem produktiem tirgū ir dažādi izmēri un formas, kas ietekmē transportēšanas un tālākās izmantošanas iespējas.

4.2. tabula

Koksnes enerģētisko produktu formas

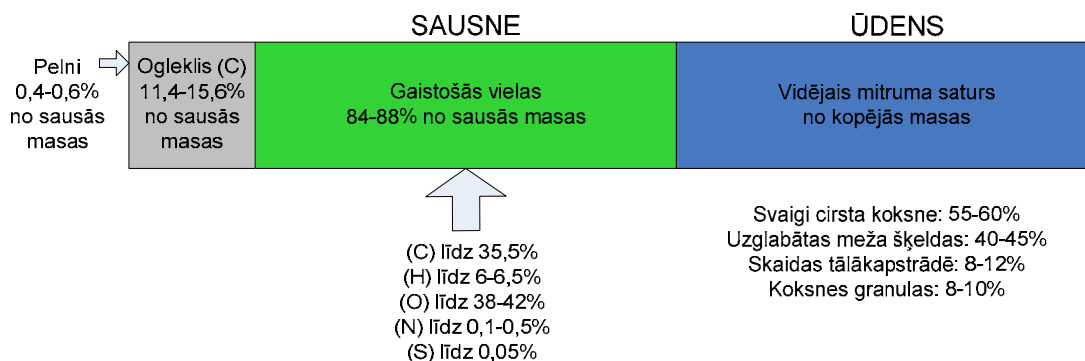
Nosaukums	Raksturīgais daļiņu izmērs un forma	Izgatavošanas metode
Briketes	$\varnothing > 25$ mm , cilindriska vai prizmatiska	Mehāniska presēšana
Granulas	$\varnothing < 25$ mm , cilindriska	Mehāniska presēšana
Pulveris	< 1 mm , neregulāra	Malšana vai griešana ar asiem instrumentiem
Zāģskaidas	1 mm līdz 5 mm, neregulāra	Griešana ar asiem instrumentiem
Šķeldas	5 mm līdz 100 mm , neregulāra vai prizmatiska	Griešana ar asiem instrumentiem
Drupināta koksne	Mainīgs, neregulāra	Drupināšana ar truliem instrumentiem
Pagales	100 mm līdz 1000 mm, cilindriska vai prizmatiska	Griešana, skaldīšana ar asiem instrumentiem
Veseli koki	> 500 mm , cilindriska	Griešana ar asiem instrumentiem
Miza	Mainīgs, smalcināta vai vesela	Mizošana ar asiem instrumentiem

4.2. Parametri

Parametri, kas ir nosaka koksnes enerģētisko produktu īpašības ir siltumspēja, ķīmiskais sastāvs, mitrums, blīvums, frakciju sastāvs, gaistošo vielu daudzums, oglekļa daudzums, pelnu saturs un sastāvs, pelnu kušanas īpašības, piemaisījumu daudzums, smalkumu un sēņu sporu klātbūtne. Fizikāli mehāniskās īpašības, kas tieši ietekmē degšanas procesu ir sekojošas: mitrums, siltumspēja, gaistošo vielu daudzums, pelnu saturs un kušanas īpašības.

Koksnes šķeldas bieži tiek saražotas no dažādu koku sugām dažādās proporcijās, kas satur arī mizas, lapas, zarus, čiekurus un citus piemaisījumus. Tas izraisa ievērojamas novirzes parametros, kas nosaka koksnes enerģētiskās īpašības.

Svaigi cirstā koksne aptuveni puse ir ūdens. Otra puse sastāv no koksnes, no kuras ap 85% ir gaistošas vielas, 14,5% cietais ogleklis un 0,5% pelnu. Koksnei sadegot tās komponentes pārvēršas ūdens tvaikā (H₂O), oglekļa dioksīdā (CO₂), slāpekļa oksīdā (NO₂), sēra oksīdos (SO₂) un pelnos. Koksne praktiski nav sēra, jo tā īpatsvars sasniedz tikai 0,05%. Vidējais koksnes ķīmiskais sastāvs parādīts sekojošā attēlā.



4.1. att. Vidējais koksnes ķīmiskais sastāvs.

Koksnes mitrums mainās plašās robežās atkarībā no ciršanas laika, atrašanās vietas, uzglabāšanas ilguma un veida, kā arī produkta sagatavošanas veida. Mitrums koksnes enerģētiskajiem produktiem var būt robežās no mazāk nekā 10% (kokapstrādes blakusproduktiem) līdz 50-60% (mežistrādes atliekām). Mitrums ietekmē ne tikai siltumspēju un blīvumu, bet arī uzglabāšanas apstākļus, sadegšanas temperatūru un izplūdes gāzu apjomu.

Mitruma noteikšanai tiek lietotas divas metodes absolūtā un relatīvā mitruma noteikšana, kas ir atšķirīgas, sevišķi pie augstiem mitruma procentiem. Absolūto mitrumu izsaka attiecinot produktā esošo ūdens daudzumu pret absolūti sausa produkta masu, bet relatīvo attiecina pret produkta masu pie esošā mitruma.

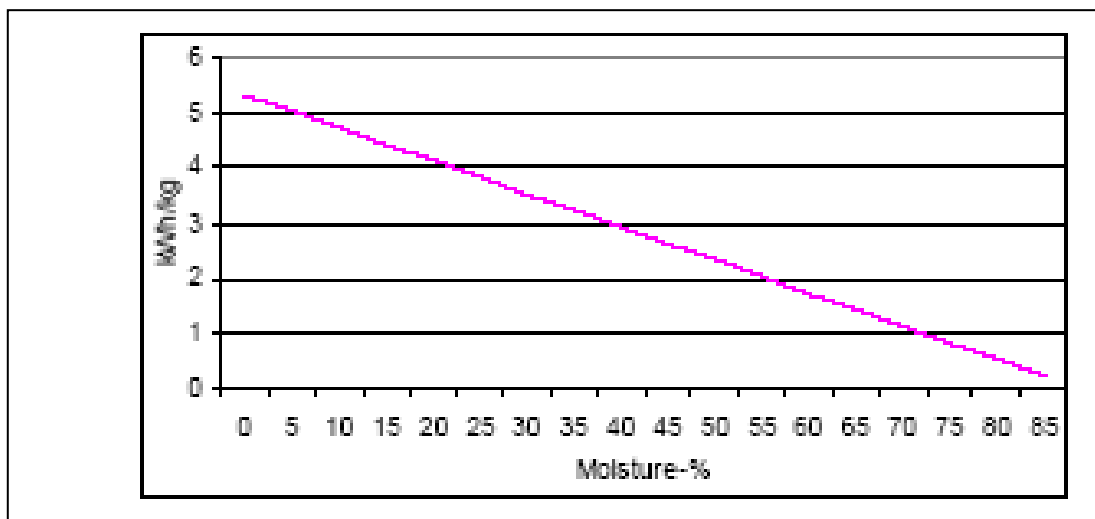
$$W_a = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100\%,$$

W_a – absolūtais mitrums, %
 m – masa mitrā stāvoklī,
 m_0 – masa absolūti sausā stāvoklī.

$$W_r = \frac{m - m_0}{m} \times 100\%,$$

W_r – relatīvais mitrums, %
 m – masa mitrā stāvoklī,
 m_0 – masa absolūti sausā stāvoklī.

Lai raksturotu koksnes degšanas īpašības izmanto relatīvā mitruma izteiksmi. Mitrums būtiski ietekmē koksnes neto siltumspēju, jo ūdens iztvaicēšanai ir nepieciešama enerģija. Svaigi cirstas koksnes mitrums svārstās robežās no 50 līdz 60 procentiem relatīvā mitruma. Koksnes mitrumu un siltumspēju saista lineāra sakarība, kur koksnes mitrumam palielinoties par 5%, siltumspēja samazinās par 0,3 kWh/kg.



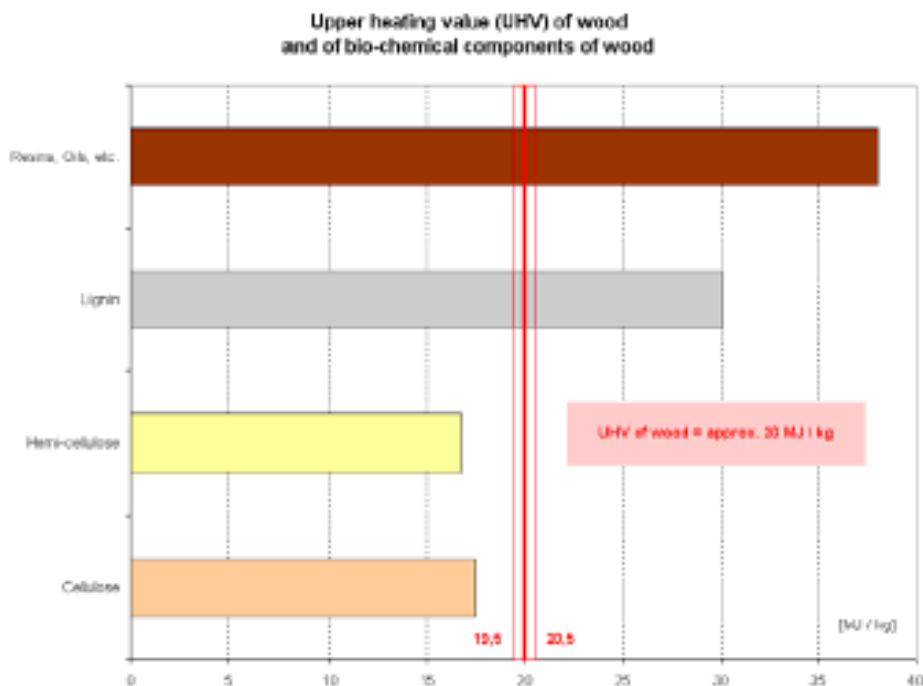
4.2. att. Koksnes mitrums un siltumspēja.

Bruto siltumspēja jeb augstākais sadeģšanas siltums (gross calorific value) ir absolūtais sadeģšanas enerģijas daudzums noteiktam kurināmā daudzumam, kas sadedzināts skābekļa vidē kalorimetriskajā bumbā pie noteiktiem apstākļiem.

Neto siltumspēja atšķiras no bruto par siltuma daudzumu, kas paliek sadeģšanas procesā radušos ūdens tvaikos. Savukārt zemāko sadeģšanas siltumu nosaka atņēmot materiālā esošā ūdens iztvaikošanai nepieciešamo enerģijas daudzumu.

$$q_{net} = q_{br} - 212,2 \times w(H) - 0,8 \times [w(O) + w(N)],$$

Absolūti sausas koksnes siltumspēja svārstās nelielās robežās no 18,7 līdz 21,9 MJ/kg atkarībā no koku sugas, tomēr skujukokiem šis parametrs vidēji nedaudz augstāks nekā lapkokiem. Tas pateicoties augstākam lignīna un sveķu daudzumam skujukokos.



4.3. att. Koksnes sastāvdaļu siltumspēja.

Latvijā izplatītāko koku sugu koksnes siltumspēja (MJ/kg)

Suga	Stumbrs bez mizas	Miza	Stumbrs	Vainags	Veseli koki
Priede (<i>Pinus sylvestris</i>)	19,31	19,53	19,33	20,23	19,52
Egle (Norway spruce)	19,05	18,8	19,02	19,77	19,29
Bērzs (<i>Betula pendula</i>)	18,61	22,52	19,15	19,53	19,29
Baltalksnis (<i>Alnus incana</i>)	18,67	21,57	19,0	20,03	19,18
Melnalksnis (<i>Alnus glutinosa</i>)	18,89	21,48	19,31	19,37	19,31
Apse (<i>Populus tremula</i>)	18,67	18,57	18,65	18,61	18,65

Koksnes enerģētiskajiem produktiem novērojama liels frakcionālā sastāva neviendabīgums. Frakciju sastāvs mainās plašās robežās no ļoti mazām daļiņām no mizas un skujām, kas līdzinās putekļiem, līdz ļoti lieliem koksnes gabaliem. Nereti novērojami augsnes un smilšu piemaisījumi. Koksnes daļiņu izmēri atkarīgi gan no izejmateriāla, gan no smalcināšana tehnoloģijas. Ar šķeldotājiem iegūst vienmērīgāku frakciju sastāvu, bet ar drupinātājiem iegūst rupjākas šķeldas un nevienmērīgāku frakciju sastāvu. Smalcinātas koksnes kvalitātes prasībās tiek noteikti akceptējamie frakciju izmēri un procentuālais apjoms. Frakciju sastāvs ir būtisks parametrs produktu transportēšanā un automatizētajās padeves sistēmās.

Latvijā vietējā tirgū, atšķirībā no lielākās daļas valstu, uz kurām aiziet mūsu eksporta koksne un kur norēķini par šķeldām notiek pēc tās enerģētiskās vērtības, pagaidām norēķins notiek tikai pēc apjoma mērot brīvā tilpuma jeb beramos kubikmetros nedaudz ņemot vērā frakcijas tūrbu. Pašlaik Eiropā šķeldu kvalitāti atbilstoši tās paredzētajam pielietojumam arvien vairāk regulē speciālu standartu normas (tehniskās specifikācijas), kurās noteikts šķeldu izmēru diapazons jeb frakciju sadalījums, pieļaujamais mitruma īpatsvars u.c. parametri.

Ja neizmanto standartizētas prasības, tad attiecībā uz enerģētisko koksnes produktu kvalitāti tās ražotāji vienkārši piemērojas konkrēta pasūtītāja, piemēram, tuvējās katlumājas, prasībām. Tā kā mums ir ļoti dažādas katlumājas pēc to tehniskā bruņojuma, attiecīgi dažādas ir arī prasības pret koksnes kvalitāti, taču – apgrieztā proporcijā: jo modernāka ir katlumāja, jo zemākas kvalitātes šķeldas to apmierina – gan izmēra, gan mitruma ziņā. Svarīgs kvalitātes rādītājs ir enerģētiskā vērtība, kas ir atkarīga ne tikai no mitruma, bet arī smalko frakciju īpatsvara. Protams, nav iespējams saražot absolūti viendabīgas šķeldas – tās vienmēr saturēs arī smalko frakciju piemaisījumu, kuru daudzums arī nosaka kvalitāti. Ja šķeldas satur komposta piemaisījumu, tās joprojām ir izmantojamas katlumājās. Savukārt, ja šķeldas ir ražotas, piemēram, no malkas, iegūstama salīdzinoši tīras šķeldas, kuras izmantojamas arī kokskaidu granulu ražošanai.

Par kvalitatīvu kurināmo varētu uzskatīt frakciju ar izmēriem no 20 līdz 40 mm. Šādu, tik vienmērīgu, frakciju iespējams panākt tikai ar atbilstošu sagatavošanas iekārtu un ļoti piemērotu izejmateriālu. Visizplatītākais un vidēji pieprasītākais izmērs, ņemot vērā ražotāju iespējas un pircēju prasības, ir frakcijas izmērs no 0 līdz 70 mm. Šai sastāvā no 0 līdz 10 mm frakciju var uzskatīt par kompostu jeb sastāvdaļu ar zemu enerģētisko vērtību.

