

Magnus Thor, Skogforsk
Henrik von Hofsten, Skogforsk
Hagos Lundström, Skogforsk
Valentīns Lazdāns, Silava
Andis Lazdiņš, Silava

2006. g. 24. martā

A/S "Latvijas valsts meži"

CIRŠANAS ATLIEKU KURINĀMĀ SAGATAVOŠANA AR HARVESTERU IZSTRĀDĀTĀS KAILCIRTĒS



Saturs

Saturs	1
Kopsavilkums	1
Ievads	3
Projekta raksturojums	4
Ciršanas atlieku apjoma noteikšana	5
Zviedrijas dati	5
sortimentiem izmantojamo STUMBRU caurmēra diapazons	5
Zviedrijas dienvidos	6
Zviedrijas vidienē	7
Zviedrijas ziemeļos	7
Salīdzinājums ar latvijas apstākļiem	8
Lauka darbu dati	11
secinājumi par ciršanas atlieku apjomu iznākuma noteikšanu	14
<i>SF Yield</i> programmatūras pilnveidošana	14
Analīze par ciršanas atlieku pārstrādāšanu šķeldā – sistēmas analīze	16
lauka darbi	16
sistēmas analīze	1
Jutīguma analīze	5
Kvalitātes rādītāji	6
ciršanas atlieku UZglabāšana	7
Ciršanas atlieku īslaicīgai uzglabāšanai nepieciešamās platības aprēķini	7
Vides aizsardzības prasības pie īslaicīgas ciršanas atlieku uzglabāšanas	9
Kur glabāt ciršanas atliekas?	10
Diskusija	12
Rezultātu pielietojamība	12
Lauka darbi	12
Kā paaugstināt darba ražīgumu	12
sistēmas aspekti	13
samaksa pakalpojumu sniedzējam	14
praktiski ieteikumi un turpmākie darbi	16
Analīzes rezultāti	18

Kopsavilkums

A/S "Latvijas valsts meži" (LVM) uzdevumā Zviedrijas mežzinātnes institūts *Skogforsk* un Latvijas valsts mežzinātnes institūts "Silava" veica pētījumu par mežizstrādes atlieku pievešanu Latvijas apstākļos. Pētījuma degpunktā bija trīs galvenie jautājumi:

- Izmantošanai pieejamo ciršanas atlieku apjoms;
- Ciršanas atlieku savākšanas un pievešanas tehnoloģijas;
- Ciršanas atlieku pievešanas izmaksas.

Pētījumā ietilpa teorētiskā analīze, kā arī lauka darbi. Programmatūra sortimentu iznākuma analīzei ir tulkota latviski, lai LVM to varētu izmantot turpmāk.

Izmantojot *Sk Yield* programmatūru, aprēķinātais kurināmā koksnes apjoms bija 35-38% no kopējā papīrmalkas un apaļkoku sortimenta apjoma (vidēji 116 m³/ha). Atbilstoši aprēķiniem mazākais kurināmā koksnes iznākums bija no jauktajām priežu un egļu audzēm (87 m³/ha), bet lielākais - no egļu audzēm (136 m³/ha). Lauka darbos projekta ietvaros vidēji ieguva kurināmo koksni 80 m³/ha, ieskaitot malku (9 m³/ha), kas ir 25% no papīrmalkas un apaļkoku sortimenta apjoma. Lielākais kurināmā koksnes faktiskais apjoms bija egļu audzēs (85 m³/ha), mazākais - jauktās priežu un egļu audzēs (65 m³/ha). Tas atbilst ciršanas atlieku iznākumam 0,56 un 0,66 m³ brīvais tilpums (b.t) uz m³ apaļkoku ciešmetros bez mizas (b. m.). Aprēķiniem izmantojot *Sk Yield*, materiāla zudumi operācijās ar ciršanas atliekām bija vidēji 33%, kas ir ļoti tuvu līdzīgos pētījumos Somijā un Zviedrijā iegūtiem rezultātiem.

Darba ražīguma pētījumos izmantojot kurināmā koksnes sagatavošanas metodi (metode tika piemērota ciršanas atlieku pievešanai), harvesterā darba ražīgums salīdzinājumā ar tradicionālo metodi palielinājās par 4-17 %. Darba ražīgums pievešanā ar sortimentvedēju pie kurināmā koksnes metodes samazinājās par 1-11%. Ja izmaiņas darba ražīgumā attiecinātu tikai uz izmaksām, kas saistās ar ciršanas atliekām, izmaksu rādītājs būtu ar mīnuss zīmi; tas nozīmē, ka LVM vajadzētu gūt labumu, izmantojot metodi ar kurināmā koksnes sagatavošanu. Saimnieciskais ieguvums būtu 0,12-0,34 Ls/m b.t. Pie ciršanas atlieku saiņošanas lauka darbos darba ražīgums bija 38,3 saiņi E₀-h stundās vai 32,5 saiņi E₁₅-h. Tas atbilst 45,5 m³ b. t. E₁₅-h stundā pie 1.4 m³ b. t. uz 1 saiņi. Pievedot ciršanas atliekas ar sortimentvedēju, darba ražīgums bija robežās no 29 līdz 35 m³b. t uz E₁₅-h. Ja pieveda saiņus darba ražīgums bija 61 m³ b. t. uz E₁₅-h.

Sistēmu analīzē izmaksām piegāžu ķēdē no ciršanas līdz terminālam izmantoja pašizmaksas modeli, kurš izstrādāts uz *Excel* bāzes. Aprēķinātās izmaksas bija robežās no 3,15 līdz 3,92 Ls/m³ b. t. (skat. tabulu tekstā). Izmantojot aprēķināto energoietilpību, kāda bija mežizstrādes atliekām lauka darbos (apmēram, 0.70 MWh/m³ b.t. pie mitruma satura apmēram 50%), kas atbilst izmaksām 4,5 līdz 5,6 Ls/MWh. Atzīmējam, ka šīs izmaksas neietver nomas maksu zemes īpašniekam, administrēšanas, uzraudzības, uzglabāšanas, termināla operāciju un tālākās transportēšanas izmaksas gala patērētājam vai riska/peļņas attiecību.

Izmaksas terminālā (Ls/m³ b.t.) atbilstoši sistēmas analīzei.

	Jaukta	Lapkoku	Egļu	
	Šķeldošana pie ceļa			Saiņošana
Starpība apaļkoku izstrāde	-0.44	-0.40	-0.14	-0.14
Starpība apaļkoku pievešana (250 m)	0.24	0.06	0.02	0.02
Ciršanas atlieku pievešana (250 m)	0.90	0.77	0.93	
Saiņošana				0.92
Saiņu pievešana				0.44
Koksnes kurināmā izmaksas pie ceļa(Ls/m ³ b. t.)	0.70	0.43	0.81	1.24
Šķeldošana pie ceļa	1.64	1.64	1.64	
Šķeldas transportēšana (45 km)	1.47	1.47	1.47	
Saiņu transportēšana (45 km)				0.71
Šķeldošana terminālā				1.20
Izmaksas terminālā	3.81	3.54	3.92	3.15

Izmaksas ietekmē izmaiņas pieņēmumos un ievades datos. Jūtīguma analīzē izmainīja pievešanas un transportēšanas pa ceļu attālumus. Ja izmanto saiņošana, tas izmaksas mazāk ietekmē, ja transportēšanas attālumus ir lielāku. Ja ciršanas atliekas saiņo, materiāla uzglabāšanai nepieciešamā platība ir 3 m³ uz m², salīdzinot ar 1 m³ uz m², ja uzglabā vajējas ciršanas atliekas.

Lauka darbos iegūtai šķeldai mitruma saturs ir no 43-64%, pelnu saturs - 1.5-2.8%, blīvums 270-410 kg/m³ (mitra šķelda), un tīrā siltuma vērtība 0,6-0,9 MWh/m³ b. t.

Doti arī priekšlikumi turpmākajiem R&D darbiem.

Ievads

A/S "Latvijas Valsts Meži" (LVM) uzskata, ka tuvākajos gados vietējā tirgū palielināsies pieprasījums pēc ciršanas atliekām. Patlaban ciršanas atliekas izmanto visai maz. Pirms sākt to plašāku izmantošanu, LVM nolēma veikt zinātnisku pētījumu, degpunktā liekot trīs galvenās problēmas:

Izmantošanai pieejamo ciršanas atlieku apjoma noteikšana;

Ciršanas atlieku savākšanas un pievešanas tehnoloģijas;

Ciršanas atlieku pievešanas izmaksas.

Pētījumu izpildīja Zviedrijas mežzinātnes institūts "Skogforsk" un Latvijas valsts mežzinātnes institūts "Silava". Projektā bija paredzēta teorētiskā analīze ir lauka darbi. Turklāt programmatūra sortimentu iznākuma analīzei ir tulkota latviski, lai LVM to varētu izmantot turpmāk.

Projektu izpildīja laikā no 2005. gada jūlija līdz 2006. gada februārim. Dotajā ziņojumā apkopoti pētījuma rezultāti. Pielikumos ir lauka darbu rezultāti un sortimentu lietderīgā iznākuma aprēķini.

Projekta raksturojums

Pēc LVM lūguma pētījumu veica atbilstoši raksturojumam 1. tabulā. Projekta pirmās daļas pamatā bija *Skogforsk Yield* programmatūra sortimentu lietderīgā iznākuma aprēķiniem. Iegūtos rezultātus salīdzināja ar izmantošanai pieejamiem mežizstrādes atlieku apjomiem, kuri aprēķināti pēc citām metodēm. Pētījuma otrajā daļā raksturoti 2005. gada novembra lauka darbu rezultāti ciršanas atlieku pievešanā un šķeldošanā. Lauka darbu rezultātus izmantoja sistēmas analizē kā arī šķeldas kvalitātes analizē.