Tieši šīs sastāvdaļas un pārāk liela izmēra sastāvdaļas īpatsvars nosaka gala frakcijas kvalitāti. Katlumājās, kurās padevi kurtuvei veic manuāli, ir arī derīgas frakcijas ar 100 vai pat 200 mm izmēru. Savukārt katlumājās ar automatizēto materiālu padevi frakciju izmērs vairumā gadījumu nedrīkst pārsniegt 70 mm, pretējā gadījumā padeves mehānisms var nosprostoties. Bet vismodernākajās katlumājās, kur materiāls kurtuvei tiek padots ar hidraulisku bīdītāju, var izmantot pat līdz 150 mm lielus gabalus, taču smalkās frakcijas piemaisījums ir ļoti nevēlams – tai nevajadzētu būt mazākai par 20 mm. Šajās katlumājās ir minimālas prasības attiecībā pret mitruma saturu, jo tur, pirms kurināmais tiek ievadīts kurtuvē, tas tiek izžāvēts līdz vēlamajai pakāpei, izmantojot kurtuvē saražoto siltumu.

Apjoma noteikšanai izmanto tilpuma vienības: ciešos kubikmetrus, bērtos kubikmetrus, vai svaru: tonnas. Nosakot apjomu pēc tilpuma svarīgi ir zināt produkta blīvumu, bet pēc svara – mitrumu. Bērtais blīvums jeb tilpumblīvums (bulk density) izteikts kā attiecība starp šķeldu ciešo un brīvo tilpumu (m^3 ciešais / m^3 brīvais). Piemēram, nesmalcinātu mežizstrādes atlikumu bērtais blīvums ir 0,15 līdz 0,20, bet smalcinātā veidā tas ir no 0,36 līdz 0,46. Kopējais pārrēķina koeficients mežizstrādes šķeldām ir 0,40.

Somijas enerģētisko koksnes produktu parametru klasifikācijas tabulas koksnes šķeldām, zāgskaidām un mizām (FINBIO dati)

4.4. tabula

Enerģijas blīvums (energy density as received) MWh/ m^3 b.t., minimālās vērtības

	šķeldas	skaidas	mizas
E1	0,9	0,7	0,7
E2	0,8	0,6	0,6
E3	0,7	0,5	0,5
E4	0,6	0,4	0,4

4.5. tabula

Mitruma, %, maksimālās vērtības

	šķeldas	skaidas	mizas
K1	40	30	40
K2	50	50	50
K3	60	60	60
K4	65	65	65

4.6. tabula

Daļiņu izmērs 95% < mm

	šķeldas	skaidas	mizas
P1	30	5	60
P2	45	10	100
P3	60	20	200
P4	100	30	nav noteikts

4.3. Produktu kvalitāte un atbilstības novērtēšana

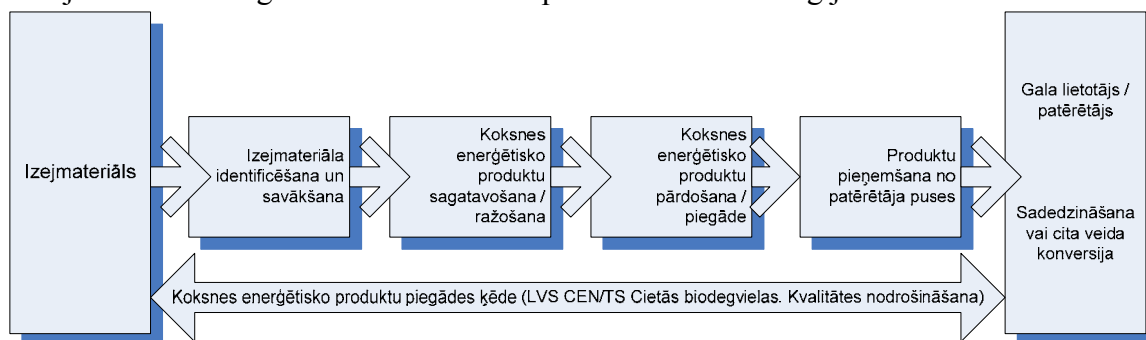
Koksnes enerģētisko produktu raksturošanai sastāda specifikācijas, kas ietver galvenās produkta īpašības. Standarts LVS CEN/TS 14961 nosaka, kuras produkta īpašības jāuzrāda obligāti kā normatīvās un kuras informatīvi.

Parametri	Briketes	Granulas	Šķeldas	Drupināta koksne	Pagales	Skaidas	Mizas
Normatīvie							
Daiņu izmēri	X	X	X	X	X		
Smalcināts							X
Mitrums	X	X	X	X	X	X	X
Pelnu saturs	X	X	X	X	X	X	X
Daiņu blīvums	X						
Mehāniskā ilgzturība		X					
Smalkumi		X					
Piemaisījumi	X	X					
Suga					X skujkoku/lap koku/jaukta		
Ķīmiskā apstrāde	Tikai gadījumā, ja koksne ķīmiski apstrādāta						
Sērs	X ^a	X ^a					
Slāpeklis	Normatīvs tikai ķīmiski apstrādātai koksnei						
Informatīvie							
Siltumspēja	Uzrāda, ja tas ir būtiski produkta izmantošanai						
Tilpumbūvums	Uzrāda, ja produktu tirgo pēc tilpuma						
Ķīmiskais sastāvs	Uzrāda, ja tas ir būtiski produkta izmantošanai un specifiski konkrētam produktam						

4.4. att. Koksnes enerģētisko produktu specifikācija.

^a Sērs ir normatīvs tikai, ja koksne ir ķīmiski apstrādāta

Koksnes enerģētisko produktu kvalitātes nodrošināšanas sistēma ir aprakstīta tehniskajā specifikācijā „LVS CEN/TS 15234:2006 Cietās biodeģvielas. Kvalitātes nodrošināšana”. Kvalitātes sistēma aptver visu koksnes enerģētisko produktu piegādes ķēdi sākot no izejmateriāla līdz gala izmantošanai vai pārvēršanai citā enerģijas formā.



4.5. att. Koksnes enerģētisko produktu piegādes ķēde.

Kvalitātes nodrošināšanas sistēmas galvenās funkcijas ir:

- izsekojamības nodrošināšana;
- nodrošināt produktu kvalitātes prasību kontroli;
- apliecināt gala lietotājam produkta kvalitātes atbilstību.

Kvalitātes nodrošināšanas sistēmā liela nozīme ir procesu dokumentēšanai. Saskaņā ar minēto tehnisko specifikāciju ir rinda dokumentu, kuri jāizpilda obligāti, kamēr citi kvalitātes sistēmas dokumenti ir brīvprātīgi noformējami.

4.7. tabula

**Kvalitātes nodrošināšanas obligātie dokumenti saskaņā ar LVS CEN/TS
15234**

Pielietojums	Obligātie dokumenti	Apakšpunkts
Izejmateriāla izsekojamība	Materiāla izcelsmes dokuments ^{a)}	7.1.2
Ražošanas prasības	Ražošanas posmi ^{b)} (1.solis) Kritiskie kontroles punkti (4.solis) Kritēriji un metodes atbilstošas kontroles nodrošināšanai kritiskajos kontroles punktos (5.solis) Neatbilstošas kvalitātes produkts (6.solis)	6.2
Transports, pārkraušana un uzglabāšana	Transporta, pārkraušanas un uzglabāšanas apraksts	6.3
Produkta specifikācija	Produkta kvalitātes deklarācija / marķēšana	6.4

a) saskaņā ar klasifikāciju LVS CEN/TS 14961

b) posmi jeb soļi saskaņā ar 6.2

Ražošanas prasības koksnes enerģētiskajiem produktiem var mainīties plašās robežās atkarībā no produkta veida un attiecīgi tehnoloģiju sarežģītības pakāpes. Standarts nosaka kopēju kvalitātes nodrošināšanas metodiku, kura jāpiemēro katram konkrētam ražošanas procesam un piegādes ķēdei.

1.solis
Dokumentēt ražošanas
procesa soļus jeb posmus

2.solis
Definēt produktu specifikācijas

3.solis
Analizēt produktu kvalitāti un
ražošanas procesu
ietekmējošos faktorus
(ieskaitot loģistiku)

4.solis
Identificēt un dokumentēt
kritiskos kontroles punktus

5.solis
Izvēlēties piemērotus
pasākumus nepārtrauktai
atbilstības nodrošināšanai

6.solis
Noteikt un dokumentēt
neatbilstošas kvalitātes
produktu atdalīšanai

Produktu kvalitātes deklarācija un marķēšana jāveic ražotājam vai piegādātājam. Deklarāciju par koksnes enerģētisko produktu sastāda ražotājs/piegādātājs un nodod gala lietotājam vai mazumtirgotājam. Kvalitātes deklarāciju pievieno katrai partijai, kuras lielums jānosaka piegādes līgumā. Deklarācija jādatē un dokumentācija jāuzglabā vismaz vienu gadu pēc piegādes. Deklarācijā jānorāda koksnes enerģētiskā produkta kvalitāte saskaņā ar tehnisko specifikāciju standartu LVS CEN/TS 14961. Deklarācijas jā sastāda gan piegādājot produktu bērtā veidā, gan iepakojumā.

Minimālā informācija, kas jāiekļauj deklarācijā ir sekojoša:

- piegādātājs (uzņēmums vai persona) un kontaktinformācija;
- norāde par atbilstību produkta kvalitātes nodrošināšanas standartam LVS CEN/TS 15234;
- izcelsme un avots (pēc LVS CEN/TS 14961);
- valsts, kurā produkts ievākts vai pirmoreiz pārdots kā enerģētiskais produkts;
- produkta forma (pēc LVS CEN/TS 14961);
- normatīvie parametri;
- ķīmiskā apstrāde, ja produkts ir ķīmiski apstrādāts;
- paraksts (pilnvarotā persona), vārds, datums un vieta.

Produktu ražotāja deklarāciju piemēri:

	Koksnes enerģētiskā produkta kvalitātes deklarācija koksnes šķeldām saskaņā ar LVS CEN/TS 14961	
	Piegādātājs	SIA Šķelda Dobeles šoseja 100, Jelgava, LV3001 Tel. +371 6303029290 Fakss +371 63029291 Kontaktpersona: Jānis Kociņš e-pasts: jkocins@skelda.lv Līguma nr. SB13456
	Izcelsme:	Veseli koki (1.1.1)
	Valsts	Latvija (Jelgava)
	Produkta forma	Koksnes šķeldas
	Piegādes apjoms	300 b.t. m ³ mēnesī
Normatīvi	Parametri	
	Daļiņu izmērs (mm)	P45
	Mitrums (%)	M40
	Pelnu saturs (%)	A1.5
Informatīvi	Enerģijas	
	Jānis Kociņš	Jelgava, 2008. gada 24. oktobris
	Paraksts	Vieta un datums

	Koksnes enerģētiskā produkta kvalitātes deklarācija koksnes briketēm saskaņā ar LVS CEN/TS 14961	
	Piegādātājs	SIA Šķelda Dobeles šoseja 100, Jelgava, LV3001 Tel. +371 6303029290 Fakss +371 63029291 Kontaktpersona: Jānis Kociņš e-pasts: jkocins@skelda.lv Līguma nr. SB13456
	Izcelsme:	Veseli koki (1.1.1)
	Valsts	Latvija (Jelgava)
	Produkta forma	Koksnes šķeldas
	Piegādes apjoms	300 b.t. m ³ mēnesī
Normatīvi	Parametri	
	Daļiņu izmērs (mm)	P45
	Mitrums (%)	M40
	Pelnu saturs (%)	A1.5
Informatīvi	Enerģijas	
	Jānis Kociņš	Jelgava, 2008. gada 24. oktobris
	Paraksts	Vieta un datums

Koksnes enerģētisko produktu īpašību noteikšanai izmantojamie CEN dokumenti:

Īpašība	Standarts / Tehniskie noteikumi
Izcelsme un produkta forma	Cietās biodegvielas. Terminoloģija, definīcijas, apraksti (LVS CEN/TS 14588)
Mitruma	Cietās biodegvielas – Mitruma satura noteikšanas metodes – Krāsns metode – (LVS CEN/TS 14774)
Pelnu saturs	Cietās biodegvielas – Pelnu satura noteikšanas metode (LVS CEN/TS 14775)
Siltumspēja	Cietās biodegvielas – Siltumspējas noteikšanas metodes (LVS CEN/TS 14918)
Daļiņu lieluma sadalījums un smalkumu daudzums	Cietās biodegvielas – Granulometriskā sastāva noteikšanas metodes. (LVS CEN/TS 15149)
Daļiņu blīvums	Cietās biodegvielas – Daļiņu blīvuma noteikšanas metodes (LVS CEN/TS 15150)
Tilpumblīvums	Cietās biodegvielas – Tilpumblīvuma noteikšanas metodes (LVS CEN/TS 15103)
Granulu un briekšu mehāniskā izturība (DU)	Cietās biodegvielas – Granulu un briekšu mehāniskās ilgzturības noteikšanas metodes (CEN/TS 15210)
Analīžu pārrēķini dažādām bāzēm	Cietās biodegvielas – Analīžu pārrēķini dažādām bāzēm, (sagatavošanā)
Oglekļa (C), ūdeņraža (H) un slāpekļa (N) saturs	Oglekļa (C), ūdeņraža (H) un slāpekļa (N) satura noteikšanas metodes – instrumentālās metodes (CEN/TS 15104)
Ūdenī šķīstošo hlorīdu (Cl), nātrija (Na) and kālija (K) saturs	Cietās biodegvielas : Ūdenī šķīstošo hlorīdu (Cl), nātrija (Na) and kālija (K) satura noteikšanas metodes, (sagatavošanā)
Sēra (S) un hlora (Cl) saturs	Sēra (S) un hlora (Cl) satura noteikšanas metodes, publicēs
Galvenie elementi (Al, Si, K, Na, Ca, Mg, Fe, P and Ti)	Galveno elementu (Al, Si, K, Na, Ca, Mg, Fe, P and Ti) satura noteikšanas metodes, (sagatavošanā)
Minorie elementi (As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Mn, Ni, Pb, Se, Te, V and Zn)	Minoro elementu (As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Mn, Ni, Pb, Se, Te, V and Zn) satura noteikšanas metodes, (sagatavošanā)

5. Enerģētisko koksnes produktu izvērtējums un piemērotība enerģijas pārvēršanai, produktu kvalitātes uzlabošanas rekomendāciju izstrāde

Koksnes pārstrādes blakusprodukti un kurināmā koksne Latvijā 2007.gadā. (Bilance sastādīta izmantojot Zemkopības ministrijas un Centrālās Statistikas pārvaldes datus).

Izstrādājot enerģētiskās koksnes plūsmas modeli, visa pārstrādājamā apaļkoksne, atkarībā no pārstrādes tehnoloģijas, tika sadalīta četrās grupās:

- Zāģbaļķu
- Finierkluču
- Papīrmalkas un virpojamās tievkoksnes
- Stabu, guļbūvju u.c. nezāģējamās apaļkoksnes grupā.

Savukārt zāģbaļķi sadalīti 2 grupās – skujkoku un lapkoku.

Aptuveni 75 % skujkoka zāģbaļķu pirms zāģēšanas tiek mizoti. Lapkokus pārsvarā nemizo, izņemot finiera un saplākšņa ražošanai.

Mizotu zāģbaļķu pārstrādes blakusprodukti ir miza, zāģskaidas un tehnoloģiskā (celulozes) šķelda, kuras tirgus vērtība pašreiz ir vismaz 2 reizes augstāka par kurināmo šķeldu.

Nemizoto zāģbaļķu pārstrādes blakusprodukti ir kurināmā šķelda vai (šāļi, nomales) kopā ar mizu un zāģskaidas.

Lielākā daļa zāģmateriālu tiek žāvēti, kuru blakusprodukti – zāģskaidas, ēveļskaidas un gabalatlikumi tālākajā pārstrādē parasti tiek izmantoti kā kurināmais kalšu un ražotņu telpu siltumenerģijas ražošanai.

Siltumenerģijas patēriņš 1 m³ zāģmateriāla izžāvēšanai apsekojamās zāģētavās bija robežās no 0.25 līdz 0.35 MWh/m³, atkarībā līdz kādam mitrumam tika žāvēti zāģmateriāli, žāvējamās koksnes biezuma u.c. faktoriem.

2007.gadā tika pārstrādāti 8.8 milj.c.m³ apaļkoksnes, tajā skaitā 0.8 milj.m³ importētās.

Koksnes pārstrādes blakusprodukti ir miza, zāģskaidas, tehnoloģiskā un kurināmā šķelda vai gabalatlikumi un šāļi.

5.1. tabula

Kurināmās koksnes izcelsme

Kurināmās koksnes izcelsme (avoti) - 2007.g.	milj.c.m³
Koksnes pārstrādes blakusprodukti t.sk. tehnoloģiskā šķelda	5,5
Kurināmā koksne no mežizstrādes zariem un nemežu zemēm	0,49
Malka no cirsmām	1,19
Malka no privātmežiem bez ciršanas biļeteniem	1.2-1.7
Kopā kurināmās koksnes un tehnoloģiskās šķeldas ieguve	8.39 - 8.89
<i>Tehnoloģiskās šķeldas (100%) un kurināmās koksnes (t.sk.granulas,briketes,malkas) eksports</i>	3,01
Kurināmās koksnes patēriņš Latvijā	5.38 - 5.88

Kurināmās koksnes patēriņš

Kurināmās koksnes patēriņš 2007.gadā	milj.c.m3
Centralizētajai siltuma ražošanai, tai skaitā uzņēmumu katlumājas	0,828
Rūpniecībā -tehnoloģijai, apkurei	0,692
Sabiedriskajā sektorā - siltuma ražošanai pašpatēriņam	0,764
Mājsaimniecībās :apkurei ,siltā ūdens, pārtikas sagatavošanai u.c.	3.1-3.6
Kopā patērēta kurināmā koksne	5.38-5.88

Centralizētā siltuma ražošana un kurināmās koksnes īpatsvars tās ražošanā. (tab.ex)

Rūpniecības tehnoloģisko procesu uzturēšanai un telpu apkurei pēc Centrālās Statistikas pārvaldes (CSB) datiem 2007.gadā patērēja 0.692 milj.c.m3 kurināmo koksni. Saražotā siltumenerģija izmantota koksnes žāvēšanai, pārtikas ražošanas tehnoloģijai ,apkurei un citām vajadzībām.

Sabiedriskā sektora, pašvaldības ēku apkurei 2007.gadā patērēti 0.764 milj. c.m3 kurināmās koksnes(CSB) .

Kurināmās koksnes (malkas) patēriņš mājsaimniecībās pēc Centrālās Statistikas pārvaldes (CSB) datiem ,kura sastādīta pēc aptaujas anketu datiem , ir 4.5-4.6milj.c.m3 gadā. Izmantojot eksperimentāli iegūtos un siltumapgādes rokasgrāmatu datus par apkures krāšņu lietderības koeficientiem, apkurināmo platību (CSB dati) un mājokļu īpatnējos siltuma zudumus, malkas patēriņš mājsaimniecībās, kuras apkurina ar koksni ir 3.1 – 3.6 milj.c.m3 gadā. Kurināmās koksnes patēriņa aprēķins ar koksni apkurināmajās mājsaimniecībās ir apkopots divos variantos (skatīt 5.3. un 5.4. tabulas)

1. versijas kurināmā patēriņa aprēķins

1.versija			
Savrupmāju, ar koksni apsildāmā, platība	milj.m2	17,04	CSB
Īpatnējais siltuma patēriņš apkurei un siltajam ūdenim	kWh.m2/g	260	
Kopējais siltuma patēriņš savrupmājām	milj.MWh/g	4,43	
Katlu, krāšņu lietderības koeficients	%	65	
Patērētā kurināmā kopējā siltumspēja	milj.MWh	6,82	
Kurināmā siltumspēja	MWh/c.m3	2,20	
Kurināmā patēriņš	milj/c.m3	3,10	

2. versijas kurināmā patēriņa aprēķins

2.versija			
Savrupmāju, ar koksni apsildāmā, platība	milj.m2	17,04	CSB
Īpatnējais siltuma patēriņš apkurei un siltajam ūdenim	kWh.m2/g	260	
Kopējais siltuma patēriņš savrupmājām	milj.MWh/g	4,43	
Katlu,krāšņu lietderības koeficients	%	56	
Patērētā kurināmā kopējā siltumspēja	milj.MWh	7,91	
Kurināmā siltumspēja	MWh/c.m3	2,20	
Kurināmā patēriņš	milj/c.m3	3,60	

Kurināmās koksnes un tehnoloģiskās šķeldas eksporta un importa starpība ir apkopota 5.4. tabulā.

5.4. tabula

Kurināmās koksnes un tehnoloģiskās šķeldas eksporta ,importa starpība

Visa kurināmā koksne un tehnoloģiskā šķelda kopā	milj.c.m3	3,01
<i>malka</i>	<i>milj.c.m3</i>	<i>0,38</i>
<i>kurināmā koksne</i>	<i>milj.c.m3</i>	<i>1,68</i>
<i>tehnoloģiskā šķelda</i>	<i>milj.c.m3</i>	<i>0,96</i>
Kurināmās koksnes eksporta, importa starpība	milj.c.m3	2,05

Kurināmās koksnes eksports 2007.gadā bija 2.05 milj. c.m3.,2006. gadā tuvu 2.5 milj.c.m3

Kurināmās koksnes ražošanu.

Kurināmās koksnes – mizas, zāģskaidu ,kurināmās šķeldas vai nomaļu daudzumu galvenokārt nosaka zāģmateriālu un finierkļuču pārstrādes apjoms, tātad arī importa īpatsvars valstī. No nemizotiem zāģmateriāliem kurināmās koksnes iznākums zāģētavās ir 50%- 56 %.

Zāģētavās, kurās apaļkoksnei pirms pārstrādes mizo, ap 30 % no apaļkoksnes tilpuma var saražot celulozes šķeldu, tātad attiecīgi par 30% mazāk kurināmo koksni.

Svarīgi, vai zāģmateriāli tiek tālāk pārstrādāti vai bez apstrādes eksportēti. Zāģmateriālu pārstrādē – mēbeļu, līmētās un profilētās koksnes ražošanas procesā kurināmās koksnes iznākums nereti ir 60-70 % no zāģmateriālu tilpuma.

2007.gadā tika eksportēti 2,1 milj. un importēti 0.6 milj. m3 zāģmateriālu, tātad starpība 1.5 milj. m3. Ja šie 1.5 milj.m3 zāģmateriālu tiktu pārstrādāti Latvijā, papildus veidotos līdz 1 milj.c.m3 kurināmās koksnes.

Par nozīmīgu sastāvdaļu kurināmās koksnes bilancē nākotnē varētu kļūt mežizstrādes atlieku - zaru, galotņu, grāvju un nemežu krūmāju šķelda ,kuru Somijā dēvē par „zaļo šķeldu”. 2007.gadā tika saražoti 0.49 milj.c.m3 „zaļās šķeldas”

Malkas ieguve no kopējās mežizstrādes koksnes sastāda 10-12%. 2007.gadā tika iegūti 1.26 milj.m3 malkas.

Nenoteiktākā sastāvdaļa kurināmās koksnes bilancē ir bez ciršanas biļetena atļautā malkas ieguve (10 m3 vienam īpašniekam) privātajos mežos. 2007. gadā tā varētu būt robežās no 1.2 līdz 1.7 milj.m3.

Kurināmās koksnes izmantošana.

Apmēram 60% no visas kurināmās koksnes patērē mājokļu apkurināšanai. Pārējie 40% gandrīz vienādās daļās tiek izmantoti centralizētās siltumenerģijas ražošanai, rūpniecības uzņēmumu un sabiedriskā sektora siltumapgādē.

6. Piedalīšanās starptautiskās aktivitātēs testēšanā un standartizācijā, starptautiskās konferencēs un darba semināros

Projekta ietvaros notikusi viena uzstāšanās starptautiskā konferencē par koksnes resursu modeļiem (projekta vadītājs K.Būmanis, COST E44 noslēguma konference, Milānā, 2.-3.jūnijs, 2008), viena projekta darbinieka stažēšanās Somijas testēšanas laboratorijās (projekta izpildītājs A.Dekšnis, stažēšanās Enas Oy un VTT, Juvaskula un Espo, 13.-24.oktobris, 2008) un viena projekta eksperta pieredzes apmaiņas brauciens uz Somiju par risinājumiem enerģijas pārvēršanā (projekta izpildītājs J.Zalāns, 26.-29.oktobris, 2008).

Projektā bija plānots piedalīties arī vienā no bioenerģijas standartu sagatavošanas izpētes projekta BIONORM II (<http://www.bionorm2.eu>) darba semināriem. Diemžēl tika saņemts atteikums no projekta koordinators, jo darba semināros var piedalīties tikai projekta dalībnieku pārstāvji. No Latvijas šajā projektā ir pārstāvētas divas organizācijas: LVMI Silava un RTU Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts. Tā kā ar šīm organizācijām ir cieša sadarbība, tad tiek nodrošināta arī informācijas apmaiņa saistībā ar attiecīgo projektu.

Starptautiskās zinātniskās sadarbības programmas COST akcijas E44 „Wood processing strategy” (Kokrūpniecības stratēģija) noslēguma konferencē Milānā, Itālijā, prezentēts ziņojums par Latviju, kas iekļauts kopējā izdevumā par Eiropas kokrūpniecību (skatīt pielikumā). Galvenās tēmas, kas risinātas šajā akcijā: kokrūpniecības stratēģijā Eiropā un atsevišķās valstīs, koksnes plūsmas un pārstrādes sektori, koksnes pārstrādes jaudas un resursi.

Sadarbojoties ar Somijas kolēģiem un pateicoties starptautiska projekta Phydades atbalstam (<http://www.phydades.info/>) projekta izpildītājs A.Dekšnis stažējās Somijas testēšanas laboratorijās ar mērķi iepazīties ar laboratorijām, apgūt cietās biodegvielas standartizētās pārbaudes metodes un iegūt prasmes darbā ar laboratorijas aprīkojumu. Stažēšanās ietvaros notika iepazīšanās ar vietējām organizācijām, VTT un ENAS Oy laboratoriju vadību un Phydades projektu. Seminārā gūts priekšstats par standartu izstrādes gaitu, standartu apstiprināšanu, kā arī par standartu atjaunināšanu un ieviešanu ES dalībvalstīs. Stažēšanās pirmajā etapā gūts priekšstats par VTT zinātniskajām laboratorijām Juvaskulā un par tur notiekošajām aktivitātēm. Zinātniskā pētniecība tur norisinās divos pamatvirzienos. Pirmais pētniecības virziens ir bioenerģētika, kur tiek pētītas dažādas dažāda veida cietās biodegvielas sadedzināšanas tehnoloģijas. Otrais virziens ir celulozes un papīrrūpniecība. Enerģētikas jomā laboratorijās pēta dažādu maisījumu kvalitāti energoefektivitātes jomā. Izgatavo ar laboratorijas iekārtu granulas ar dažādu sastāvu. Granulām lieto kūdras, cirsma atliekas, skaidas un to maisījumus. Sadedzināšanas pētījumu jomā laboratorijās ir uzbūvētas maza izmēra kurtuves un reaktori, lai varētu pētīt dažādu materiālu degšanas īpašības. Liela uzmanība tiek pievērsta elektrības ģenerēšanas lietderības koeficienta palielināšanai, samazinot siltuma zudumus. Tiek veikta pētniecība arī maza izmēra privātmāju katlu jomā, kā arī dažādu koksnes kurināmā veidu sadegšanas īpašības. Stažēšanās praktiskajā sadaļā Enas Oy un VTT laboratorijās Juvaskulā tika veikti praktiskie darbi apgūstot cietās biodegvielas fizikāli mehāniskās testēšanas prasmes. Tika apgūtas cietās biodegvielas kvalitātes novērtēšanas metodes un izmantojot laboratorijas paraugus un aprīkojumu.

Otrajā stažēšanās nedēļā tika iepazītas VTT laboratorijas Espo. Otrās nedēļas apmācību programma galvenokārt bija vērsta uz biodegvielas paraugu sagatavošanu ķīmiskā sastāva un enerģijas daudzuma noteikšanu. VTT bioenerģētikas laboratorijās Espo galvenais pētniecības virziens ir cietās biodegvielas pārveidošana šķidrā kurināmā. Šādu pārveidošanu veic ar gazifikācijas paņēmieni, kad no cietās biodegvielas augstā temperatūrā iegūst gāzi, kuru pēc tam atdzesē un attīra. Iegūto gāzi lieto šķidrās degvielas sintezēšanai. Iegūtā jaunā degviela tiek rūpīgi pārbaudīta dažāda veida transportlīdzekļos. Pārbaudes veic laboratorijas apstākļos transportlīdzekļus slogojot ar speciālu aprīkojumu. Iegūtie rezultāti liecina, ka bioloģiskas izcelsmes degvielas kvalitāte pārspēj fosilo degvielu parametrus.

Projekta izpildītājs J.Zalāns no 26. līdz 29.oktobrim piedalījās pieredzes apmaiņas braucienā uz Somiju, kuru organizēja Latvijas Siltumuzņēmumu asociācija. Somijas pusi pārstāvēja Somijas Enerģētikas industrijas centralizētās siltumapgādes nodaļa. Tika prezentēti vispusīgi dati par siltuma un elektroenerģijas ražošanu Somijā. Galvenais brauciena mērķis bija apmeklēt katlumājas, kurās kā kurināmo izmanto biomasu- mizas, zāģētavu blakusproduktus skaidas un šķeldas, kūdras, salmus, zaru šķeldas, ko dēvē par „zaļo šķeldu”. Apmeklētas 8 katlumājas, kurās izmanto tuvumā esošo zāģētavu kurināmo koksnī. Katlumājas būvētas, lai ar siltumenerģiju apgādātu pilsētiņu vai ciematu mājokļus un zāģētavu zāģmateriālu žāvētavas.