1. tabula

Projekta raksturojums

Projektā veicamie darbi pēc LVM ieteikuma	Izpildītājs	Dokuments
1. Praktiskā un teorētiskā metode ciršanas atlieku apjoma noteikšanai	Silava and Skogforsk	<i>Skogforsk Yield</i> programmatūras tulkojums latviski; 1. pielikums šajā ziņojumā
i) Pilna ciršanas atlieku apjoma noteikšana, izmantojot mežaudzes taksācijas rādītājus	Silava	Dotais ziņojums
ii) Modelis ciršanas atlieku apjoma aprēķiniem galvenajā izmantošanā pēc sagatavoto sortimenta apjoma un struktūras (cirsmas robežās)	Silava	<i>Skogforsk Yield</i> programmatūra un dotais ziņojums
2. Analīze par iegūto šķeldu no ciršanas atliekām atbilstoši tehnoloģiskā procesa stadijām (pašizmaksas modelis)	Skogforsk	Dotais ziņojums + <i>Excel</i> izklājtavula
iii) Kokmateriālu sagatavošanas izmaksas, izmantojot ciršanas atlieku savākšanas metodi	Skogforsk	Dotais ziņojums+ 2. pielikums
iv) Pašizmaksas aprēķini ciršanas atlieku pievešanā, izmantojot sortimentvedēju; apjoma noteikšana/ metode, kā aprēķināt darba samaksu šī pakalpojuma sniedzējam.	Skogforsk un Silava	Dotais ziņojums
v) Kritēriji ciršanas atlieku krautuves vietas izvēlei	Skogforsk un Silava	Dotais ziņojums
vi) Šķeldošanas tehnoloģijas analīze un izmaksas, tehniskās prasības, lai no ciršanas atliekām iegūtu kvalitātes prasībām atbilstošu šķeldu	Skogforsk un Silava	Dotais ziņojums
vii) Ciršanas atlieku šķeldas transportēšanas izmaksas	Skogforsk	Dotais ziņojums + 4. pielikums
3. Ciršanas atlieku saiņošanas tehnoloģijas efektivitātes analīze – kopējais sortimenta iznākums un saimnieciskais labums, ko dod tehnoloģijas izmantošana	Skogforsk	Dotais ziņojums

Dotajam ziņojumam ir divi pielikumi:

- 1) *Skogforsk Yield* programmatūras tulkojums latviski (rokasgrāmata),
- 2) Ziņojums par lauka darbu rezultātiem.

Ciršanas atlieku apjoma noteikšana

ZVIEDRIJAS DATI

Zviedrijas apstākļiem izveidoto Marklunda biomasas iznākuma funkcija, kura iestrādāta programmatūrā *Skogforsk Yield (SF Yield)*, izmantota, lai raksturotu apaļkoku un ciršanas atlieku iznākumu virknē mežaudžu tipu (2. tabula). Mežaudžu raksturojums atbilst trīs Zviedrijas ģeogrāfiskiem reģioniem - dienvidi, vidiene un ziemeļi. Apstākļi Zviedrijas dienvidos un zināmā mērā arī vidienē ir visai līdzīgi Latvijas apstākļiem. Mežaudžu tipi ir galvenokārt skujkoku audzes (egle, priede un nedaudz bērzs). Rādītāji, kuri raksturo mežaudzes Zviedrijas ziemeļos, izmantoti tikai, lai raksturotu atšķirības, nevis lai piemērotu tos Latvijas apstākļiem. Salīdzinājumā ar vidējiem Zviedrijas mežaudžu parametriem Latvijā ir vidēji vairāk koku uz hektāra un lielāka krāja.

2. tabula

Zviedrijas mežaudžu tipu raksturojums (kailcirte)

Reģions	Mežaudzes tips	Vidējais caurmērs ¹	Bruto krāja, m ³	Vidējais stumbra tilpums, m ³ (ciešm. b. m.)	Koki/ha	Priede/egle/lapu koki, %	H25 ²
Dienvidi	Jauktais skujkoku	26,8	175	0,362	402	20 65 15	21,5
	Priede	29,1	149	0,491	251	100 0 0	24,0
	Egle	27,3	181	0,386	399	0 100 0	21,0
	Egle	27,3	274	0,388	593	10 83 7	21,5
Videne	Priede	27,2	191	0,337	474	70 30 0	18,0
	Egle	28,1	253	0,377	569	29 69 2	18,7
Ziemeļi	Priede	22,6	154	0,205	670	97 3 0	15,0
	Priede	22,2	159	0,185	754	93 5 2	15,1
	Egle	20,2	165	0,168	845	37 55 8	20,8

¹ Šķērslaukums

² Koka augstums, kura vidējais caurmērs ir 25 cm

SORTIMENTIEM IZMANTOJAMO STUMBRU CAURMĒRA DIAPAZONS

Caurmēra diapazons, kuru Latvijas un Zviedrijas apstākļos izmanto sortimentu sagatavošanā (robežlielums ir tievgaļa caurmērs 5-6 cm) ir līdzīgs, kas atvieglo salīdzināšanu. Aprēķināts arī iznākums pie lielāka caurmēra robežas (10 cm). Ir skaidrs, ka pēdējā gadījumā palielināsies

kurināmās koksnes un samazināsies apaļkoku iznākums (skat. 3.-5.tab.). Veicot aprēķinus, izdarīti sekojoši pieņēmumi:

- Līdz pievešanai ar sortimentvedēju materiāls ar tievgaļa caurmēru līdz 5-6 cm tiek uzkrāts/atstāts žūšanai cirsmā. Pieņemam, ka cirsmā materiāls izžūst līdz mitruma saturam 42 %;
- Ja ciršanas atliekās iet materiāls līdz caurmēram 10 cm, pieņemts, ka atstātas cirsmā, ciršanas atliekas izžūva līdz mitruma saturam 42% (Dienvidi un Vidiene) vai līdz 48%, ja atliekas bija sakrautas kaudzē krautuvē (Ziemeļi). Pie šīs metodes kaitēkļu savairošanās problēmas (mizgrauži) lika attiecīgi mainīt rīcību. Piemēram, materiālu nepieciešams sasmalcināt un izmantot kā kurināmo iekams ciršanas atliekās izaug jauna kaitēkļu paudze. Tomēr šī problēma dotajā pētījuma uzdevums;
- Zviedrijas dienvidos, līdzīgi kā Latvijā, papīrmalkas sortimentus sagatavo 3 m garos nogriežņos. Zviedrijas vidienē un ziemeļos papīrmalku parasti sagatavo brīvas izvēles garumos robežās no 2,5 līdz 5,0 metriem. Kailcirtēs tas nedaudz ietekmē kopējo sortimenta apjomu. Šī atšķirība ir vairāk izteikta kopšanas cirtēs;
- Dotie skaitļi raksturo mežizstrādes atliekas bruto izteiksmē. Ja LVM vēlas saviem apstākļiem atbilstošu analīzi, jāizstrādā metodika, izdarot pieņēmumus, cik daudz apaļkoku ieskaitīs kurināmā sortimentā, cik daudz zalenī, un cik daudz zaru un cik stumbra koksne. Šos detalizētos aprēķinus varētu izdarīt pēc tam, kad LVM personāls būs zināmu laiku strādājis ar *SF Yield* programmatūru un ieguvīs pieredzi.

Zviedrijas dienvidos

Kailcirtēs iegūtā ciršanas atlieku biomasa ciešmetros bija 70–78 m³ (49–54 m³, ja cirsmā atstāja sēklas kokus). Ciršanas atlieku papildus apjoms bija 0.5–0.9 m³ brīvais tilpums (b. t.) uz m³ apaļkoku ciešmetros bez mizas (b. m.). Tas ir salīdzināms ar iznākumu lauka darbos Latvijā (skat. attiecīgo nodaļu ziņojumā), kur ciršanas atlieku iznākums bija 0.56-0.66 m³ b. t. uz m³ koksnes ciešm. b. m.

3. tabula

Apaļkoku un ciršanas atlieku iznākums Zviedrijas dienvidu mežaudzēs

Audzes tips	Apaļkoki m ³ ciešm. b. m./ha	Ciršanas atliekas, biomasa m ³ ciešm./ha	Kopējā biomasa, m ³ ciešm./ha	Kurināmā koksne%	Papildus ciršanas atliekas (% no biomasas m ³ ciešm.)	Ciršanas atliekas m ³ b. t. uz apaļkoku m ³ ciešm. b. m.
Egle						
- Apaļkoki	224	-	261	-	-	-
- Apaļk. + atl. 6 cm	224	70	331	21	27	0,8
- Apaļk. + atl. 10 cm	217	78	331	24	27	0,9
Egle (dab. atj.) ¹						

Audzis tips	Apajkoki m ³ ciešm. b. m./ha	Ciršanas atliekas, biomasa m ³ ciešm./ha	Kopējā biomasa, m ³ ciešm./ha	Kurināmā koksne%	Papildus ciršanas atliekas (% no biomasas m ³ ciešm.)	Ciršanas atliekas m ³ b. t. uz apajkoku m ³ ciešm. b. m.
- Apajkoki	149	-	172	-	-	-
- Apajk. + atl. 6 cm	149	49	221	22	28	0,8
- Apajk. + atl. 10 cm	144	54	227	24	32	0,9
Priede (dab. atj.) ¹						
- Apajkoki	121	-	144	-	-	-
- Apajk. + atl. 6 cm	121	24	168	14	17	0,5
- Apajk. + atl. 10 cm	117	30	170	18	18	0,6

¹ Dabiskā atjaunošanās= cirmā paliek sēklas koki, kas samazina pievesto apjomu.

Zviedrijas vidienē

Kopumā sortimentu un ciršanas atlieku iznākums ir līdzīgs kā dienvidos, bet kopējais biomasas apjoms ir mazāks sliktāku meža augšanas apstākļu dēļ.

4. tabula

Apajkoku un ciršanas atlieku iznākums Zviedrijas dienvidu mežaudzēs

Audzis tips	Apajkoki m ³ ciešm. b. m. /ha	Ciršanas atliekas, biomasa m ³ ciešm./ ha	Kopējā biomasa, m ³ ciešm./ ha	Kurināmā koksne, %	Papildus ciršanas atliekas, % no biomasas m ³ ciešm.	Ciršanas atliekas m ³ b. t. uz apajkoku m ³ ciešm. b. m.
Egle						
- Apajkoki	214	-	242	-	-	-
- Apajk. + atl. 6 cm	214	68	310	22	28	0,8
- Apajk. + atl. 10 cm	209	82	319	26	32	1,0
Priede						
- Apajkoki	155	-	182	-	-	-
- Apajk. + atl. 6 cm	155	48	230	21	26	0,8
- Apajk. + atl. 10 cm	151	59	229	26	26	1,0

¹ Dabiskā atjaunošanās= cirmā paliek sēklas koki, kas samazina pievesto apjomu.

Zviedrijas ziemeļos

Apajkoku un ciršanas atlieku iznākums ir pat mazāks nekā Zviedrijas vidienē. Protams, tas ir sliktāku augšanas apstākļu un skarbāka klimata dēļ. Tomēr, tā kā priežu audzēs (kuras parasti mazāk piemērotas biomasas ieguvei) kopējais koku skaits uz ha ir lielāks, relatīvais ciršanas atlieku iznākums (lielāks daudzums nozāģēto galotņu) ir lielāks nekā Zviedrijas dienvidos un vidienē.

5. tabula

Apaļkoku un ciršanas atlieku iznākums Zviedrijas dienvidu mežaudzēs

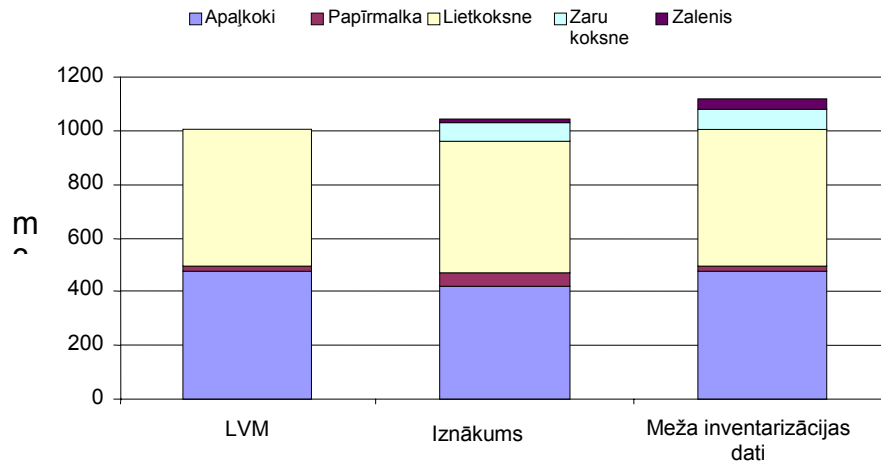
Audzis tips	Apaļkoki m ³ ciešm. b. m. /ha	Ciršanas atliekas, biomasa m ³ ciešm./ ha	Kopējā biomasa, m ³ ciešm./ ha	Kurināmā koksne,%	Papildus ciršanas atliekas, % no biomasas m ³ ciešm.	Ciršanas atliekas m ³ b. t. uz apaļkoku m ³ ciešm. b. m.
Egle						
- Apaļkoki	144	-	165	-	-	-
- Apaļk. + atl. 5 cm	144 133	41 57	208 208	20 27	26 26	0,7 1,1
- Apaļk. + atl. 10 cm						
Priede						
- Apaļkoki	122		141	-	-	-
- Apaļk. + atl. 5 cm	122 117	49 58	188 191	26 30	33 35	1,0 1,2
- Apaļk. + atl. 10 cm						
Priede (dab. atj.) ¹	122	-	137	-	-	-
- Apaļkoki	122	48	184	26	34	1,0
- Apaļk. + atl. 5 cm	116	55	184	30	34	1,2
- Apaļk. + atl. 10 cm						

¹ Dabiskā atjaunošanās= cirmā paliek sēklas koki, kas samazina pievesto apjomu.

SALĪDZINĀJUMS AR LATVIJAS APSTĀKĻIEM

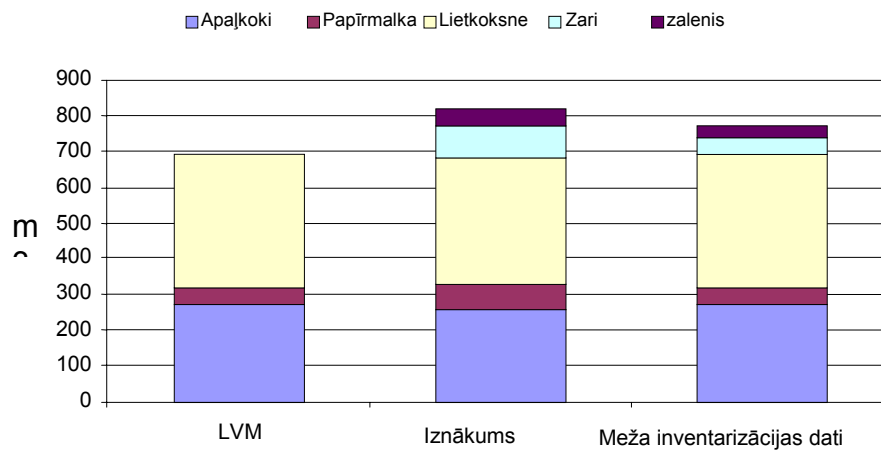
Jau iepriekšējā ziņojumā, raksturojot kopējo situāciju, tika minēti institūtā "Silava" veiktie sortimentu iznākuma aprēķini pēc trīs modeļiem – LVM mežaudžu dati, *SF Yield* dati un meža inventarizācijas dati. 1.-4. zīmējumā raksturoti galvenie secinājumi, kas iegūti salīdzinājumos un aprēķinos par 21 mežaudzi. Sākotnējā teorētiskā analīze parādīja, ka *SF Yield* ir piemērota kā aprēķiniem par apaļkoku sortimentu iznākumu kailcirtēs un kopšanas cirtēs tā arī ciršanas atlieku iznākumu (1.-4. zīm.).

Priede



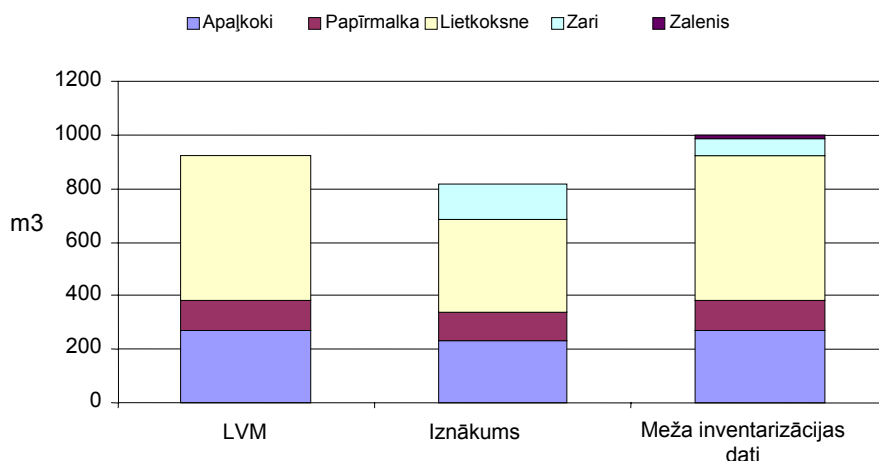
1.zīm. Sortimentu iznākums priedei.

Egle



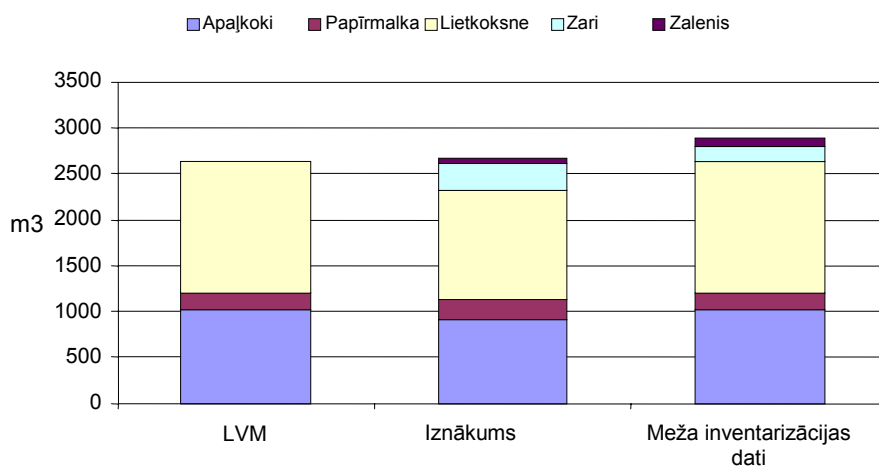
2. zīm. Sortimentu iznākums eglei.

Lapukoki



3. zīm. Sortimentu iznākums lapukokiem. (*SF Yield* programmatūrā attiecas tikai uz bērzu).

Kopā



4. zīm. Sortimentu iznākums visām koku sugām.

Tomēr praksē var rasties zināmas problēmas, jo Latvijas mežaudzēs lielā lapu koku piemaisījuma dēļ apaļkoku sortimentu struktūra ir visai daudzveidīga. Aprēķinos pēc *SF Yield* ir pieņēmums, ka runa ir par vienu atsevišķu koku sugu. Šī iemesla dēļ aprēķiniem ir grūti izvēlēties atbilstošākos parametrus (piem., mizas klase).

Lauka darbu dati

Šajā stadijā teorētiski aprēķināto apaļkoku sortimentu un ciršanas atlieku iznākumu salīdzināja ar reāli iegūto eksperimentālos parauglaukumos lauka darbos. Lauka darbiem izvēlējās parauglaukumus, kuri atbilda tipiskai situācijai, kāda ir kurināmā koksnes ieguvē – egļu audze, jaukta egļu un lapu koku audze un jaukta egļu un priežu audze. (6. tabula).

6. tabula

Eksperimentālo parauglaukumu raksturojums

	Jaukta	Lapukoku	Egļu
Mežaudzes struktūra	5E4P1lapk	4B4E2A	7E2P1lapk
Mežsaimniecība	Vidusdaugava	Vidusdaugava	Vidusdaugava
Iecirknis	04 Birzgales	04 Birzgales	08 Vecumnieku
Iecirknis	Vecumnieku	Birzgales	Baldones
Kvartāls	177	273	115
Attālums līdz krautuvei, m	500	100	187
Krāja, m ³ /ha	300	356	443
Koku skaits, ha	657	933	732
Vidējais stumbra tilpums, m ³	0.46	0.38	0.61
Vidējais koka caurmērs, cm	25	23	25
Platība, ha	1.6	1.3	3.2

7. tabulā raksturots teorētiski aprēķinātais apaļkoku sortimentu iznākums, par pamatu ņemot meža inventarizācijas datus (LVM metode). Iznākuma aprēķinu rezultāti, izmantojot *SF Yield*, doti 8. tabulā. LVM aprēķinos ietilpst arī malkas sortiments (kopā 152 m³), ko *SF Yield* aprēķinos sadalīja starp ciršanas atlieku un papīrmalkas iznākumu. Kopējais apaļkoku iznākums abos aprēķinos bija līdzīgs - attiecīgi 2 360 un 2 369 m³, tomēr *SF Yield* aprēķinos bija daudz optimistiskākas prognozes par papīrmalkas iznākumu - par 30% vairāk nekā LVM aprēķinos.

9. tabulā raksturots aprēķinātais ciršanas atlieku iznākums, izmantojot LVM meža inventarizācijas datus un *SF Yield*. Abos gadījumos neņēma vērā mežizstrādes, pievešanas un šķeldošanas zudumus.

Ciršanas atlieku iznākumu aprēķini pēc meža inventarizācijas datiem deva tikai pusi no tā daudzuma, kas bija *SF Yield* aprēķinos. Šī starpība palielinājās audzēs ar lielāka caurmēra kokiem. vidēji pēc *SF Yield* metodes ieguva apmēram 120 m³/ha kurināmās koksnes uz, ieskaitot malkas sortimentu (37% no faktiskā apaļkoku sortimentu iznākuma).