Kurināmā sadedzināšanai, katliem ar jaudu virs 6 MW, izmanto verdošā slāņa kurtuves, kurās vienlīdz labi var sadedzināt dažāda izmēra, mitruma un kaloritātes sasmalcinātu kurināmo. Mazākas jaudas katli ir aprīkoti ar kustīgo ārdū kurtuvēm.

Katlumājas, ar siltuma jaudu virs 8 MW, galvenokārt ir aprīkotas ar tvaika turbīnām – tās strādā koģenerācijas režīmā. Visās apsekotajās koģenerācijas stacijās elektroenerģijas izstrāde ir pakārtota siltuma ražošanai, ja siltuma ražošanu pārtrauc, elektroenerģija netiek ražota kondensācijas režīmā.

Katlumājās ir uzstādi skruberi. Skruberis ir iekārta, kurā dūmgāzes, pirms izejas skurstenī, ar iesmidzinātu ūdeni atdzesē līdz 45 - 50⁰ C grādu temperatūrai. No dūmgāzēm saņemtais siltums siltumapmaiņas iekārtā tiek izmantots apkures tīkla atpakaļgaitas ūdens priekšsildīšanai. Skruberis iegūtā siltumenerģija ievērojami paaugstina katlumājas kopējo lietderības koeficientu. Skruberu uzstādītā jauda – ap 25% no katla jaudas. Skruberu iekārtas ļauj izmantot daļu no kurināmā augstākās siltumspējas.

Somijā gūtā pieredze lieti noderēs, izvēloties atbilstošas tehnoloģijas un projektējot biomasas katlumājas Latvijā siltuma un elektroenerģijas ražošanai.

7. Nozares dalībnieku iepazīstināšana ar projekta rezultātiem, izglītojošu materiālu sagatavošana tirgus dalībniekiem

Projekta laikā notikušas vairākas tikšanās ar citu zinātnisko institūciju, tai skaitā LVMZI Silava un LZA Fizikālās enerģētikas institūts, kuri strādā pie projektiem līdzīgās tēmās, un nozares pārstāvjiem, lai koordinētu pētnieciskās darbības virzienus. Projekta ietvaros tapušās enerģētiskās koksnes plūsmas modelēšanas izstrādes un iegūtie rezultāti tiek aprobēti RTU Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta vadītā MAF projektā „Faktiskās enerģētiskās koksnes plūsmas apzināšana 2007.gadā”.

Projekta ietvaros uzsākta sadarbība un noslēgta vienošanās ar Latvijas biomasas asociāciju „LATBIONRG” (<http://www.latbionrg.lv>) par informatīva atbalsta sniegšanu saistībā ar koksnes enerģētisko produktu īpašībām, apjomiem un ražošanu. Asociācijas biedri un nozares dalībnieki iepazīstināti ar projekta starprezultātiem un ieplānoti regulāri informatīvi pasākumi tirgus dalībniekiem. Asociācija „LATBIONRG” dibināta 2008.gada 25.februārī. asociācija izmanto pētījumos iegūtos rezultātus vēršoties pie valdības, kā arī informējot masu plašsaziņas līdzekļus. Asociācijas pārstāvji ir piedalījušies vairākās konferencēs un forumos, popularizējot biokurināmā izmantošanas ideju, kā arī nodrošinot informācijas apriti:

Pasaules Bioenerģijas Konferencē 2008, kas notika Zviedrijā . Šī konference deva iespaidīgu ieskatu pasaules bioenerģijas risinājumos, jaunumos, tehnikās un pieredzē, kā arī daudz labu kontaktu

„Latvijas siltumuzņēmumu asociācijas” valdes sēde – 2008.gada 15.maijā;

Baltijas jūras reģiona valstu biznesa konference (BSRBF) Rīgā, 2008.gada 3-4.jūnijā;

Pasaules Enerģijas padomes Latvijas Nacionālās komitejas valdes sēde Rīgā, 2008.gada 4.jūnijā;

Latvijas enerģijas drošība BSF otrais forums - 2008.gada 6.jūnijā.

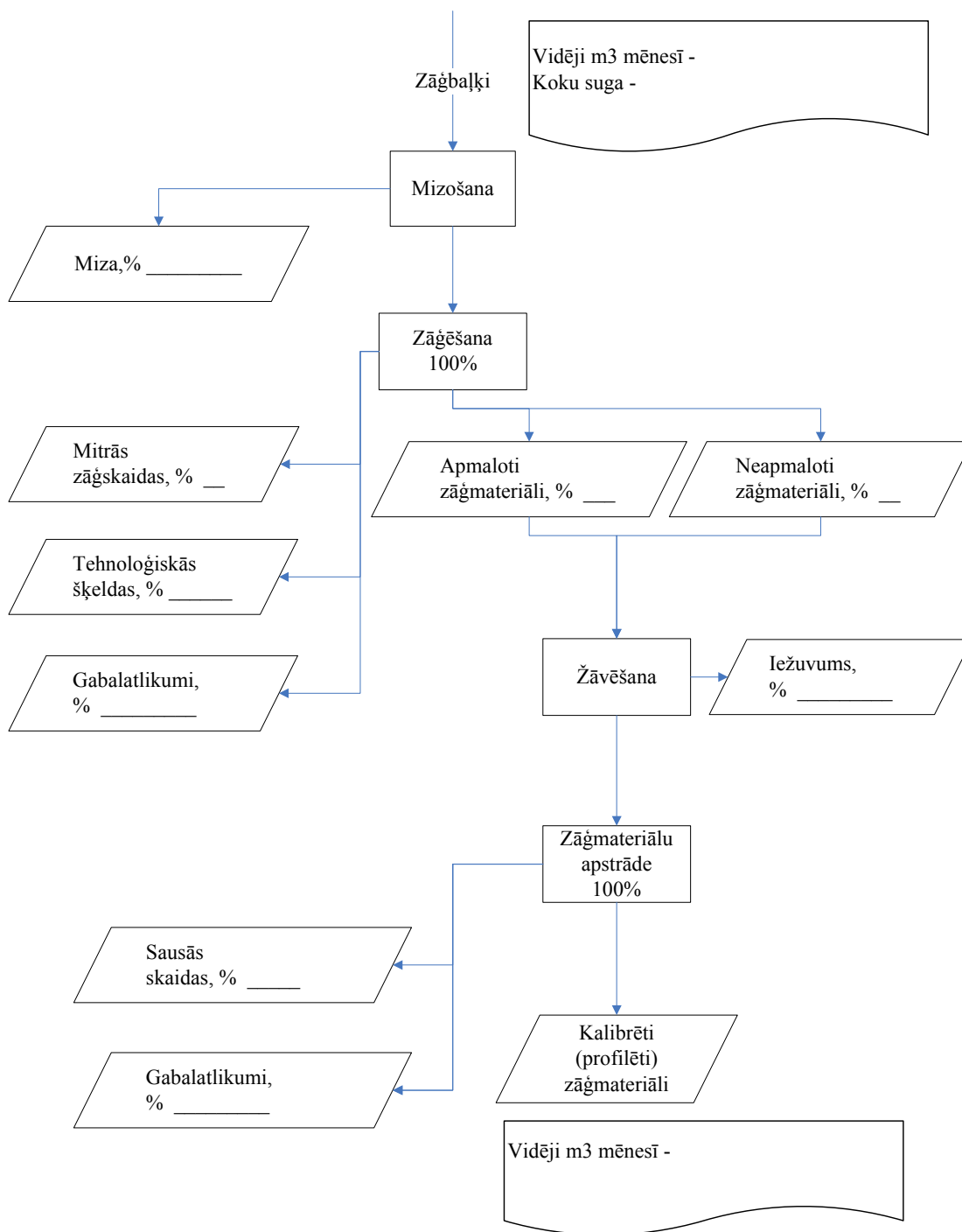
Šajos pasākumos „LATBIONRG” pārstāvji ir uzstājušies ar Latvijas enerģētiskās koksnes biomasas resursu pētījumu rezultātu atspoguļojumu.

Asociācija ir iestājusies Eiropas bioenerģijas asociācijā AEBIOM (<http://www.aebiom.org>), kas sniedz iespēju, ne tikai sekot līdzi visai aktuālajai informācijai par kaimiņu sasniegumiem, izmaiņām ES noteikumos saistībā ar bioenerģiju, bet piedalīties arī regulārā pieredzes apmaiņā. Uzsākta plānošana kopīga starptautiska projekta pieteikuma sagatavošanai programmas Intelligent Energy Europe ietvaros.

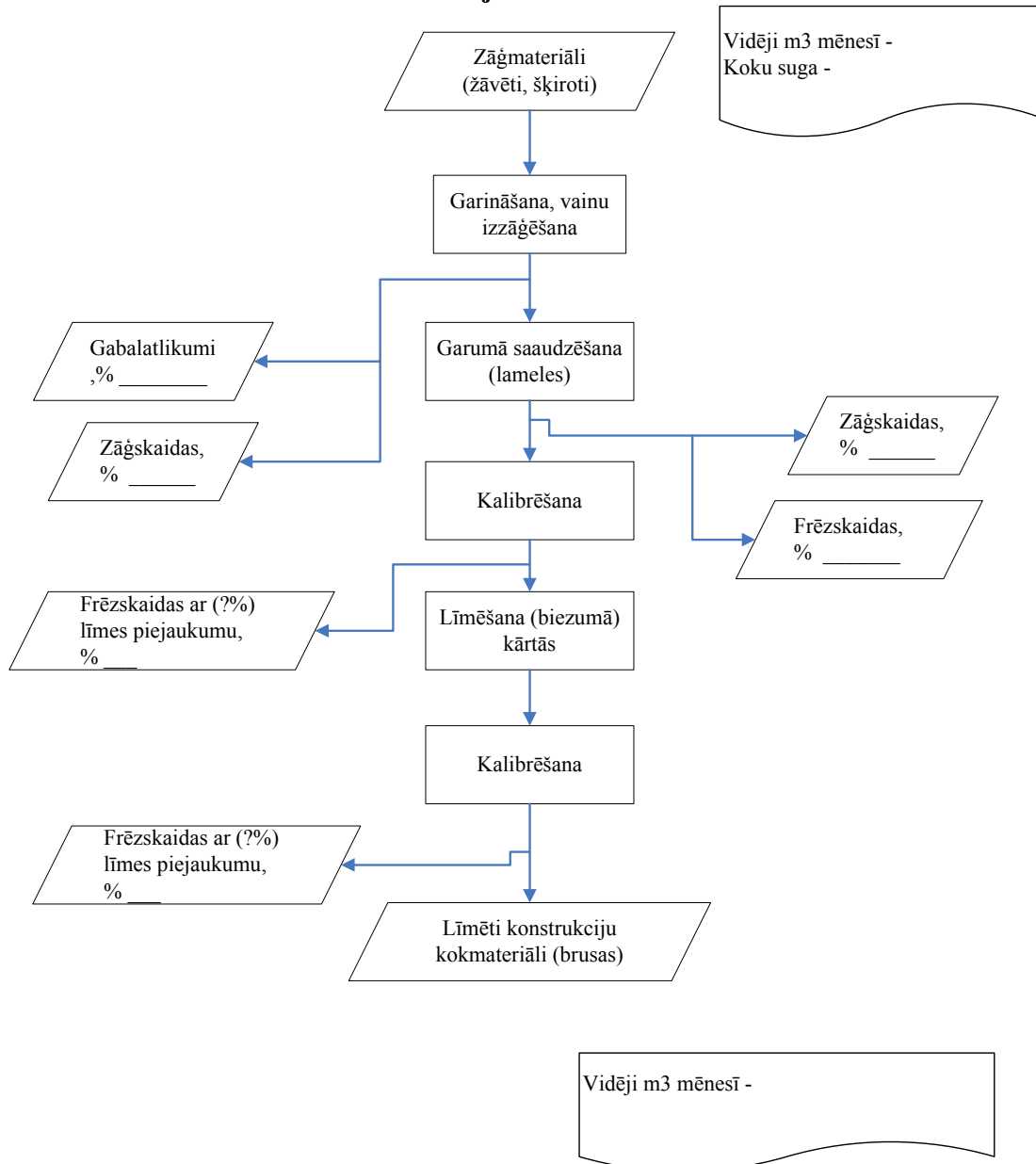
Projektā sagatavots vizuālais un tekstuālais materiāls izglītojoši informatīvam bukletam par koksnes enerģētiskajiem produktiem.

8. PIELIKUMI

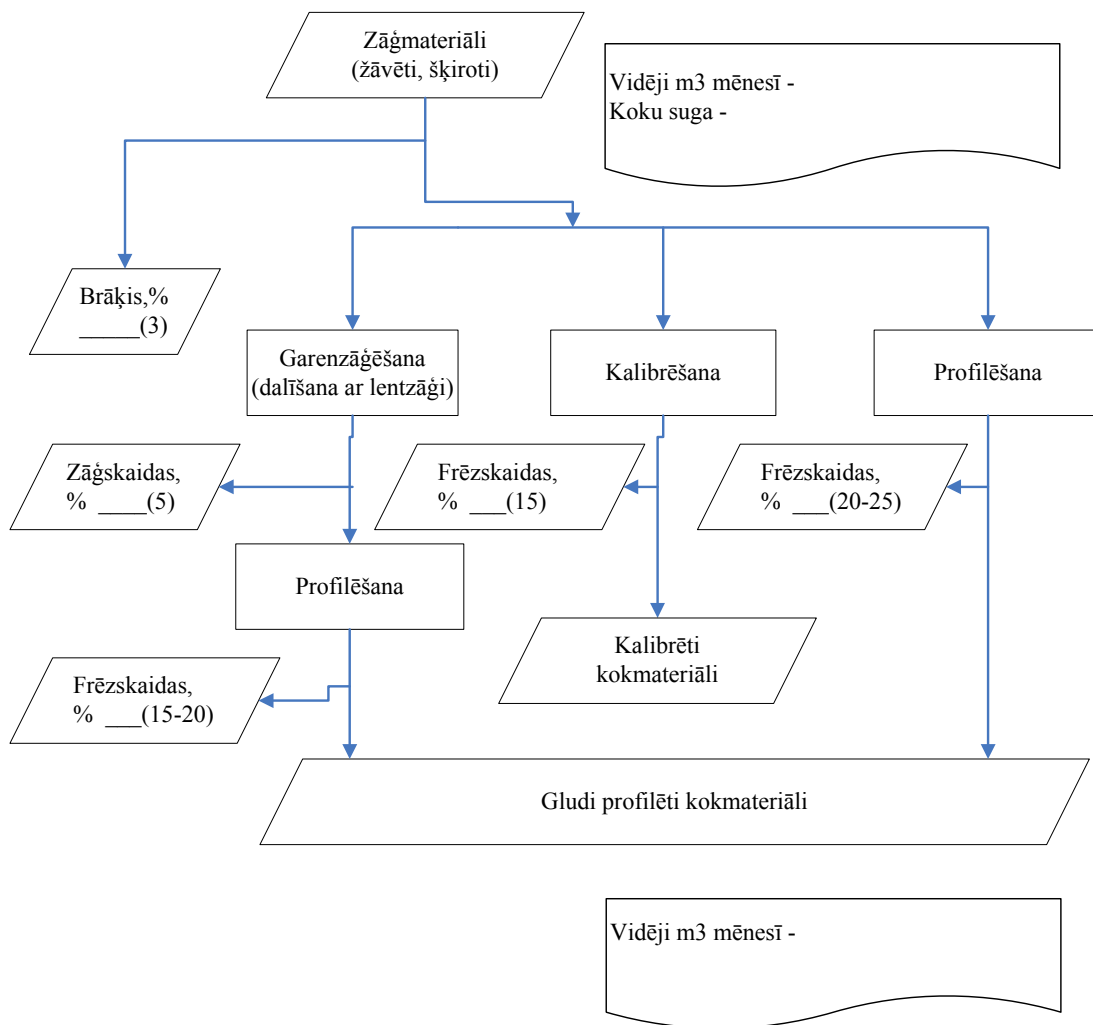
Zāģmateriālu ražošana



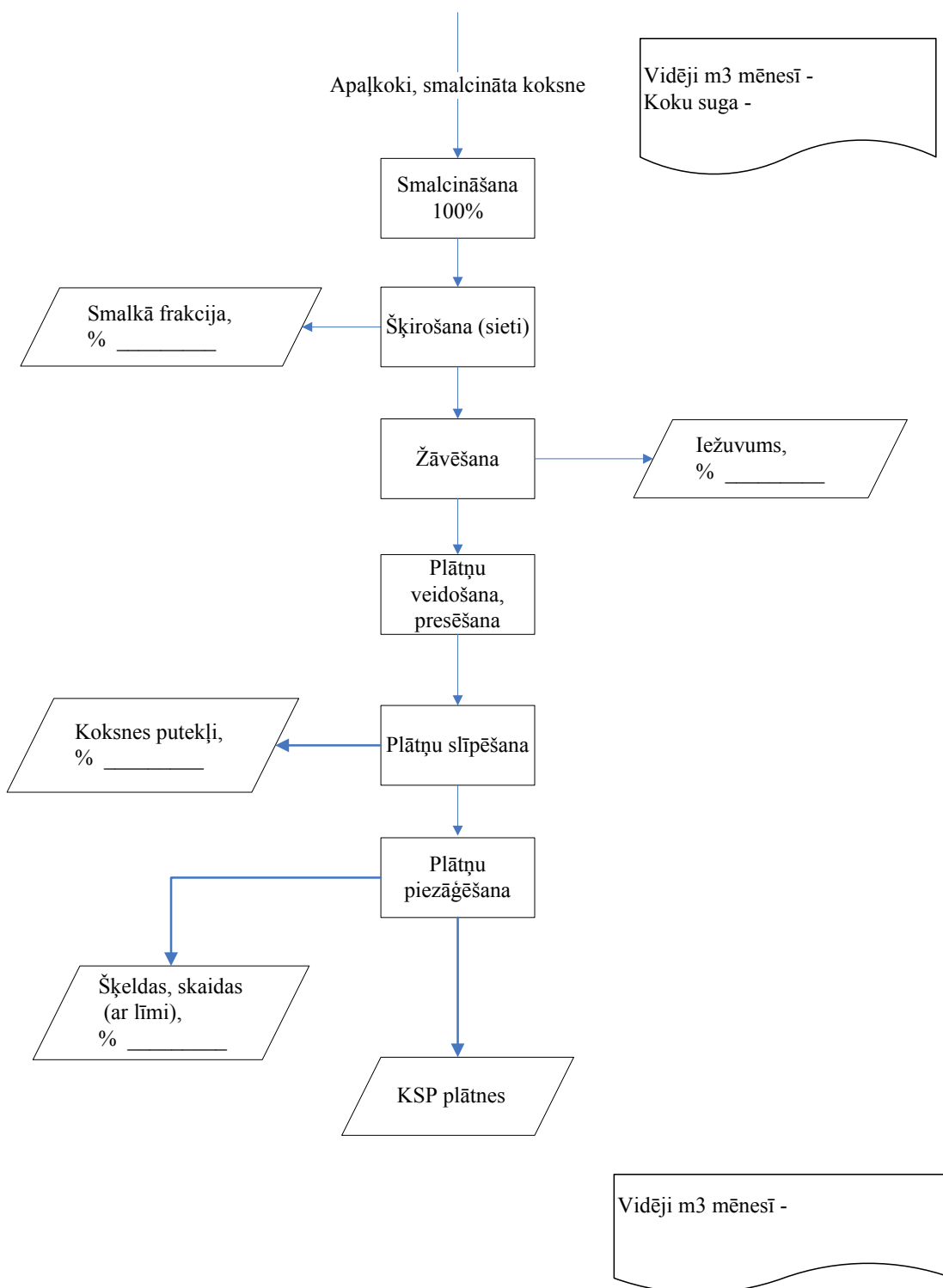
Līmētu konstrukciju ražošana



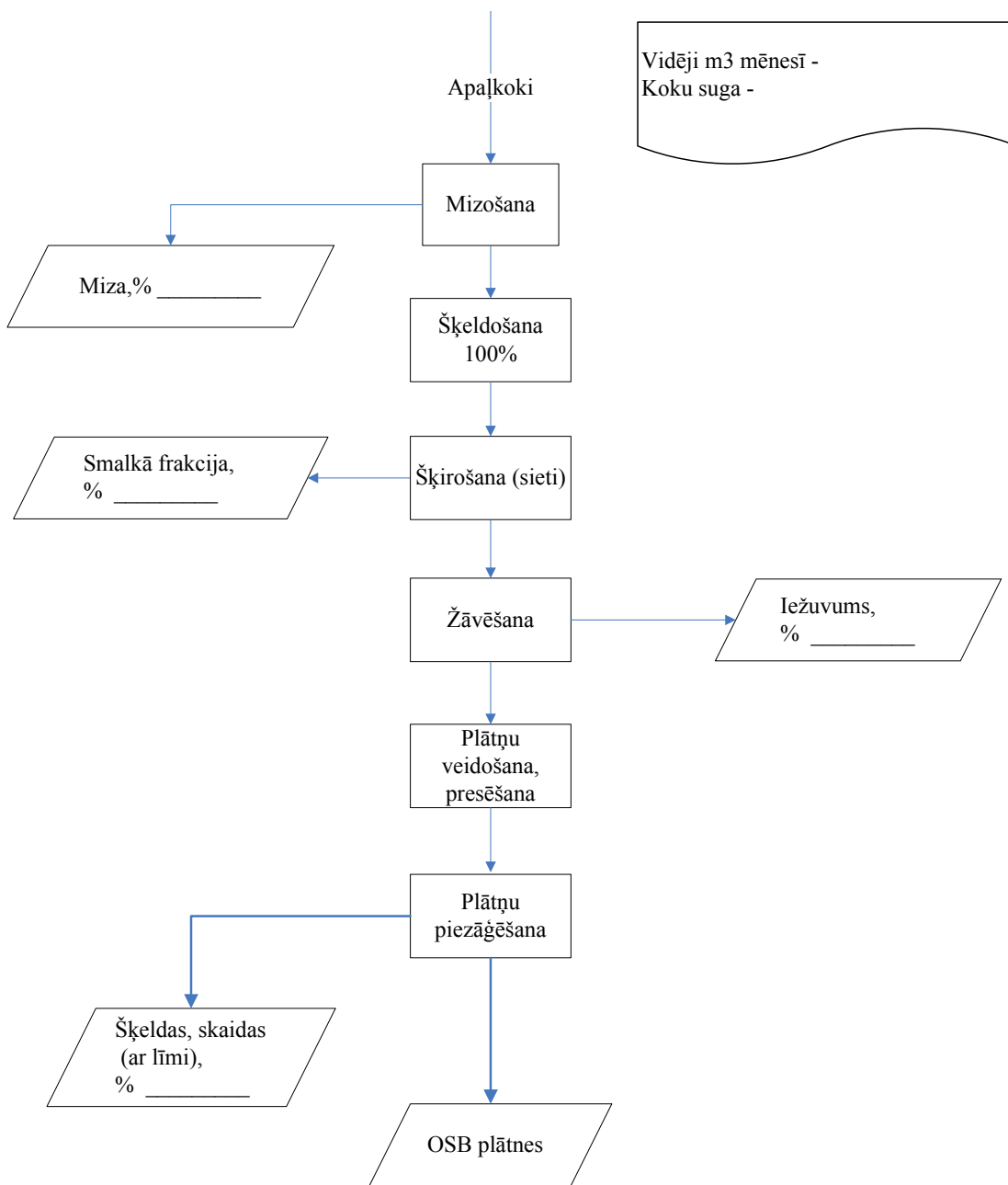
Zāģmateriālu tālākā apstrāde



KSP plātņu ražošana



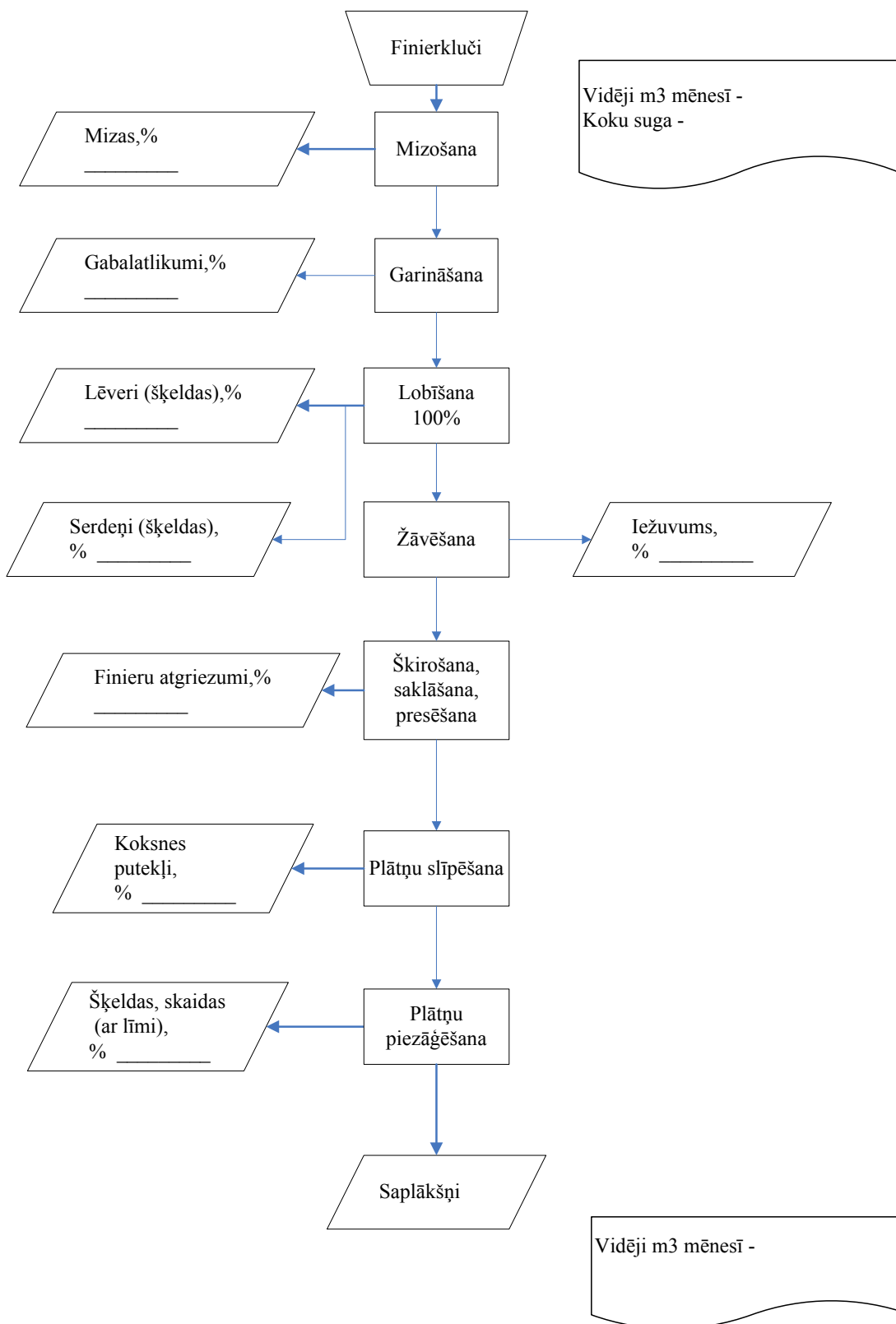
OSB plātņu ražošana



Vidēji m3 mēnesī -
Koku suga -

Vidēji m3 mēnesī -

Saplākšņu ražošana



Frakciju sadalījums un sadegšanas siltums mežizstrādes šķeldām Pilottesta rezultāti

Metode

Frakciju noteikšana pēc LVS CEN/TS 15149-1. Sietu komplekts (caurumu diametrs ar nebūtiskām novirzēm no standarta specifikācijas): 63, 45, 13, 7, 3 mm. Iekārta: šķeldu šķirošanas iekārta ar mehānisku turp-atpakaļ kustības piedziņu Myototera. Iestatītais sijāšanas laiks: 12 – 15 min.

Sadegšanas siltuma noteikšana saskaņā ar LVS CEN/TS 14918 Cietās biodegvielas. Siltumspējas noteikšanas metode. Iekārta: skābekļa bumba, kalorimetrs FTT/Grant. Paraugi samalti dzirnavās ar sietu 1 mm.

Mitrums netika noteikts, jo paraugiem nebija nodrošināti atbilstoši uzglabāšanas apstākļi, līdz ar to nebija iespējams konstatēt sākotnējo mitrumu.