7. tabula

Plānotais sortimentu iznākums (LVM meža inventarizācijas dati)

	Jaukta	Lapukoku	Egļu	Kopā
Papīrmalka, m ³	47.9	41.4	97.9	187.2
Apajkoki, m ³	381.8	386.9	1 252.2	2 020.8
Malka, m ³	50.5	34	67.1	151.6
Sortimenti m ³ , kopā	480.2	462.4	1 417.1	2 359.7

8. tabula

Plānotais apajkoku iznākums, izņemot malku (*SF Yield*)

	Jaukta	Lapukoku	Egļu	Kopā
Papīrmalka, m ³	58	81	105.1	244.1
Apajkoki, m ³	372	327	1 426.1	2 125.1
Sortimenti m ³ , kopā	430	408	1 531.2	2 369.2

9. tabula

Teorētiskais kurināmās koksnes iznākums pēc aprēķiniem, izmantojot dažādas metodes

Aprēķinu variants	Jaukta	Lapukoku	Egļu	Kopā
Meža inventarizācijas dati, m ³	77	87	348.2	348.2
<i>SF Yield</i> programmatūra, m ³	139	162	736.8	736.8
<i>SF Yield</i> programmatūra pa sortimentiem*	35%	35%	38%	37%

* procentos no kopējās iegūtās apajkoksnes, izņemot malku

Lauka darbos 2005. gada novembrī mežizstrādi veica visos eksperimentālos parauglaukumos, nosakot faktisko apajkoku un ciršanas atlieku iznākumu (10. tabula). Ciršanas atliekas kurināmā ieguvei savāca tikai 30-80% no kopējās eksperimentālo parauglaukumu platības, pēc tam pārrēķinot uz visu parauglaukuma platību.

Kā redzam 10. tabulā, abos aprēķinos bija pārvērtēts apajkoku iznākums (neskaitot papīrmalku). Praksē ieguva tikai 60 % no plānotā apjoma. No otras puses reālais papīrmalkas iznākums bija 3-4 reizes lielāks nekā abos aprēķinos noteiktais. Faktiskais malkas sortimenta iznākums saskanēja ar aprēķināto iznākumu (LVM metode) (11. un 12. tabula). Lielākās atšķirības starp aprēķināto un faktisko daudzumu attiecas uz jauktajām egļu - lapu koku audzēm.

10. tabula

Faktiskais apaļkoku sortimentu iznākums mežizstrādē

	Jaukta	Lapukoku	Egļu	Kopā
Papīrmalka, m ³	193	242	297	731
Apaļkoki, m ³	202	216	842	1 260
Malka, m ³	50	13	110	172
Sortimenti m ³ , kopā	445	470	1 248	2 163

11. tabula

Faktiskais un plānotais apaļkoku iznākums (LVM metode)

	Jaukta	Lapukoku	Egļu	Kopā
Papīrmalka, m ³	403%	583%	303%	391%
Apaļkoki, m ³	53%	56%	67%	62%
Malka, m ³	99%	37%	163%	113%
Sortimenti m ³ , kopā	93%	102%	88%	92%

12. tabula

Salīdzinājums starp faktisko un plānoto apaļkoku sortimenta apjomu (SF Yield)

	Jaukta	Lapukoku	Egļu	Kopā
Papīrmalka, m ³	121%	195%	107%	130%
Apaļkoki, m ³	54%	66%	59%	59%
Sortimenti m ³ , kopā	92%	112%	74%	84%

13. tabulā raksturots enerģētiskās koksnes (ieskaitot malku) iznākums, kas attiecināts uz visu audzi. Vidēji no ha varēja iegūt apmēram 80 m³ enerģētiskās koksnes (biomasa ciešmetros). Lielāku daudzumu enerģētiskās koksnes var iegūt no egļu un jauktajām egļu - lapu koku audzēm. Jauktajās skujkoku audzēs (priede 40%) enerģētiskās koksnes daudzums bija par apmēram 25% mazāks nekā egļu un jauktās lapu koku - egļu audzēs. Uz katrēm 100 m³ iegūto apaļkoku (lietkoksne un papīrmalka) vidēji iegūst apmēram 25 m³ (21-24%) enerģētiskās koksnes (biomasa ciešmetros).

Salīdzinājums starp aprēķināto un faktiski iegūto enerģētiskās koksnes apjomu parāda, ka šajā gadījumā SF Yield rezultāts bija tuvāks faktiskajam. Ir svarīgi ņemt vērā zudumus ciršanas atlieku pievešanā ar sortimentvedēju un šķeldošanā. Zviedrijā un Somijā iegūtie dati rāda, ka zudumi var būt vismaz 30% no teorētiski aprēķinātā pieejamā ciršanas daudzuma. Atbilstoši SF Yield aprēķiniem eksperimentālajos parauglaukumos ieguva apmēram 67% no teorētiski iespējamā enerģētiskās koksnes daudzuma. Tas nozīmē, ka zudumi bija apmēram 33%, bet jauktajās skujkoku audzēs tikai 25%. Šie rezultāti tikai apstiprina citos pētījumos iegūtos.

13. tabula

Kopējais kurināmās koksnes apjoms

Aprēķinu variants	Jaukta	Lapukoku	Egļu	Kopā
Kurināmā koksnes kopā*, m ³	104	107	272	491
Vidējais apjoms, m ³ /ha	65	82	85	80
Faktiskais/plānotais apjoms (meža inventarizācijas dati)	135%	123%	148%	141%
Faktiskais/plānotais apjoms (<i>SF Yield</i>)	75%	66%	62%	67%
Kurināmā koksne % no apaļkoku sortimenta apjoma	26%	23%	24%	25%

* Ieskaitot malku

SECINĀJUMI PAR CIRŠANAS ATLIEKU APJOMU IZNĀKUMA NOTEIKŠANU

Ja aprēķiniem izmanto *SF Yield* programmatūru, vispārējais secinājums ir, ka Latvijas apstākļos programmatūra ir piemērota ciršanas atlieku apjoma aprēķiniem. Apaļkoku iznākumu aprēķiniem ir daudz efektīvākas metodes, jo *SF Yield* ietver tikai vispārēju apaļkoku sortimentu sadalījumu (sadalījums lietkoksnē un papīrmalkā).

Aprēķinātais kurināmais koksnes apjoms, izmantojot *SF Yield* programmatūru, bija 35-38% no papīrmalkas un apaļkoku sortimenta apjoma (vidēji 116 m³/ha biomasas ciešmetros). Atbilstoši aprēķiniem mazākais kurināmās koksnes iznākums bija jauktajās priežu un egļu audzēs (87 m³/ha eksperimentālajos parauglaukumos) un lielākais egļu audzēs (136 m³/ha).

Projekta parauglaukumos vidēji ieguva 80 m³/ha kurināmās koksnes (biomasas ciešmetros), ieskaitot malku (9 m³/ha), (25% no papīrmalkas un apaļkoku sortimentu apjoma). Lielākais kurināmā koksnes apjoms bija egļu audzēs (85 m³/ha), mazākais – jauktās priežu un egļu audzēs (65 m³/ha).

Atbilstoši *SF Yield* aprēķiniem, zudumi darbībā ar ciršanas atliekām vidēji bija 33%, kas ir tuvu Zviedrijā un Somijā iegūtiem rezultātiem.

SF Yield programmatūras pilnveidošana

Ar *SF Yield* programmatūru aprēķināto (ieejas dati vieni un tie paši) datu salīdzināšana ar citās aprēķinu metodēs iegūtajiem (LVM metode) atklāja virkni problēmu dažādās aprēķinu stadijās.

Lielākajā daļā projektā analizēto audžu bija visai ievērojams daudzums koku ar caurmēru virs 50 cm, kas ir maksimālais pieļaujamais caurmērs *SF Yield* programmatūrā. Tas nozīmē, ka lielāko dimensiju kokus var ietilpināt tikai caurmēra klasē 48-50 cm. Turpmāk programmatūrā jāparedz, ka aprēķinos lietojamais maksimālais stumbra caurmērs ir 60 cm.

Apjoma aprēķiniem sadalījumā pa koku sugām programmatūrā iekļauts tikai bērzs. Tas nozīmē, ka citas lapu koku sugas kā apse, alksnis, u. c. ietilpināmas vienā grupā ar bērzu. Tā rezultātā par audzēm, kur valdošā suga ir apse, alksnis vai kāda cita lapu koku suga, aprēķinos iegūs faktiskai situācijai neatbilstošu rādītāju. Tas konkrēti attiecas uz

audzēm, kur valdošā suga ir apse, īpaši ņemot vērā no citām koku sugām atšķirīgo vainaga struktūru. Lai aprēķinātu faktisko ciršanas atlieku daudzumu lapukoku audzēs, programmatūrā atsevišķi izdalāma arī apse. Tas nozīmē, ka arī šai koku sugai jānosaka biomasas funkcija. Lai novērtētu vainaga struktūru, mizas apjomu, siltumietilpību un citus aprēķiniem nepieciešamos ieejas datus, iesākumā varētu izmantot iepriekšējo pētījumu rezultātus.

Beidzot, *SF Yield* varētu integrēt ar esošo LVM meža apsaimniekošanas programmatūru. Nākošā stadija būtu *SF Yield* integrēt ar LVM iekšējo meža inventarizācijas un apaļkoku sortimentu vadības sistēmu. Tas ļautu automatizēt lēmumu pieņemšanu, ieskaitot audžu izvēli izstrādei, resursu un ražošanas izmaksu aprēķinus. Protams, attīstība šādā virzienā rūpīgi jāapsver. Iespējams, ka vistiešākais veids ir izmantot funkcijas un iekļaut tās esošajās sistēmās.

Analīze par ciršanas atlieku pārstrādāšanu šķeldā – sistēmas analīze

LAUKA DARBI

Analīzes pamatā ir jau iepriekšējā nodaļā minētie lauka darbi, kurus veica LVM mežos 2005. gada novembrī. Pētījumu veica trīs veida audzēs, kur apaļkoku izstrādē un pievešanā izmantotas divas metodes: metode ar kurināmās koksnes sagatavošanu (K-metode) un tradicionālā metode (T-metode). Turklāt K-metodē pētīja arī ciršanas atlieku saiņošanu un pievešanu. Ziņojums par lauka darba rezultātiem ir 4. pielikumā. Sekojošā tabulā ir kopsavilkums par lauka darbu rezultātiem.