Paraugu apraksts

- 1) Ba + apsegtas 26.10.2007, izstrādāts 08.07 (1)
- 2) Priede sastāva kopšana 26.10.2007, izstrādāts 08.07 (2)
- 3) Ba + Lap. k. 24.10.2007, izstrādāts 08.07 (3)
- 4) LVM mistrotas atliekas 24.10.2007, žāvētas ziemā (4)

Paraugus sagatavoja: A.Lazdiņš, LVMI „Silava”

Testa izpildes laiks: 31/01/2008 – 01/02/2008

Rezultāti:

1. tabula

Paraugš (1)

Sieti, mm	Frakcijas, mm	Kopējā frakcijas masa, g	Procentuālais sadalījums pa frakcijām, %
Parauga garums	-	0,0	0,0
Parauga garums190	100-190	1,6	0,1
63	63-100	0,0	0,0
45	45-63	14,7	1,0
13	13-45	740,1	51,7
7	7-13	347,8	24,3
3	3-7	214,3	15,0
smalkumi	zem 3	111,9	7,8
Kopā:		1430,4	100,0

2. tabula

Paraugs (2)

Sieti, mm	Frakcijas, mm	1. parauga masa, g	2. parauga masa, g	Kopējā frakcijas masa, g	Procentuālais sadalījums pa frakcijām, %
Parauga garums	-	-	-	0,0	0,0
Parauga garums	-	-	-	0,0	0,0
63	63-100	-	-	0,0	0,0
45	45-63	24,2	8	32,2	0,7
13	13-45	1347,1	1214	2561,1	52,0
7	7-13	491,1	564,7	1055,8	21,4
3	3-7	393,6	405,3	798,9	16,2
smalkumi	zem 3	235	242,8	477,8	9,7
Kopā:		2491,0	2434,8	4925,8	100,0

3. tabula

Paraugs (3)

Sieti, mm	Frakcijas, mm	1. parauga masa, g	2. parauga masa, g	Kopējā frakcijas masa, g	Procentuālais sadalījums pa frakcijām, %
Parauga garums	-	-	-	0,0	0,0
Parauga garums	-	-	-	0,0	0,0
63	63-100	-	-	0,0	0,0
45	45-63	-	22,2	22,2	0,6
13	13-45	1071,5	778,1	1849,6	46,3
7	7-13	448,8	481,9	930,7	23,3
3	3-7	270,1	335,6	605,7	15,2
smalkumi	zem 3	267,2	315,7	582,9	14,6
Kopā:		2057,6	1933,5	3991,1	100,0

4. tabula

Paraugs (4)

Sieti, mm	Frakcijas, mm	Kopējā frakcijas masa, g	Procentuālais sadalījums pa frakcijām, %
Parauga garums	-	0,0	0,0
Parauga garums	-	0,0	0,0
63	63-100	0,0	0,0
45	45-63	0,0	0,0
13	13-45	963,0	43,3
7	7-13	512,9	23,0
3	3-7	399,2	17,9
smalkumi	zem 3	350,2	15,7
Kopā:		2225,3	100,0

5. tabula

Procentuālais sadalījums pa frakcijām (kopsavilkums), %

Sieti, mm	1)	2)	3)	4)
Parauga garums 190	0,1	0,0	0,0	0,0
63	0,0	0,0	0,0	0,0
45	1,0	0,7	0,6	0,0
13	51,7	52,0	46,3	43,3
7	24,3	21,4	23,3	23,0
3	15,0	16,2	15,2	17,9
smalkumi	7,8	9,7	14,6	15,7
Kopā:	100,0	100,0	100,0	100,0

6. tabula

Paraugu sadegšanas siltums, MJ/kg

Parauga Nr.	Sadegšanas siltums, MJ/kg
1	19,52
2	17,04
3	15,50
4	16,97

Frakciju šķirošanas darba gaita, paraugu un frakciju vizuālais izskats**1. att. Pirmais paraugs.**



2. att. Pirmā parauga frakcija 100 - 190 mm.



3. att. Pirmā parauga frakcija 45 - 63 mm.



4. att. Pirmā parauga frakcija 13 - 45 mm.



5. att. Frakciju svēršana.



6. att. Pirmā parauga frakcija 7 - 13 mm.



7. att. Pirmā parauga frakcija 3 - 7 mm.



8. att. Pirmā parauga smalkumi zem 3 mm.



9. att. Otrais paraugs.



10. att. Otrā parauga frakcija 13 - 45 mm.



11. att. Otrā parauga frakcija 7 - 13 mm.



12. att. Otrā parauga frakcija 3 - 7 mm.



13. att. Otrā parauga smalkumi zem 3 mm.



14. att. Trešais paraugs.



15. att. Trešā parauga frakcija 45 - 63 mm.



16. att. Trešā parauga frakcija 13 - 45 mm.



17. att. Trešā parauga frakcija 7 - 13 mm.



18. att. Trešā parauga frakcija 3 - 7 mm.



19. att. Trešā parauga smalkumi zem 3 mm.



20. att. Ceturtais paraugs.



21. att. Ceturtā parauga frakcija 13 - 45 mm.



22. att. Ceturtā parauga frakcija 7 - 13 mm.



23. att. Ceturtā parauga frakcija 3 - 7 mm.



24. att. Ceturtā parauga smalkumi zem 3 mm.

Frakciju sadalījuma, mitruma un sadegšanas siltuma noteikšana šķeldām no kārkļu plantācijas Pilottesta rezultāti

Metode

Frakciju noteikšana pēc LVS CEN/TS 15149-1. Sietu komplekts, mm: 63; 45; 16; 8 un 3,15. Iekārta: šķeldu šķirošanas iekārta ar mehānisku turp-atpakaļ kustības piedziņu. Iestatītais sijāšanas laiks: 15 min.

Mitruma saturs noteikšana ar žāvēšanas metodi pēc LVS CEN/TS 14774-2. Iekārta: Žāvēšanas krāsns Memmert ULE 500; svāri Sartorius TE 6101.

Sadegšanas siltuma noteikšana saskaņā ar LVS CEN/TS 14918 Cietās biodegvielas. Siltumspējas noteikšanas metode. Iekārta: skābekļa bumba, kalorimetrs FTT/Grant. Paraugi samalti dzirnavās ar sietu 1 mm.

Paraugu apraksts

- 5) Kārkļu šķeldas iegūta ar šķeldotāju EKOLINE, paraugs sagatavots 06.03.2008
- 6) Kārkļu šķeldas iegūta ar šķeldotāju-pašgājēju CLASS JAGUAR HS2, paraugs sagatavots 06.03.2008

Paraugus nosūtīja: A.Lazdiņš, LVMI „Silava”

Paraugi saņemti: 10/03/2008

Testa izpildes datums: 14/03/2008 – 17/03/2008

Rezultāti:

1. tabula

Kārkļu šķeldas iegūtas ar šķeldotāju ECOLINE

Sieti, mm	Frakcijas, mm	Kopējā frakcijas masa, g	Procentuālais sadalījums pa frakcijām, %
Parauga garums	-		
63	63-100	0,0	0,0
45	45-63	0,2	0,0
16	16-45	172,1	9,4
8	8-16	1176,7	64,5
3,15	3,15-7	419,7	23,0
smalkumi	zem 3,15	54,5	3,0
Kopā:		1823,2	100,0

Kārķļu šķeldas iegūtas ar šķeldotāju CLASS JAGUAR HS2

Sieti, mm	Frakcijas, mm	Kopējā frakcijas masa, g	Procentuālais sadalījums pa frakcijām, %
Parauga garums	-		
63	63-100	0,0	0,0
45	45-63	0,0	0,0
16	16-45	182,7	9,6
8	8-16	1017,4	53,3
3,15	3,15-7	468,6	24,6
smalkumi	zem 3,15	238,6	12,5
Kopā:		1907,3	100,0

Kārķļu šķeldu mitruma saturs,%

Parauga Nr.	Parauga apraksts	Mitruma saturs, %
1	Kārķļu šķeldas iegūtas ar šķeldotāju ECOLINE	42,8
2	Kārķļu šķeldas iegūtas ar ar šķeldotāju-pašgājēju CLASS JAGUAR HS2	55,9

Paraugu sadegšanas siltums, MJ/kg

Parauga Nr.	Parauga apraksts	Sadegšanas siltums, MJ/kg
1	Kārķļu šķeldas iegūtas ar šķeldotāju ECOLINE	18,89
2	Kārķļu šķeldas iegūtas ar ar šķeldotāju-pašgājēju CLASS JAGUAR HS2	18,93

Fraciju šķirošanas darba gaita, paraugu un fraciju vizuālais izskats



1. att. Kārķļu šķeldas iegūtas ar šķeldotāju ECOLINE.



2. att. Sadalījums pa frakcijām.



3. att. Kārķu šķeldas iegūtas ar šķeldotāju-pašgājēju CLASS JAGUAR HS2.



4. att. Sadalījums pa frakcijām.

Frakciju sadalījums, mitrums un sadegšanas siltums mežizstrādes šķeldām no celmiem Pilottesta rezultāti

Metode

Frakciju noteikšana pēc LVS CEN/TS 15149-1. Sietu komplekts (caurumu diametrs ar nebūtiskām novirzēm no standarta specifikācijas): 63, 45, 13, 7, 3 mm. Iekārta: šķeldu šķirošanas iekārta ar mehānisku turp-atpakaļ kustības piedziņu Myototera. Iestatītais sijāšanas laiks: 12 – 15 min.

Mitruma noteikšana atbilstoši LVS CEN/TS 14774-2 Žāvēšanas krāsnī metode. Iekārta: žāvēšanas krāsns MEMMERT, svāri SARTORIUS CP3202S-OCE. Paņemts paraugs 350g un ievietots alumīnija traukā žāvēšanai.

Sadegšanas siltuma noteikšana saskaņā ar LVS CEN/TS 14918 Siltumspējas noteikšanas metode. Iekārta: skābekļa bumba, kalorimetrs FTT/Grant. Paraugi samalti dzirnavās ar sietu 1 mm.

Paraugu apraksts

- 7) Skujkoku celmu šķeldas no LVM mežizstrādes
Paraugu sagatavoja: A.Lazdiņš, LVMI „Silava”

Testa izpildes datums: 08/02/2008 – 15/02/2008

Rezultāti:

Frakciju sadalījums

1. tabula

Sieti, mm	Frakcijas, mm	1. parauga masa, g	2. parauga masa, g	Kopējā frakcijas masa, g	Procentuālais sadalījums pa frakcijām, %
Parauga garums	-	-	-	-	-
Parauga garums	170	-	52,2	52,2	1,2
63	63-100	-	-	-	-
45	45-63	47,4	21,6	69	1,6
13	13-45	575,1	661,6	1236,7	28,9
7	7-13	576,7	501,3	1078	25,2
3	3-7	653,6	547,6	1201,2	28,1
smalkumi	zem 3	351,2	293,4	644,6	15,1
Kopā:		2204	2077,7	4281,7	100,0

Mitrums

$$M_{ar} = \frac{(m_2 - m_3) + m_4}{(m_2 - m_1)} \cdot 100 = \frac{(386,05 - 187,9) + 0}{(386,05 - 7,28)} \cdot 100 = 52,5\%$$

kur:

- M_{ar} – mitrums (pie saņemšanas), %,
- m_1 – sausa tīra trauka masa, g,
- m_2 – parauga masa kopā ar trauku pirms žāvēšanas,
- m_3 – parauga masa kopā ar trauku pēc žāvēšanas,
- m_4 – ar iepakojumu saistītā ūdens masa, g.

Piezīme: Šķeldas ir iegūtas pārstrādājot skujkoku celma daļas un saknes, līdz ar to tai ir palielināts ekstraktvielu apjoms, kas var ietekmēt mitruma mērījuma precizitāti.

Paraugu sadegšanas siltums

Dotajam paraugam noteiktais sadegšanas siltums: 20,44 MJ/kg.

Piezīme: Paraugs ir izgatavots samaļot dzirnavās ar sietu 1mm, paraugs pirms malšanas ir noskalots ar ūdeni un izžāvēts, lai atbrīvotu to no minerālu piemaisījumiem.

Pielikums.

Frakciju šķirošanas darba gaita, paraugu un frakciju vizuālais izskats

1. att. Paraugs pirms frakcionēšanas.



2. att. Parauga frakcija 45 – 63 mm.



3. att. Parauga frakcija 13 - 45 mm.



4. att. Piektā parauga frakcija 7 - 13 mm.



5. att. Piekta parauga frakcija 3 - 7 mm.



6. att. Smalkumi.

Mežizstrādes šķeldu laboratorijas testu rezultāti

1. tabula

Frakciju sadalījums

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
	Sietu caurumu diametri, mm	Frakcija, mm	Kopējā frakcijas masa, g	Procentuālais sadalījums pa frakcijām, %	Kopējā frakcijas masa, g	Procentuālais sadalījums pa frakcijām, %	Vidēji
M-1	63	63-100	4,6	0,2	0	0,0	0,1
	45	45-63	17,4	0,7	0	0,0	0,3
	16	16-45	529,3	20,1	448,2	17,3	18,7
	8	16-7	781,6	29,7	804,4	31,0	30,4
	3,15	3,15-7	648,5	24,7	659,9	25,4	25,1
	smalkumi	zem 3,15	646,5	24,6	681,6	26,3	25,4
	Kopā:		2627,9	100,0	2594,1	100,0	100,0
P-1	63	63-100	2,4	0,1	9,1	0,3	0,2
	45	45-63	7	0,3	8	0,3	0,3
	16	16-45	526,5	20,5	456,2	16,9	18,7
	8	16-7	827,7	32,2	812,8	30,1	31,2
	3,15	3,15-7	644,3	25,1	716,1	26,5	25,8
	smalkumi	zem 3,15	560,3	21,8	700,3	25,9	23,9
	Kopā:		2568,2	100,0	2702,5	100,0	100,0
M-2	63	63-100	0	0,0	27,4	0,9	0,5
	45	45-63	50,6	1,5	41,3	1,4	1,5
	16	16-45	567	17,3	501,6	17,1	17,2
	8	16-7	837,2	25,5	718,2	24,5	25,0
	3,15	3,15-7	718,6	21,9	637,5	21,8	21,8
	smalkumi	zem 3,15	1103,7	33,7	1003,6	34,3	34,0
	Kopā:		3277,1	100,0	2929,6	100,0	100,0
P-2	63	63-100	11,7	0,4	0	0,0	0,2
	45	45-63	21,5	0,7	46,2	1,5	1,1
	16	16-45	624,9	20,9	478,4	15,6	18,2
	8	16-7	685,8	22,9	762,8	24,8	23,9
	3,15	3,15-7	647,2	21,7	697,7	22,7	22,2
	smalkumi	zem 3,15	997,2	33,4	1085,8	35,4	34,4
	Kopā:		2988,3	100,0	3070,9	100,0	100,0
M-3	63	63-100	19,4	0,8	0	0,0	0,4
	45	45-63	0	0,0	12,8	0,5	0,2
	16	16-45	471,9	18,8	605,8	22,8	20,8
	8	16-7	626,8	25,0	668,1	25,2	25,1
	3,15	3,15-7	500,2	20,0	506,3	19,1	19,5
	smalkumi	zem 3,15	888,3	35,4	861,4	32,5	33,9
	Kopā:		2506,6	100,0	2654,4	100,0	100,0

1. tabulas turpinājums

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
P-3	63	63-100	43,3	1,4	17,3	0,6	1,0
	45	45-63	0	0,0	16	0,5	0,3
	16	16-45	388,5	12,9	491,9	16,6	14,8
	8	16-7	597,4	19,9	644,8	21,8	20,8
	3,15	3,15-7	654,8	21,8	596,5	20,1	21,0
	smalkumi	zem 3,15	1317,3	43,9	1197,9	40,4	42,2
	Kopā:		3001,3	100,0	2964,4	100,0	100,0
M-4	63	63-100	44	1,5	12,8	0,5	1,0
	45	45-63	38,6	1,4	31,1	1,1	1,2
	16	16-45	618,3	21,7	484	17,6	19,6
	8	16-7	688,7	24,1	646,8	23,5	23,8
	3,15	3,15-7	572,6	20,1	615,1	22,3	21,2
	smalkumi	zem 3,15	891	31,2	963,5	35,0	33,1
	Kopā:		2853,2	100,0	2753,3	100,0	100,0
P-4	63	63-100	0	0,0	0	0,0	0,0
	45	45-63	0	0,0	39,9	1,4	0,7
	16	16-45	361,4	14,5	342,5	12,3	13,4
	8	16-7	601,3	24,2	651,8	23,5	23,8
	3,15	3,15-7	568,3	22,9	649,9	23,4	23,1
	smalkumi	zem 3,15	955,4	38,4	1092	39,3	38,9
	Kopā:		2486,4	100,0	2776,1	100,0	100,0
M-5	63	63-100	0	0,0	0	0,0	0,0
	45	45-63	48,2	1,7	19,8	0,8	1,2
	16	16-45	903,6	31,5	699,6	27,1	29,3
	8	16-7	834,3	29,1	796,7	30,8	29,9
	3,15	3,15-7	493,4	17,2	488,2	18,9	18,0
	smalkumi	zem 3,15	592,1	20,6	579,9	22,4	21,5
	Kopā:		2871,6	100,0	2584,2	100,0	100,0
P-5	63	63-100	0	0,0	0	0,0	0,0
	45	45-63	27,2	1,2	16,1	0,6	0,9
	16	16-45	585,2	25,2	664,6	26,7	25,9
	8	16-7	666,1	28,6	634,4	25,5	27,1
	3,15	3,15-7	434,1	18,7	476,3	19,1	18,9
	smalkumi	zem 3,15	613,9	26,4	698,5	28,1	27,2
	Kopā:		2326,5	100,0	2489,9	100,0	100,0
M-6	63	63-100	40,4	1,5	23,7	0,9	1,2
	45	45-63	0	0,0	26,4	1,0	0,5
	16	16-45	789,9	29,2	652,1	25,1	27,2
	8	16-7	794,4	29,3	818,9	31,6	30,5
	3,15	3,15-7	492,7	18,2	476,6	18,4	18,3
	smalkumi	zem 3,15	590,3	21,8	596,6	23,0	22,4
	Kopā:		2707,7	100,0	2594,3	100,0	100,0

1. tabulas turpinājums

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
P-6	63	63-100	56,4	2,1	60	1,8	2,0
	45	45-63	6,6	0,3	63,8	1,9	1,1
	16	16-45	520,8	19,7	648,7	19,6	19,7
	8	16-7	649,4	24,6	774,1	23,4	24,0
	3,15	3,15-7	575,7	21,8	693,7	21,0	21,4
	smalkumi	zem 3,15	829,7	31,4	1065,2	32,2	31,8
	Kopā:		2638,6	100,0	3305,5	100,0	100,0
M-7	63	63-100	29,7	1,2	4,5	0,2	0,7
	45	45-63	4,9	0,2	11,9	0,5	0,3
	16	16-45	360,5	14,7	442,4	17,3	16,0
	8	16-7	596,5	24,3	685	26,8	25,5
	3,15	3,15-7	532,9	21,7	571,1	22,3	22,0
	smalkumi	zem 3,15	931,3	37,9	844,6	33,0	35,5
	Kopā:		2455,8	100,0	2559,5	100,0	100,0
P-7	63	63-100	23,4	0,8	0	0,0	0,4
	45	45-63	16,2	0,6	7,5	0,3	0,4
	16	16-45	543,1	19,5	573,8	20,8	20,1
	8	16-7	683,3	24,6	670,8	24,3	24,4
	3,15	3,15-7	554,4	19,9	533,1	19,3	19,6
	smalkumi	zem 3,15	960	34,5	979,6	35,4	35,0
	Kopā:		2780,4	100,0	2764,8	100,0	100,0
M-8	63	63-100	0	0,0	0	0,0	0,0
	45	45-63	20,4	0,8	0	0,0	0,4
	16	16-45	595,5	23,6	660,9	25,6	24,6
	8	16-7	781,5	31,0	784,2	30,4	30,7
	3,15	3,15-7	555,6	22,0	551,5	21,4	21,7
	smalkumi	zem 3,15	567,5	22,5	586,2	22,7	22,6
	Kopā:		2520,5	100,0	2582,8	100,0	100,0
P-8	63	63-100	0	0,0	5,2	0,2	0,1
	45	45-63	15,8	0,6	41,7	1,6	1,1
	16	16-45	778,4	31,5	755,1	29,8	30,7
	8	16-7	803,9	32,6	808,9	31,9	32,2
	3,15	3,15-7	459,2	18,6	480	18,9	18,8
	smalkumi	zem 3,15	410,2	16,6	445,2	17,6	17,1
	Kopā:		2467,5	100,0	2536,1	100,0	100,0
M-9	63	63-100	0	0,0	5,2	0,2	0,1
	45	45-63	48,4	1,9	13,7	0,5	1,2
	16	16-45	590,6	23,7	578,2	22,0	22,8
	8	16-7	671,7	27,0	729,5	27,7	27,4
	3,15	3,15-7	486,9	19,5	545,7	20,8	20,1
	smalkumi	zem 3,15	694,5	27,9	756,6	28,8	28,3
	Kopā:		2492,1	100,0	2628,9	100,0	100,0

1. tabulas turpinājums

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
P-9	63	63-100	40,3	1,4	7,1	0,3	0,8
	45	45-63	24,9	0,9	78,1	2,8	1,8
	16	16-45	755,1	26,6	696,7	24,6	25,6
	8	16-7	889,3	31,3	843,5	29,8	30,5
	3,15	3,15-7	614,1	21,6	639,3	22,6	22,1
	smalkumi	zem 3,15	518,1	18,2	565,6	20,0	19,1
	Kopā:		2841,8	100,0	2830,3	100,0	100,0
M-10	63	63-100	4,4	0,2	36,6	1,2	0,7
	45	45-63	30,8	1,1	4,3	0,1	0,6
	16	16-45	336,3	11,5	269,5	9,2	10,4
	8	16-7	662,4	22,7	656,2	22,4	22,6
	3,15	3,15-7	719	24,7	749,4	25,6	25,1
	smalkumi	zem 3,15	1159,4	39,8	1216,2	41,5	40,6
	Kopā:		2912,3	100,0	2932,2	100,0	100,0
P-10	63	63-100	19,7	0,8	38	1,4	1,1
	45	45-63	51,1	2,0	20,3	0,8	1,4
	16	16-45	326	13,0	370,3	13,7	13,4
	8	16-7	712,4	28,4	688,7	25,5	27,0
	3,15	3,15-7	640,8	25,6	699,6	25,9	25,7
	smalkumi	zem 3,15	754,3	30,1	884,6	32,7	31,4
	Kopā:		2504,3	100,0	2701,5	100,0	100,0
M-11	63	63-100	65,8	2,3	24,3	0,9	1,6
	45	45-63	39,2	1,4	1,6	0,1	0,7
	16	16-45	644,5	23,0	570	21,6	22,3
	8	16-7	777,6	27,7	803,6	30,4	29,1
	3,15	3,15-7	540,2	19,3	530,4	20,1	19,7
	smalkumi	zem 3,15	736,5	26,3	711,1	26,9	26,6
	Kopā:		2803,8	100,0	2641	100,0	100,0
P-11	63	63-100	21,6	0,8	0	0,0	0,4
	45	45-63	17,9	0,7	24	0,9	0,8
	16	16-45	513,8	19,5	718,7	26,3	22,9
	8	16-7	728,4	27,7	709,1	26,0	26,8
	3,15	3,15-7	582,5	22,1	551,7	20,2	21,2
	smalkumi	zem 3,15	769,6	29,2	725,3	26,6	27,9
	Kopā:		2633,8	100,0	2728,8	100,0	100,0
M-12	63	63-100	0	0,0	0	0,0	0,0
	45	45-63	19,2	0,9	45,8	1,4	1,2
	16	16-45	3,5	0,2	485,5	15,2	7,7
	8	16-7	392,9	18,4	773,5	24,2	21,3
	3,15	3,15-7	639,4	30,0	727	22,7	26,4
	smalkumi	zem 3,15	1074,9	50,5	1168,3	36,5	43,5
	Kopā:		2129,9	100,0	3200,1	100,0	100,0

1. tabulas turpinājums

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
P-12	63	63-100	28,3	1,0	11,2	0,5	0,7
	45	45-63	37,4	1,3	59,4	2,4	1,9
	16	16-45	666,8	23,2	670,9	27,1	25,2
	8	16-7	729,4	25,4	664,7	26,8	26,1
	3,15	3,15-7	641,5	22,4	469,6	19,0	20,7
	smalkumi	zem 3,15	765,2	26,7	599,9	24,2	25,5
	Kopā:		2868,6	100,0	2475,7	100,0	100,0
M-13	63	63-100	115,5	4,6	4,9	0,2	2,4
	45	45-63	17,2	0,7	37,2	1,5	1,1
	16	16-45	541,4	21,6	611,8	24,5	23,0
	8	16-7	656,5	26,2	671,7	26,9	26,5
	3,15	3,15-7	558,5	22,3	557,7	22,3	22,3
	smalkumi	zem 3,15	620,7	24,7	616,9	24,7	24,7
	Kopā:		2509,8	100,0	2500,2	100,0	100,0
P-13	63	63-100	12,1	0,5	40,3	1,5	1,0
	45	45-63	0	0,0	0	0,0	0,0
	16	16-45	637,9	25,6	819,8	30,7	28,2
	8	16-7	793,1	31,8	794	29,8	30,8
	3,15	3,15-7	533,8	21,4	503,3	18,9	20,1
	smalkumi	zem 3,15	516,8	20,7	511	19,2	19,9
	Kopā:		2493,7	100,0	2668,4	100,0	100,0
M-14	63	63-100	0	0,0	36,2	1,4	0,7
	45	45-63	38,4	1,5	0	0,0	0,8
	16	16-45	575	22,5	605,7	22,8	22,6
	8	16-7	710	27,8	681,4	25,6	26,7
	3,15	3,15-7	508,6	19,9	528,5	19,9	19,9
	smalkumi	zem 3,15	725,6	28,4	805,9	30,3	29,3
	Kopā:		2557,6	100,0	2657,7	100,0	100,0
P-14	63	63-100	0	0,0	22,7	0,8	0,4
	45	45-63	20,3	0,7	21,6	0,8	0,7
	16	16-45	671,8	24,1	585,3	20,6	22,3
	8	16-7	784,6	28,1	762,7	26,8	27,5
	3,15	3,15-7	602,2	21,6	639,5	22,5	22,0
	smalkumi	zem 3,15	709,4	25,4	813,1	28,6	27,0
	Kopā:		2788,3	100,0	2844,9	100,0	100,0
M-15	63	63-100	0	0,0	0	0,0	0,0
	45	45-63	31,8	1,3	42,4	1,7	1,5
	16	16-45	624,4	25,9	559,5	22,6	24,2
	8	16-7	682,8	28,3	679,7	27,4	27,9
	3,15	3,15-7	459,3	19,0	501,3	20,2	19,6
	smalkumi	zem 3,15	614	25,5	697	28,1	26,8
	Kopā:		2412,3	100,0	2479,9	100,0	100,0

1. tabulas turpinājums

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
P-15	63	63-100	80,7	2,9	3,1	0,1	1,5
	45	45-63	0	0,0	0	0,0	0,0
	16	16-45	437,4	15,8	419,4	14,3	15,1
	8	16-7	657,4	23,8	721,2	24,6	24,2
	3,15	3,15-7	643,2	23,3	725,1	24,8	24,0
	smalkumi	zem 3,15	942,6	34,1	1057,8	36,1	35,1
	Kopā:		2761,3	100,0	2926,6	100,0	100,0
M-16	63	63-100	69,3	2,7	10	0,4	1,6
	45	45-63	25,4	1,0	8	0,3	0,7
	16	16-45	614,9	24,3	484,9	19,3	21,8
	8	16-7	679,9	26,9	781,2	31,0	29,0
	3,15	3,15-7	519,2	20,5	571,6	22,7	21,6
	smalkumi	zem 3,15	618,2	24,5	662,9	26,3	25,4
	Kopā:		2526,9	100,0	2518,6	100,0	100,0
P-16	63	63-100	1,2	0,0	44,8	1,7	0,9
	45	45-63	67,5	2,6	36,9	1,4	2,0
	16	16-45	624,6	24,3	607,2	23,6	24,0
	8	16-7	804,3	31,3	721,5	28,1	29,7
	3,15	3,15-7	498,2	19,4	513,7	20,0	19,7
	smalkumi	zem 3,15	573,6	22,3	643,6	25,1	23,7
	Kopā:		2569,4	100,0	2567,7	100,0	100,0
M-17	63	63-100	44,3	1,6	0	0,0	0,8
	45	45-63	13,8	0,5	47,2	1,6	1,1
	16	16-45	950,3	34,1	897,1	30,9	32,5
	8	16-7	669,7	24,0	745,2	25,7	24,9
	3,15	3,15-7	451,8	16,2	483,6	16,7	16,4
	smalkumi	zem 3,15	656,7	23,6	729,3	25,1	24,3
	Kopā:		2786,6	100,0	2902,4	100,0	100,0
P-17	63	63-100	0	0,0	0	0,0	0,0
	45	45-63	72,4	2,4	64,6	2,0	2,2
	16	16-45	967,1	32,4	914,3	28,1	30,3
	8	16-7	739,1	24,8	764,8	23,5	24,2
	3,15	3,15-7	529,7	17,8	619,1	19,1	18,4
	smalkumi	zem 3,15	673,7	22,6	886	27,3	24,9
	Kopā:		2982	100,0	3248,8	100,0	100,0
M-18	63	63-100	1,2	0,0	32,7	1,2	0,6
	45	45-63	46	1,6	60,2	2,1	1,9
	16	16-45	826,4	28,4	733	26,0	27,2
	8	16-7	769,1	26,4	717,5	25,5	26,0
	3,15	3,15-7	514,6	17,7	521	18,5	18,1
	smalkumi	zem 3,15	751,3	25,8	750,1	26,7	26,2
	Kopā:		2908,6	100,0	2814,5	100,0	100,0