14. tabula

Pētījumā izmantotās mašīnas

Mašīna	Izpildāmā operācija	Operators
Ponsse Ergo	Mežizstrāde	Ludis Podiņš
Ponsse Buffalo, ar pagarinājumu	Apaļkoku pievešana Ciršanas atlieku pievešana Saiņu pievešana	Raivo Caune
Timberjack 1490	Ciršanas atlieku saiņošana	Eric Östergren

15. tabula

Mežaudžu raksturojums

	Jaukta	Lapukoku	Egļu
Iecirknis	Vecumnieku	Birzgales	Baldones
Kvartāla No.	177	273	115
Koku skaits uz ha	840	670	660
Sugu sastāvs (priede, egļu, lapukoki), %	41 51 8	2 42 56	20 74 6
Krāja (bruto krāja m ³ /ha)	443	314	443
Vidējais caurmērs (cm)	25	23	25

K-metodē harvestera darba ražīgums palielinājās par 4-17 % salīdzināt T-metodi (16. tabula). K-metodē pievešanā darba ražīgums samazinājās par 1-11 %.

16. tabula**Koriģētais laika patēriņš (cmin/ uz koku) un darba ražīgums
apaļkoku izstrādē**

Mežaudze Metode	Jaukta		Lapukoku		Eglu	
	K- metode	T- metode	K- metode	T- metode	K- metode	T- metode
Harvesteris						
Kopējais laika patēriņš, cmin/koks	79.3	92.5	81.2	90.3	87.3	91.3
Stumbra vidējais tilpums, dm ³ ciešm. b. m.	560	560	398	398	580	580
Darba ražīgums						
- koki/E ₀ -h	76	65	74	66	69	66
m ³ ciešm. b. m./E ₀ -h	42.6	36.4	29.4	26.3	40	38.3
- m ³ ciešm. b. m./E ₁₅ -h*	29.8	25.5	20.6	18.4	28	26.8
Relatīvais darba ražīgums, % no T-metodes	117	100	112	100	104	100
Sortimentvedējs						
Kopā						
- cmin/ m ³ ciešm. b. m.	117	100	112	100	241	100
- cmin/uz kravu	3536	3159	2864	2743	3430	3405
Kravas apjoms, m ³ ciešm. b. m.	13.0	13.0	9.3	9.3	12.8	12.8
Darba ražīgums m ³ ciešm. b. m./E ₀ -h	22.0	24.7	19.4	20.3	22.4	22.6
Darba ražīgums, m ³ ciešm. b. m./E ₁₅ -h	17.6	19.8	15.5	16.2	17.9	18.1
Relatīvais darba ražīgums, % no T- metodes	89	100	96	100	99	100

* Pārrēķina koeficients E₀- uz E₁₅-ražīgumu: 0.7 harvesterim un 0.8 sortimentvedējam, kas ietver "pētījuma efektu" un aiztures laiku.

Šajā pētījumā uz 1 m³ apaļkoku ciešm. b. m. ieguva no 0,56 līdz 0,66 m³ b. t. ciršanas atlieku (17. tabula). Ja izmaiņas darba ražīgumā izsaka kā izmaksas tikai par darbībām ar ciršanas atliekām, rezultāts ir negatīvs, tas ir LVM vajadzētu gūt saimniecisko labumu, izmantojot K-metodi. Ieguvums ir 0,12-0,34 Ls/m³ b. t. (17. tabula)

17. tabula

Atšķirības mežizstrādes un apaļkoku pievešanas izmaksās, attiecīgi izmantojot T- un K-metodi

	Jaukta	Lapukoku	Egļu	
	Šķeldošana pie ceļa			Saiņošana
m ³ b. t. /m ³ ciešm. b. m.	0.59	0.66	0.56	0.56
T-metode mežizstrāde (Ls/m ³ ciešm. b. m.)	1.79	2.48	1.71	1.71
Mežizstrāde K-metode (Ls/m ³ ciešm. b. m.)	1.53	2.22	1.63	1.63
starpība	-0.26	-0.26	-0.08	-0.08
Apaļkoku pievešana T-metode (Ls/m ³ ciešm. b. m.)	1.38	1.67	1.53	1.53
Apaļkoku pievešana K-metode (Ls /m ³ ciešm. b. m.)	1.52	1.71	1.54	1.54
starpība	0.14	0.04	0.01	0.01
Mežizstrāde + pievešana (Ls/m ³ ciešm. b. m.)	-0.12	-0.22	-0.07	-0.07
Mežizstrāde + pievešana (Ls/m ³ b. t.)	-0.20	-0.34	-0.12	-0.12

Saiņošanā reģistrētais darba ražīgums bija 38,3 saiņi E₀-h vai 32,5 saiņi E₁₅-h. Tas atbilst 45,5 m³ b. t. uz E₁₅-h pie 1,4 m³ b. t. uz saini.

Mežizstrādes atlieku pievešanā darba ražīgums bija no 29 līdz 35 m³ b. t. uz E₁₅-h (18. tabula). Saiņu pievešanā darba ražīgums bija 61 m³ b. t. uz E₁₅-h.

18. tabula

Laika patēriņš (cmin/m³ b. t.) un darba ražīgums ciršanas atlieku un saiņu pievešanā

Mežaudze Sortiments	Jauktas Ciršanas atliekas	Lapukoku Ciršanas atliekas	Egļu Ciršanas atliekas	Saiņi
cmin/m ³ b. t.	162	138	167	79
cmin/uz kravu	2296	1873	2386	2449
Kravas tilpums, m ³ b. t.	14.2	13.6	14.3	31.0
Darba ražīgums, m ³ b. t. /E ₀ -h	37.1	43.6	36.0	75.7
Darba ražīgums, m ³ b. t. /E ₁₅ -h	29.7	34.9	28.8	60.6

* Pārrēķina koeficients E₀- uz E₁₅-ražīgumu: 0.8 sortimentvedējam, kas ietver "pētījuma efektu" un aiztures laiku.

SISTĒMAS ANALĪZE

Pētījumā izmantoja 5. zīmējumā raksturoto sistēmas analīzes struktūru. Galvenie komponenti aprēķinos ir kapitāla izmaksas, darbaspēka izmaksas un ekspluatācijas izmaksas. Turklāt ir nepieciešamība pēc datiem par darba ražīgumu. Aprēķinos izmantoja datus par darba ražīgumu lauka darbos. Bez darba ražīguma datiem pētījumā izmantotajām mašīnām mēs izmantojam papildus datus vai pieņēmumus

par darba ražīgumu mašīnām, kuras nebija iekļautas pētījumos, piemēram, šķeldotāji un kravas automašīnas. Pieņēmumus izstrādāja kopīgi Skogforsk, Silavas un LVM speciālisti.

Sistēmu analīzē izmantoja *Microsoft Excel* programmu. Projektu nobeidzot LVM saņems programmas izklājlapu. Šūnas ir iekrāsotas atbilstoši datu avotam: Zaļš = LVM/Silava dati, zils=lauku darbos iegūtie dati, balts= *SF Yield* aprēķini, kuru pamatā ir zviedru dati.

Ieguldījumi un izmaksas	Šķeldotājs	Saiņotājs	Šķeldvedējs	Saiņu pievedējs	Atlieku pievedējs
Kapitālieguldījumi, Ls	331500	247000	97500	143000	143000
Amortizācija, gadi	7	7	7	7	7
Procentu likme, %	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
Galīgais lielums, Ls	49725	37050	14625	57200	57200
Dzēšanas koeficients	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176
Ieguldījumi, Ls/gadā	49582	36944	14583	15098	15098

Personāla algas, Ls/stundā	4.5	6.4	4.5	4.5	4.5
Sociālie maksājumi un	33.09	33.09	33.09	33.09	33.09
Darba dienas/gadā	252	252	252	252	252
Darba stundas/maiņa	8	8	8	8	8
Virstundas,	2	2	2	2	2
Virstundas, Ls/ stundā	4.5	6.4	4.5	4.5	4.5
Maiņu skaits/dienā	2	2	2	2	2
E0/E15	0.85	0.85	0.85	0.80	0.80
Braukšana uz darbu,	50	50	50	50	50
Braukšana uz darbu, Ls/km	0	0	0	0	0
Pāriešana uz citu	60	60		60	60
Dīkstāve pāriešanas laikā,	3	3		3	3
Dienas nauda, Ls dienā	0	0	0	0	0
Virstundas/ gadā	504	504	504	504	504
Darba stundas/ gadā	4032	4032	4032	4032	4032
E15-h/gadā	3247	3247	3427	3046	3046
Braucieni uz darbu,	50400	450400	50400	50400	50400

Personāla izmaksas

Darba alga Ls/gadā	18144	25805	18144	18144	18144
Virsstundas, Ls/gadā	2268	3226	2268	2268	2268
Braucieni uz darbu, Ls/gadā	0	0	0	0	0
Sociālās izmaksas un	6754	9606	6754	6754	6754
Dienas nauda, Ls/gadā	0	0	0	0	0
	27166	38637	27166	27166	27166

Ekspluatācijas izmaksas

Ieguldījumi un izmaksas	Šķeldotājs	Saiņotājs	Šķeldvedējs	Saiņu pievedējs	Atlieku pievedējs
Dīzeļdegviela, Ls/litrā	065	065	065	065	065
Eļļas, Ls/litrā	2..33	2..33	2..33	2..33	2..33
Dīzeļdegvielaspatēriņš, Lm3	1				
Dīzeļdegvielas patēriņš,	35.00	18	15	9	9
Degvielas patēriņš, l/100km			40		
Eļļas patēriņš, l/E15-h	0.6	0.45	0.05	0.45	0.45
Ieguldījumi un izmaksas	Šķeldotājs	Saiņotājs	Šķeldvedējs	Saiņu pievedējs	Atlieku pievedējs
Remonts un apkope, Ls/E15	1	1		2	2
Šķeldotāja naži, Ls/m3	0.10				
Dažādi l/E15-h	0	0	0	0	0
Pārbraucienu izmaksas, Ls	150	150		150	150
Nodokļi, Ls/gadā	0	0	0	0	0
Apdrošināšana, Ls/gadā	8000	6000	2500	4000	4000
Degvielas izmaksas,	73874	37992	33415	17817	17817
Eļļa, Ls/gadā	4540	3405	399	3193	3193
Remonts un apkope,	14612	3247	0	6091	6091
Dažādi, Ls/gadā	0	0	0	0	0
Pārbraucienu izmaksas,	9000	90000	0	9000	9000
	102026	53644	33814	36101	36101
Kopējās izmaksas, tūkst.	187	135	78	82	82
Ls/darba stundas	46	34	19	20	20
Ls/E15-h	58	42	23	27	27
Ls/m3 brīvais tilpums	1.64	0.92	1.47	0.44	0.93

Darba ražīgums

Iekraušana, min/krava

100	8.7	10.3
12	6.5	4.3
10		

Izkraušana, min/krava

Gaidīšana, min/krava

Transportēšana

Vidējais ātrums, (km/h)

Attālums vienā virzienā,

Braukšana (h min)

Laiks uz kravu (h un min)

Σ laiks/krava, E15-h

Vidējā krava, m3 brīvais

50	55	55
45	250	250
1.8	9.1	9.1
3.8	24.3	23.7
4.51	0.51	0.49
70	31	14

Ieguldījumi un izmaksas	Šķeldotājs	Saiņotājs	Šķeldvedējs	Saiņu pievedējs	Atlieku pievedējs
-------------------------	------------	-----------	-------------	-----------------	-------------------

Darba ražīgums, m ³ brīvais	35.00	45.50	15.52	61.26	28.97
Izstrādes apjoms, m ³	113652	147748	53196	186566	88241

5. zīm. Sistēmas analīzes struktūras piemērs. Galvenie komponenti ir kapitāla izmaksas, darbaspēka izmaksas, ekspluatācijas izmaksas un darba ražīgums.

Atbilstoši lauka darba rezultātiem aprēķinu metodes maiņa uzrādīja augstāku darba ražīgumu apaļkoku izstrādes mašīnām. Sistēmas analīzē tas izpaudās kā izmaksas ar mīnus zīmi ciršanas atliekām. Izmantojot *Excel* pašizmaksas aprēķina modeli, ieguvām izmaksas robežās no 3,15 līdz 3,92 Ls/m³ b. t. (19. tabula). Izmantojot lauka darbiem aprēķināto energoietilpību ciršanas atliekām (apmēram, 0,70 MWh/m³ b. t. pie, piem., 50% mitruma satura), tas atbilst izmaksām no 4,5 līdz 5,6 Ls/MWh.

Ievērojiet, ka aprēķinātās izmaksas neietver maksājumu zemes īpašniekam, administrācijas, uzraudzības, glabāšanas, kravas operāciju, tālākas transportēšanas izmaksas vai riska/peļņas attiecību. Izmaksas par šiem komponentiem iekļaujamas pilnajā analīzē.

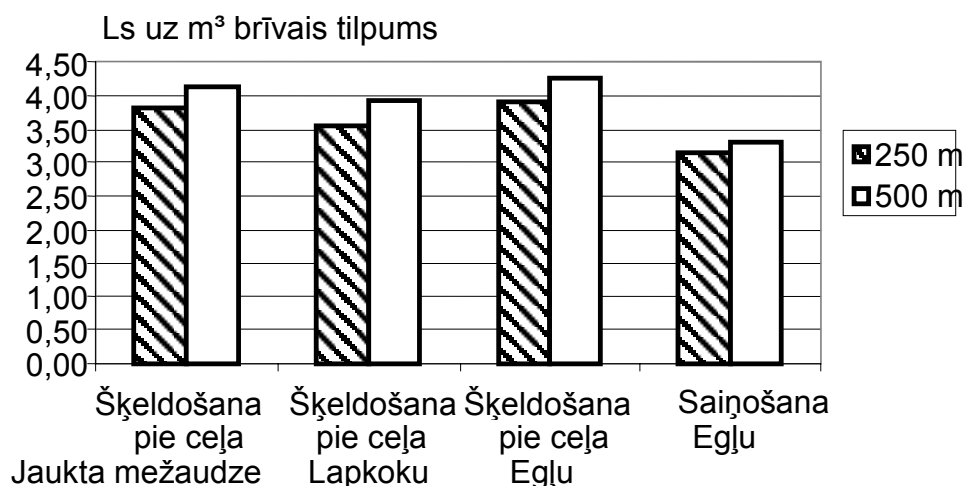
19. tabula

Izmaksas terminālā (Ls/m³ b. t.).

	Jaukta	Lapukoku	Egļu	
	Šķeldošana pie ceļa			Saiņošana
Starpība, apaļkoku izstrāde	-0.44	-0.40	-0.14	-0.14
Starpība, apaļkoku pievešana ar sortimentvedēju (250 m)	0.24	0.06	0.02	0.02
Starpība, ciršanas atlieku pievešana (250 m)	0.90	0.77	0.93	
Saiņošana				0.92
Pievešana, saiņi				0.44
Kurināmās koksnes izmaksas pie ceļa (Ls/m ³ b. t.)	0.70	0.43	0.81	1.24
Šķeldošana pie ceļa	1.64	1.64	1.64	
Šķeldas transportēšana (45 km)	1.47	1.47	1.47	
Saiņu transportēšana (45 km)				0.71
Šķeldošana terminālā				1.20
Izmaksas terminālā	3.81	3.54	3.92	3.15
Transports no termināla līdz patrērētājam				
Maksājumi zemes īpašniekam				
Administrācijas un uzraudzības izmaksas				
Glabāšana				
Kravas operācijas terminālā				
Riska/peļņas attiecība				
Kopējās izmaksas				

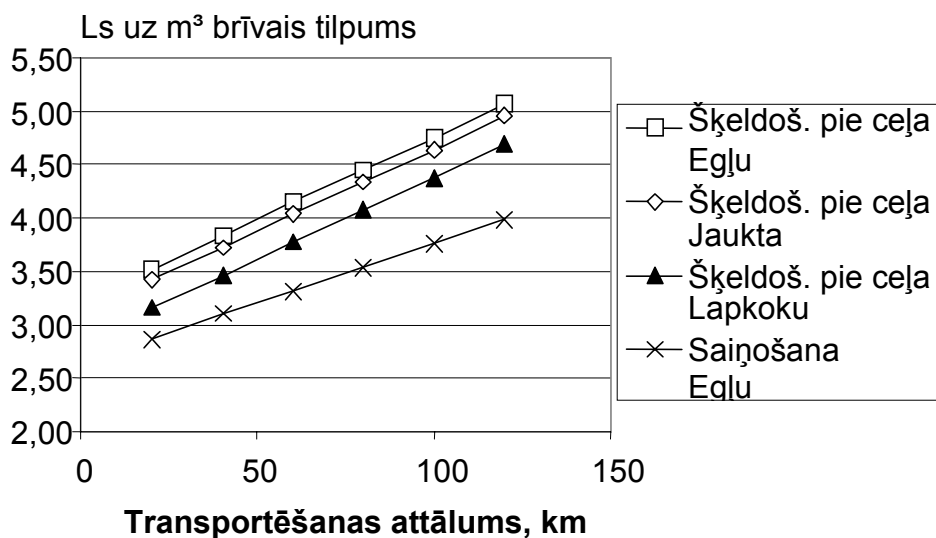
JUTĪGUMA ANALĪZE

Protams, ka aprēķinu rezultātus ietekmē izmaiņas pieņēmumos un ievadāmos datus; piem., pie saiņošanas ciršanas atliekas tiek sapresētas, kas ļauj materiālu izvest no lielākiem attālumiem salīdzinot ar nesaiņotu atlieku izvešanu. Tas nozīmē, ka ciršanas atliekas saiņojot, pievešanas attālumi mazākā ietekmē ražīguma rādītājus. Saiņošanā termināla izmaksas bija apmēram 80% no izmaksām šķeldošanā pie ceļa pie izvešanas attāluma 250m. Kad izvešanas attālums vienā virzienā palielinājās līdz 500 m, saiņošanas izmaksas bija 78% no šķeldošanas pie ceļa izmaksām (6. zīm.).



3. zīm. Ciršanas atlieku izmantošanas sistēmas izmaksas parauglaukumos pētītajās mežaudzēs atkarībā no pievešanas attāluma, attiecīgi 250 un 500 m.

Līdzīgi ciršanas atlieku saiņošanu sistēma ir mazāk atkarīga no otrreizējās izvešanas attālumu nekā šķeldošanas pie ceļa sistēmā. Pie šīs analīzes nosacījumiem un pieņēmumiem saiņošanas sistēma bija 0,7-1,6 Ls/m³ b. t. lētāka nekā šķeldošanas pie ceļa sistēma (7. zīm.). Salīdzināšanu izdarīja tikai egļu audzēm.



4.zīm. Sistēmas izmaksas lauku darbos pētītajās mežaudzēs pie dažādiem otrreizējās transportēšanas attālumiem .

KVALITĀTES RĀDĪTĀJI

Eksperimentālā pētījuma ietvaros iegūtās šķeldas kvalitātes parametrus analizēja 2006. gada janvārī un februārī. Pārbaudīja šādus parametrus: mitruma saturs, pelnu saturs, tilpuma blīvums birstošam materiālam un tīrā siltuma vērtība.

Paraugus ņēma tūlīt pēc materiāla pārstrādāšanas šķeldā. Analizējamos paraugus ievāca, ņemot šķeldu dažādās konteinera vai kaudzes malās un samaisot tos kopā. Analizēja paraugus, kuru svars bija apmēram 10 kg.

Analīzes rezultāti doti 20. tabulā.

20. tabula

Šķeldas raksturojums

	Jaukta	Lapukoku	Egļu	Vidēji
Mitrums, %	46%	43%	64%	51%
Pelnu saturs, %	1.50%	2.80%	2.70%	2.30%
Tilpuma blīvums, kg/l	0.36	0.27	0.41	0.35
Tilpuma blīvums, kg/l sausās masas	0.19	0.16	0.15	0.16
Tīrā siltuma vērtība, MWh/m ³ *	2.7	2	1.9	2.4

* Siltuma vērtības aprēķinos ņēma vērā faktisko mitrumu

Ievērojiet, ka paraugus ņēma no relatīvi svaiga materiāla. Ideālā gadījumā ciršanas atliekas vajadzēja atstāt cirsmā žūšanai (apklātas ar papīru), lai tās izžūtu līdz mitruma saturam apmēram 40%. Jebkurā gadījumā paraugi no mežaudzēm, kurās bija lapukoki, bija zemāks

mitruma saturs nekā ciršanas atliekām egļu audzē, ko parādā arī energoietilpības rādītāji (20. tabula).

CIRŠANAS ATLIEKU UZGLABĀŠANA

Ciršanas atliekas nepieciešamas uzglabāt vairāku iemeslu dēļ. Mežizstrāde notiek vairāk vai mazāk vienmērīgi visu gadu, kamēr lielākais pieprasījums pēc ciršanas atliekām ir gada aukstajos mēnešos. Turklāt ciršanas atlieku glabāšana vairākus mēnešus ļaus skujām izžūt un nobirt (barības vielas paliek cirmā), kas palielina kurināmā energoietilpību un vērtību.

Zviedrijas apstākļos parasti ciršanas atliekas atstāj cirmā uz vasaru un pēc tam sakrauj grēdās. Lai ciršanas atliekas atkal nekļūtu mitras, kaudzi pārklāj ar papīru (apm. 4 m plats). Šāda sistēmā priekšrocība ir tā, ka kurināmā kvalitāte pieaug un izvešana nav jāveic vienlaicīgi ar sortimentu izvešanu pēc mežizstrādes. No otras puses no loģistikas viedokļa trūkums ir tas, ka darbi netiek pilnībā nobeigti, tehnika atrodoties dotajā cirmā. Šo darbu apvienošana nav iespējama.