1. tabulas turpinājums

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
M-19	63	63-100	26,3	0,7	19	0,6	0,7
	45	45-63	56,2	1,6	4,4	0,1	0,9
	16	16-45	796,1	22,5	658,5	20,7	21,6
	8	16-7	872,6	24,7	732,6	23,1	23,9
	3,15	3,15-7	683,2	19,3	618,2	19,5	19,4
	smalkumi	zem 3,15	1099,6	31,1	1140,8	35,9	33,5
	Kopā:		3534	100,0	3173,5	100,0	100,0
P-19	63	63-100	0	0,0	0	0,0	0,0
	45	45-63	30	1,1	46,2	1,4	1,2
	16	16-45	565,8	20,5	704,5	21,5	21,0
	8	16-7	692,9	25,1	886,8	27,0	26,0
	3,15	3,15-7	571,8	20,7	665,5	20,3	20,5
	smalkumi	zem 3,15	905,1	32,7	978,5	29,8	31,3
	Kopā:		2765,6	100,0	3281,5	100,0	100,0
M-20	63	63-100	24,7	0,7	27	0,8	0,8
	45	45-63	56,9	1,6	59,9	1,8	1,7
	16	16-45	833,5	23,7	844,1	25,3	24,5
	8	16-7	871,5	24,8	861	25,9	25,3
	3,15	3,15-7	655,8	18,7	610,8	18,3	18,5
	smalkumi	zem 3,15	1068,9	30,4	927,2	27,8	29,1
	Kopā:		3511,3	100,0	3330	100,0	100,0
P-20	63	63-100	15,7	0,5	9,9	0,3	0,4
	45	45-63	52,4	1,6	20	0,6	1,1
	16	16-45	811,1	24,6	656,1	20,3	22,4
	8	16-7	862,3	26,1	857,8	26,5	26,3
	3,15	3,15-7	658,4	19,9	673	20,8	20,4
	smalkumi	zem 3,15	903,4	27,3	1020,4	31,5	29,4
	Kopā:		3303,3	100,0	3237,2	100,0	100,0
M-21	63	63-100	0	0,0	0	0,0	0,0
	45	45-63	9,5	0,3	51,7	1,6	0,9
	16	16-45	894,5	28,3	852,1	25,7	27,0
	8	16-7	862,1	27,2	817,7	24,7	25,9
	3,15	3,15-7	564,3	17,8	632,7	19,1	18,5
	smalkumi	zem 3,15	835,8	26,4	961,2	29,0	27,7
	Kopā:		3166,2	100,0	3315,4	100,0	100,0

1. tabulas turpinājums

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
P-21	63	63-100	1,6	0,1	0	0,0	0,0
	45	45-63	42,4	1,4	11,1	0,3	0,9
	16	16-45	899,7	29,5	971,1	29,5	29,5
	8	16-7	837,1	27,4	927,1	28,2	27,8
	3,15	3,15-7	554,5	18,2	586,9	17,9	18,0
	smalkumi	zem 3,15	716,1	23,5	790,9	24,1	23,8
	Kopā:		3051,4	100,0	3287,1	100,0	100,0
M-22	63	63-100	16,8	0,5	12,6	0,4	0,5
	45	45-63	93,7	2,9	41,8	1,3	2,1
	16	16-45	943,2	29,4	717,7	23,1	26,3
	8	16-7	767,3	23,9	841,2	27,1	25,5
	3,15	3,15-7	591,2	18,4	605,8	19,5	19,0
	smalkumi	zem 3,15	793,1	24,7	882,4	28,5	26,6
	Kopā:		3205,3	100,0	3101,5	100,0	100,0
P-22	63	63-100	12,5	0,4	0	0,0	0,2
	45	45-63	47,4	1,4	72,3	2,2	1,8
	16	16-45	804,4	24,0	738,9	22,2	23,1
	8	16-7	808,3	24,1	755,2	22,6	23,4
	3,15	3,15-7	628,3	18,7	646	19,4	19,1
	smalkumi	zem 3,15	1053,8	31,4	1122,4	33,7	32,5
	Kopā:		3354,7	100,0	3334,8	100,0	100,0
M-23	63	63-100	21,5	0,8	60,1	2,2	1,5
	45	45-63	33	1,3	50,6	1,8	1,6
	16	16-45	629,9	24,0	699,3	25,5	24,8
	8	16-7	685,9	26,2	729,8	26,7	26,4
	3,15	3,15-7	532,7	20,3	537,2	19,6	20,0
	smalkumi	zem 3,15	718,9	27,4	660,3	24,1	25,8
	Kopā:		2621,9	100,0	2737,3	100,0	100,0
P-23	63	63-100	0	0,0	3,4	0,1	0,1
	45	45-63	9,4	0,3	23,3	1,0	0,7
	16	16-45	478,6	17,8	505,7	20,8	19,3
	8	16-7	726,4	27,0	661,3	27,2	27,1
	3,15	3,15-7	560,3	20,8	480	19,8	20,3
	smalkumi	zem 3,15	915,9	34,0	756,4	31,1	32,6
	Kopā:		2690,6	100,0	2430,1	100,0	100,0
M-40	63	63-100	10,3	0,3	33,4	0,9	0,6
	45	45-63	74,2	2,2	56	1,5	1,8
	16	16-45	590,4	17,2	671,4	18,0	17,6
	8	16-7	871,6	25,3	862,2	23,1	24,2
	3,15	3,15-7	693,5	20,2	785,2	21,0	20,6
	smalkumi	zem 3,15	1200,3	34,9	1330,5	35,6	35,2
	Kopā:		3440,3	100,0	3738,7	100,0	100,0

1. tabulas nobeigums

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
P-40	63	63-100	73,9	2,1	146,2	4,1	3,1
	45	45-63	38,6	1,1	1,5	0,0	0,6
	16	16-45	416	11,9	420,5	11,8	11,8
	8	16-7	742,7	21,2	733,8	20,6	20,9
	3,15	3,15-7	821,6	23,5	822,2	23,1	23,3
	smalkumi	zem 3,15	1405,3	40,2	1440,2	40,4	40,3
	Kopā:		3498,1	100,0	3564,4	100,0	100,0
M-41	63	63-100	70,5	2,9	28,3	1,2	2,0
	45	45-63	6,2	0,3	29,1	1,2	0,7
	16	16-45	453,4	18,4	470,6	19,5	19,0
	8	16-7	677,5	27,5	660,3	27,4	27,5
	3,15	3,15-7	519,8	21,1	518	21,5	21,3
	smalkumi	zem 3,15	735,5	29,9	701,9	29,1	29,5
	Kopā:		2462,9	100,0	2408,2	100,0	100,0
P-41	63	63-100	74,9	3,0	22,8	0,9	2,0
	45	45-63	82,5	3,3	61,7	2,5	2,9
	16	16-45	586,4	23,8	549,8	22,1	22,9
	8	16-7	668,3	27,1	761,3	30,6	28,8
	3,15	3,15-7	457,6	18,5	484,1	19,5	19,0
	smalkumi	zem 3,15	598,3	24,2	609,1	24,5	24,4
	Kopā:		2468	100,0	2488,8	100,0	100,0

2. tabula

Tilpumbūvums

Parauga marķējums	1. mērījums	2. mērījums	1. mērījumam	2. mērījumam	Vidēji
1.	2.	3.	4.	5.	6.
M-1	18,067	18,911	303,0	320,0	311,5
P-1	18,113	18,446	303,9	310,6	307,3
M-2	21,14	20,92	364,9	360,4	362,6
P-2	20,35	20,53	349,0	352,6	350,8
M-3	18,86	19,17	319,0	325,2	322,1
P-3	20,63	20,77	354,6	357,4	356,0
M-4	18,65	18,98	314,7	321,4	318,1
P-4	18,14	18,55	304,5	312,7	308,6
M-5	17,9	17,96	299,6	300,8	300,2
P-5	16,63	17,2	274,1	285,5	279,8
M-6	17,22	17,44	285,9	290,4	288,2
P-6	19,32	19,24	328,2	326,6	327,4
M-7	18,13	18,3	304,3	307,7	306,0
P-7	20,11	20,07	344,1	343,3	343,7
M-8	17,4	17,35	289,6	288,6	289,1
P-8	17,27	17,37	287,0	289,0	288,0
M-9	17,77	17,96	297,0	300,8	298,9
P-9	19,46	19,07	331,0	323,2	327,1
M-10	19,45	19,65	330,8	334,9	332,9
P-10	17,55	17,5	292,6	291,6	292,1
M-11	20,05	19,99	342,9	341,7	342,3
P-11	17,99	18,3	301,4	307,7	304,6
M-12	20,91	20,88	360,2	359,6	359,9
P-12	18,63	18,52	314,3	312,1	313,2
M-13	16,407	16,802	269,6	277,5	273,6
P-13	16,589	17,028	273,2	282,1	277,7

2. tabulas nobeigums

1.	2.	3.	4.	5.	6.
M-14	17,603	17,796	293,7	297,5	295,6
P-14	18,496	18,996	311,6	321,7	316,7
M-15	17,14	17,34	284,3	288,4	286,3
P-15	18,08	19,1	303,3	323,8	313,5
M-16	17,51	17,95	291,8	300,6	296,2
P-16	18,03	18,23	302,3	306,3	304,3
M-17	19,534	20,119	332,5	344,3	338,4
P-17	19,797	19,884	337,8	339,6	338,7
M-18	19,8	20,07	337,9	343,3	340,6
M-19	20,86	20,9	359,2	360,0	359,6
P-19	20,19	20,79	345,7	357,8	351,8
M-20	19,39	19,73	329,6	336,5	333,1
P-20	19,37	20,15	329,2	344,9	337,1
M-21	20,1	20,39	343,9	349,8	346,8
P-21	18,68	18,61	315,3	313,9	314,6
M-22	21,9	21,99	380,2	382,0	381,1
P-22	23,05	23,27	403,3	407,7	405,5
M-23	17,9	17,74	299,6	296,4	298,0
P-23	18,22	18,21	306,1	305,9	306,0
M-40	23,021	23,492	402,7	412,2	407,5
P-40	22,579	23,008	393,8	402,5	398,1
M-41	16,75	16,8	276,5	277,5	277,0
P-41	16,98	16,78	281,1	277,1	279,1

3. tabula

Mitruma saturs

Parauga marķējums	Trauka marķējums	Trauka masa, g	Parauga masa kopā ar trauku pirms žāvēšanas, g	Parauga masa kopā ar trauku pēc žāvēšanas, g	Šķeldu mitrums, %	Vidējais mitrums, %
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
M-1	1	19,1	357,7	188,3	50,0	51,1
	2	18,9	359,1	181,5	52,2	
P-1	1	19,1	350,8	191,6	48,0	47,9
	2	18,6	355,3	194,6	47,7	
M-2	1	19,1	359,7	179	53,1	52,9
	2	19,1	359,4	180,1	52,7	
P-2	1	19,4	357,8	185,5	50,9	52,0
	2	19,8	357,7	178,5	53,0	
M-3	1	19,7	352,4	187,6	49,5	48,7
	2	19,5	359,5	196,9	47,8	
P-3	1	18,9	356,6	176,4	53,4	53,7
	2	19,4	359,1	175,6	54,0	
M-4	1	19,6	359,7	202,7	46,2	46,2
	2	19,5	358,2	201,3	46,3	
P-4	1	19,5	354,7	189,1	49,4	48,7
	2	18,9	355,9	194	48,0	
M-5	1	19,2	353,9	202	45,4	44,4
	2	19,2	353,1	208,4	43,3	
P-5	1	19,2	355,1	213	42,3	42,0
	2	19	359	216,9	41,8	
M-6	1	19,1	354,9	214,3	41,9	42,5
	2	19	358,5	212,2	43,1	
P-6	1	19,3	355,8	192,8	48,4	50,3
	2	19,8	359,7	182,3	52,2	
M-7	1	19,2	355,1	192,8	48,3	48,4
	2	19	356,6	192,8	48,5	
P-7	1	19,2	353,1	190	48,8	48,8
	2	19,1	354,9	191,2	48,7	
M-8	1	19,1	356,4	200,6	46,2	46,5
	2	19,2	359,2	200,3	46,7	
P-8	1	19,1	352,3	206,4	43,8	43,3
	2	19,2	355,5	211,2	42,9	
M-9	1	19,4	355,3	192,8	48,4	49,6
	2	19,8	356,7	185,6	50,8	

3. tabulas turpinājums

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
P-9	1	14,9	351,2	164,5	55,5	54,4
	2	14,9	351,7	172	53,4	
M-10	1	19,1	359,4	179,3	52,9	53,6
	2	18,5	357,9	173,9	54,2	
P-10	1	19,2	353,7	203,4	44,9	46,0
	2	18,8	356,4	197,5	47,1	
M-11	1	19	357	181,8	51,8	51,5
	2	19,2	352,9	182,2	51,2	
P-11	1	19	354,9	204,4	44,8	44,8
	2	19,1	357,6	206,2	44,7	
M-12	1	19,1	358,1	166	56,7	54,2
	2	19,1	356,8	181,8	51,8	
P-12	1	19,4	357,1	181,3	52,1	52,1
	2	19,9	354,3	179,9	52,2	
M-13	1	18,9	353,4	235,1	35,4	35,2
	2	19,4	356,5	238,6	35,0	
P-13	1	19,6	358,9	221,5	40,5	40,7
	2	19,5	357,4	219,2	40,9	
M-14	1	19,2	353,6	199,2	46,2	45,8
	2	19,1	354,7	202,1	45,5	
P-14	1	19,3	350,7	188,5	48,9	48,6
	2	19,9	356,3	194	48,2	
M-15	1	19,2	351,3	194,3	47,3	46,8
	2	19,1	353,7	198,5	46,4	
P-15	1	19,3	351,9	187,6	49,4	49,1
	2	19,1	355,8	191,5	48,8	
M-16	1	19,4	359,6	191,4	49,4	48,5
	2	19,8	356,5	196,6	47,5	
P-16	1	19,2	352,6	204,3	44,5	45,2
	2	19,1	353,1	199,9	45,9	
M-17	1	19,2	353,5	184,4	50,6	50,9
	2	18,9	359,5	185,3	51,1	
P-17	1	19,1	353,5	180,8	51,6	50,5
	2	19,1	350,6	186,9	49,4	
M-18	1	19,4	355	174,9	53,7	53,8
	2	19	358,9	175,5	54,0	
M-19	1	19,1	355	179	52,4	52,6
	2	19,1	352,2	176,5	52,7	

3. tabulas nobeigums

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
P-19	1	19,2	351,5	171,1	54,3	54,7
	2	18,9	353,3	168,9	55,1	
M-20	1	18,9	355,8	190,9	48,9	49,9
	2	19,4	360,3	186,7	50,9	
P-20	1	19	355,6	192,8	48,4	50,9
	2	19,1	358,3	177,1	53,4	
M-21	1	19,2	353,8	189,9	49,0	47,5
	2	18,9	361,2	203,5	46,1	
P-21	1	19	353,8	194,4	47,6	47,6
	2	19,1	355,3	195,3	47,6	
M-22	1	19,2	361,3	173,9	54,8	55,8
	2	18,8	357,8	165,1	56,8	
P-22	1	19,6	360,9	156,2	60,0	59,8
	2	19,5	362	157,7	59,6	
M-23	1	19,1	357,6	202,5	45,8	46,1
	2	19	356,1	199,6	46,4	
P-23	1	19,3	351,4	201,3	45,2	47,3
	2	19,7	350,5	187,4	49,3	
M-40	1	19,2	358	159,9	58,5	58,3
	2	19	356,6	160,1	58,2	
P-40	1	19,1	354,7	154,3	59,7	60,0
	2	19,1	359,6	154,5	60,2	
M-41	1	19,1	354,6	243,3	33,2	34,6
	2	19,2	356,7	235	36,1	
P-41	1	19,2	350,9	223,7	38,3	38,9
	2	19,2	353,1	221,7	39,4	