Somijā ir paradums izvest no cirmsas zaļas ciršanas atliekas, lai gan nedaudz izmanto arī ciršanas atlieku žāvēšanu cirmā. Tādā veidā ir rasta iespēja izmantot saiņošanas tehnoloģijas priekšrocības. Ideālā gadījumā vienu un to pašu sortimentvedēju var izmantot kā apaļkoku tā saiņu pievešanai. Atkarībā no katra konkrētā gadījuma saiņus var aizvest projām vai atstāt krautuvē pie ceļa. Trūkums šajā pieejā ir tāds, ka no cirmsas aizved daudz barības vielu (smalkā frakcija), bet augsts skuju saturs ciršanas atliekās var veicināt atsevišķu tipu boileru priekšlaicīgu nolietošanu.

Enerģētiskā izmantojamo meža sortimentu glabāšana neatkarīgi no tā, vai tas ir brīvs, šķeldots vai saiņots materiāls, ir loģistikas problēma, kura risināma izmantojot loģistikas pieeju, kā tas ir pārējiem sortimentiem.

Ciršanas atlieku īslaicīgai uzglabāšanai nepieciešamās platības aprēķini

Ciršanas atlieku īslaicīgai uzglabāšanai nepieciešamās platības aprēķinus veica diviem dažādiem glabāšanas veidiem:

1. Vaļējas ciršanas atliekas sakrautas kaudzēs;
2. Saiņi, 3 m gari un 80 cm caurmērā sakrauti grēdās;

Aprēķinos izmantoja lauka darbos iegūtos datus (2005.-2006.g.). Pirmajā gadījumā ciršanas atlieku grēdas aprēķinus veica nošķeltai piramīdai, otrajā gadījumā- trapecveida krāvumam.

Ciršanas atlieku kaudzes vidējais augstums bija 4,1m (1. gadījums), saiņu grēdas augstums bija gadījums – 3,5 m (2. gadījums); kaudzes vidējais platums – 6,1 m, saiņu krāvuma platums - 3 m. Grēdu garums bija atkarīgs no ciršanas atlieku daudzuma. Sānu un gala malu leņķus aprēķinā kā vidējos rādītājus. Datu kopsavilkums dots 21. un 22. tabulā.

21. tabula.

Ieejas dati aprēķiniem vaļējām ciršanas atliekām kaudzēs

Rādītājs	Egļu	Jauktu	Lapukoku	Vidēji
Augstums, m	4.0	4.5	3.7	4.1
Garums, m	21.0	20.0	16.0	19.0
Platums, m	5.6	5.7	7.0	6.1
Leņķis galos, grādi	45	45	45	45
Leņķis sānos, grādi	80	80	80	80
Faktiskais kurināmā koksnes daudzums, m ³ b. t.	100	85	95	93

22. tabula

Ieejas dati saiņotām ciršanas atliekām grēdās.

Rādītājs	Egļu	Egļu (2. kaudze)	Vidēji
Augstums, m	3.5	3.5	3.5
Garums, m	26.0	27.0	26.5
Platums, m	3.0	3.0	3.0
Leņķis galos, grādi	45	45	45
Leņķis sānos, grādi	90	90	90
Faktiskais kurināmā koksnes daudzums, m ³ b. t.	230	240	235

Aprēķinot ciršanas glabāšanai nepieciešamo platību, jāņem vērā tāds nozīmīgs aspekts kā šķeldošanas iekārtu un tehnikas gabarīti. Ciršanas atlieku un saiņu kaudzei blakus jāatstāj vismaz 10 m plata josla ar cietu segumu vai stingri noblietētu grunti. Ja uz šķeldotāja ir uzmontēts konteineris, šīs joslas platumu var samazināt līdz 5 m, bet uzglabāšanas vietas tuvumā nepieciešama vismaz vēl viena 10 m plata josla manevriem pie konteineru pārkraušanas.

23. un 24. tabulā apkopoti aprēķinu rezultāti par ciršanas atlieku uzglabāšanai nepieciešamo platību un tās izmantošanas efektivitāti. Ir pieņemts, ka attiecība starp brīvu un ciešu tilpumu ir 3 pret 1, vidējais ciršanas atlieku blīvums ir 0,6 un mitruma saturs ir 50%, kas atbilst lauka darbu rezultātiem.

Aprēķinu rezultāti liecina, ka platības ekonomiskas izmantošanas ziņā ciršanas atlieku uzglabāšanas saiņos ir vismaz trīsreiz efektīvāka nekā uzglabāšana kaudzēs. Vidēji vienā 1 m² platības var uzglabāt 0,3 m³ vaļēju un nesaiņotu ciršanas atlieku un 1 m³ saiņotu atlieku. Ciršanas atlieku blīvums kaudzē bija apmēram 0,06 t sausās masas/m³, un saiņos šis rādītājs bija 0,19 t sausās masas /m³.

Šos aprēķinus var izmantot, lai noteiktu aptuveno ciršanas atlieku daudzumu kaudzē.

23. tabula.

Vajēju kaudzē sakrautu ciršanas atlieku raksturojums

	Egļu 115. kvartāls	Jauktu 177. kvartāls	Lapukoku 273. kvartāls	Vidēji
Uzglabāšanas platība, m ²	117.6	114.0	112.0	114.5
Platības izmantošanas koeficients, m ³ /m ²	0.28	0.25	0.28	0.27
Blīvuma koeficients	3.0	3.0	3.0	3.0
Ciršanas atlieku daudzums, m ³	33.3	28.3	31.7	31.1
Ciršanas atlieku blīvums, kg/l	0.6	0.6	0.6	0.6
Aptuvenus ciršanas atlieku svars, t (mitrums 50%)	20.0	17.0	19.0	18.7
Ciršanas atlieku blīvums pie glabāšanas, t/m ³	0.06	0.05	0.07	0.06

24. tabula

Saiņotu un grēdās sakrautu ciršanas atlieku raksturojums

	Egļu	Egļu (2. kaudze)	Vidēji
Uzglabāšanas platība, m ²	78.0	81.0	79.5
Platības izmantošanas koeficients, m ³ /m ²	1.0	0.97	0.99
Blīvuma koeficients	3.0	3.0	3.0
Ciršanas atlieku daudzums, m ³	78.3	78.3	78.3
Ciršanas atlieku blīvums, kg/l	0.6	0.6	0.6
Aptuvenus ciršanas atlieku svars, t (mitrums 50%)	47.0	47.0	47.0
Ciršanas atlieku blīvums pie glabāšanas, t/m ³	0.20	0.19	0.19

Uzglabāšanai nepieciešamās platības aprēķiniem izmantotās formulas ir iestrādātas modelī, kura pamatā ir datora izklājlapa. To var izmantot, lai aprēķinātu aptuveno ciršanas atlieku daudzumu (ja tas nepieciešams), izejot no plānotā apaļkoku iznākuma un nepieciešamās platības, kur uzglabāt kā vajējas tā saiņotas ciršanas atliekas.

Vides aizsardzības prasības pie īslaicīgas ciršanas atlieku uzglabāšanas

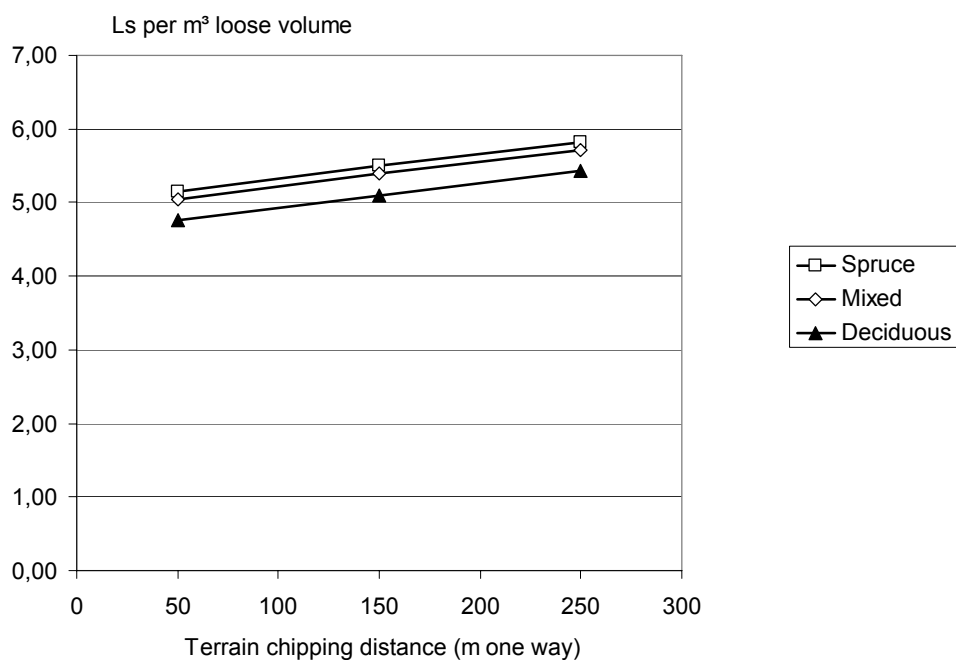
LR Ministru Kabineta noteikumi Nr.217 (29.05.2001.) par meža aizsardzību un ārkārtas stāvokļa pasludināšanu mežā paredz, ka ciršanas atlieku kaudzes minimālais augstums ir 3 metri un minimālais

platums - 4 metri. Skujkoku atliekas, kuru caurmērs ir > 15 cm jāpārklāj ar zariem un šī pārklājuma slānis ir vismaz 0,5 m biezs. Audzēs, kur egles īpatsvars ir vismaz 30% un kuras izstrādātas laikā no 15. aprīļa līdz 15. jūnijam, ciršanas atliekas jāsavāc divu nedēļu laikā pēc mežizstrādes. Ciršanas atliekas jāaizved no meža vai īslaicīgas uzglabāšanas vietas vismaz viena gada laikā kopš mežizstrādes. Īslaicīgas uzglabāšanas vietas izvēli nosaka prasība, kā attālumam no kaudzes līdz tuvākai skujkoku audzei jābūt vismaz 30 m, ja starp kaudzi un mežaudzi neiet ceļš. Ja no ciršanas atliekām krautuvē vismaz 30% ir egles materiāls, attālumam līdz tuvākai egļu audzei vecākai par 50 gadiem jābūt vismaz 50 m.

Vides aizsardzības prasības, piem., likumā par aizsargjoslām ietvertās, neparedz īpašas prasības attiecībā uz ciršanas atlieku glabāšanu.

Kur glabāt ciršanas atliekas?

Analīzes pamatvariantam pieņēmām, ka ciršanas atliekas glabās krautuvē tā, lai tur ērti varētu strādāt šķeldotājs. Tomēr praksē var izrādīties tā, ka ciršanas atlieku grēdām vietas nepietiek. Vadoties no pašizmaksas modelī iekļautiem pieņēmumiem, atmaksājas ciršanas atliekas pievest pa meža ceļu līdz 1000 m attālumam nekā darbināt šķeldotāju cirmā (8. un 9. zīm.).

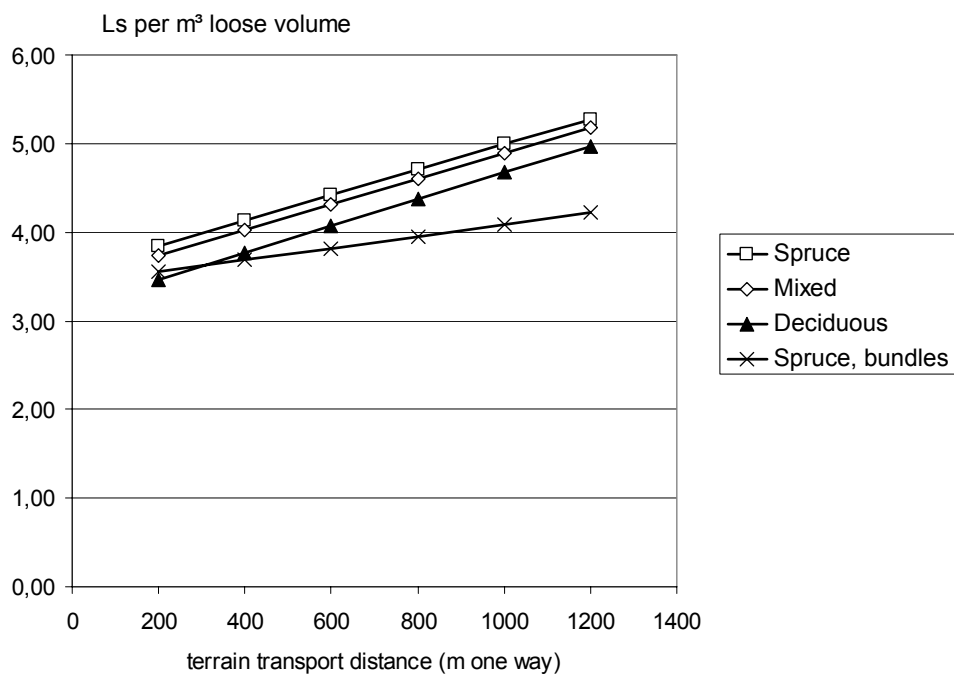


8. zīm. Ciršanas atlieku glabāšana cirmā: sistēmas izmaksas pētītajos mežaudžu tipos pie dažādiem pievešanas attālumiem, šķeldojot cirmā.

Ls/m³ b.t.

Pievešanas attālumi pie šķeldošanas cirmā (m vienā virzienā):

- Egļu,
- Jaukta,
- Lapukoku.



9. zīm. Ciršanas atlieku glabāšana pie ceļa: sistēmas izmaksas pētītajos mežaudžu tipos pie dažādiem pievešanas attālumiem pa meža ceļu.

Ls/m³ b.t.

Pievešanas attālumi pa meža ceļiem, šķeldošanas pie ceļa (m vienā virzienā):

- Egļu,
- Jaukta,
- Lapukoku.

Diskusija

REZULTĀTU PIELIETOJAMĪBA

LVM speciālisti ir izvirzījuši intriģējošu uzdevumu. Šo problēmu risināšanā daudzās valstīs ir uzkrāta pieredze, mācoties no kļūdām. LVM nevajadzētu atkārtot tās pašas kļūdas, ko citi savulaik pieļāvuši. No otras puses, vislabāk mācāmies no pašu pieredzes un pagaidām Latvijā pieredze, kā rīkoties ar ciršanas atliekām, ir neliela. Ceram, ka šī pētījuma rezultāti dos zināmu ieguldījumu sekmīgai ciršanas atlieku izmantošanai enerģētikā, ja reiz pieņemts lēmums strādāt šajā virzienā. Projektā iegūtie rezultāti lielā mērā sakrīt ar Zviedrijā un Somijā gūto pieredzi, lai gan ir arī daži izņēmumi.

LAUKA DARBI

Kā liecina lauka darba rezultāti K-metode paaugstina darba ražīgumu mežizstrādē par 4-17 %, bet samazina apaļkoku pievešanā ar sortimentvedēju par 1-11 %. Ja no sortimentiem izslēdzam malku un attiecīgo materiālu iekļaujam ciršanas atliekās, varam sagaidīt, ka darba ražīgums mežizstrādē vēl pieaugs, īpaši audzēs ar lielu apses īpatsvaru. Tomēr pētījumi par laika patēriņu neļauj raksturot šo iespēju kvantitatīvā izteiksmē. Kopumā sistēmas līmenī attiecībā uz apaļkokiem bija vērojams darba ražīguma pieaugums. Operatori bija pieraduši lielākoties strādāt pēc T-metodes un tāpēc iespējams, ka atšķirības starp abām metodēm nav pietiekoši novērtētas. Pētījumi Zviedrijā liecina, ka ieviešot K-metodi, iesākumā darba ražīgums samazinās. Tomēr lielais apaļkoku sortimentu daudzums, kāds parādās mežizstrādē Latvijas apstākļos, apgrūtina tiešu salīdzināšanu. Agrākos pētījumos esam novērojuši, ka operatori, kuru darba ražīgums ir zem optimālā, ieguva zināmas priekšrocības, pārejot uz K-metodi, un viņu darba ražīguma rādītāji attiecīgi palielinājās. Tomēr šajā gadījumā līdzīgai pieeja nav pamata, jo lauka darbos iesaistītie operatori bija augsti kvalificēti.

Laika patēriņa pētījumos iegūtos rezultātus nevar tieši piemērot darba ražīguma līmenim reālos apstākļos. Pētījuma vajadzībām parasti izvēlas piemērotu, visai vienvērtīgu audzi, operatora kvalifikācijas līmenis ir virs vidējā un viņš ir motivēts parādīt labāko sniegumu, apzinoties, ka tiek reģistrēts darba operācijām patērētais laiks. Atsevišķos gadījumos esam mēģinājuši izlīdzināt darba ražīguma datus, tomēr to vajadzētu darīt, izmantojot sekojumā iegūtos datus reālos darba apstākļos. To vajadzētu ņemt vērā, ja izmanto pašizmaksas modeli, īpaši par attiecību E_{15}/E_0 -h.

KĀ PAAUGSTINĀT DARBA RAŽĪGUMU

Ja samazinātu izstrādājamo sortimenta daudzumu, harvesteru un arī sortimentvedēja darba ražīgums ievērojami pieaugtu (skat. komentāru par malkas sortimentu iepriekš).

Lauka darbos harvesteru operatori daudz pūļu veltīja galotņu nogriešanai un daļas galotņu un zaru noklāšanai uz tehnoloģiskā koridora, lai mašīna varētu ērtāk manevrēt. Šajā gadījumā varētu

ievērojami ietaupīt laiku (līdz apmēram 7%), ja nobeidzot stumbra apstrādi, nogrieztās galotnes atstātu mašīnas priekšā.

Harvestera darba zonas platums bija apmēram 20 m. Šāds platums ir pieņemts LVM. Priekšrocība ir tā, ka kokmateriālu koncentrācija ir augstāka, kas savukārt palielina darba ražīgumu pievešanā ar sortimentvedēju. Tomēr, ja jāizved daudzi sortimenti un vēl ciršanas atliekas, kā to paredz K-metode, pietrūkst vietas, kur novietot sagatavotos sortimentus. Tas samazina darba ražīgumu kā mežistrādē tā pievešanā. Audzēs, kur ir relatīvi augsts vidējais stumbra tilpums, kā tas bija pētījumā, plata darba zona prasa papildus laiku, lai apstrādātu lielos kokus, kuri atrodas attālāk no mašīnas. Iespējams, darba ražīgumu varētu paaugstināt, ja izmantojot jaudīgāku harvesteri, tā darba zonas platumu noteiktu apmēram 15 m. Ja izšķiramies ņemt šos apsvērumus vērā, attiecīgi jāmaina noteikumi.

Lauka darbos izmantotais sortimentvedējs nebija visai piemērots šim uzdevumam (skat. sīkākus komentārus diskusijā Ziņojumā pa lauka darba rezultātiem). Attiecīgi noregulējot statņus un tā pagarinot kravas nodalījumu, iespējams paaugstināt darba ražīgumu.

Lūk daži apsvērumi, kas būtu jāņem vērā pie ciršanas atlieku saiņošanas:

Ciršanas atlieku saiņošana plānojama visā cirsmā; ciršanas atliekas jācenšas savākt lielās kaudzēs; lai novērstu piesārņojumu, nevāc celmus un ar saknēm izgāztus pameža kokus;

Operatoram jāprot veikli manevrēt ar krānu;

Ciršanas atliekas vienmērīgi padodamas uz presēšanas mezglu;

Lai būtu ērtāk sagatavot un pēc tam transportēt ciršanas atlieku saiņus, nevajadzētu izmantot materiālu, kas ir īsāks par 50 cm.

Lai sainī būtu pietiekoši daudz koksnes, materiāla tievgaļa caurmēram nevajadzētu būt zem 5 cm, kā to patlaban praktizē LVM.

SISTĒMAS ASPEKTI

Ņemot vērā, ka LVM plāno piedāvāt kurināmā tirgū ciršanas atliekas, nav šaubu, ka saiņošanas sistēma tai šķiet pievilcīga. Te būtiskais ir ņemt vērā visu piegāžu ķēdi no cirsmas līdz gala patērētājam. Kā liecina Zviedrijas pieredze, ir visai sarežģīti esošajā sistēmā ieviest jaunu standartu. Tam jānotiek kā dialogam starp kurināmā izmantotājiem (centrālapkures katlumājas vai koģenerācijas iekārtas) un piegādātājiem. Īpaša nozīme ir piegādājamā materiāla kvalitātei un saņēmēja iespējām to pieņemt un uzglabāt (vieta krautuvei, kravas operācijām un materiāla uzglabāšanai, stacionārās šķeldošanas iekārtas).

Vēl viens nozīmīgs sistēmas aspekts ir nepieciešamais ciršanas atlieku apjoms uz vienu tehnikas vienību. Tas ir būtiski, ieviešot jaunu tehnoloģiju (šķeldotājs, harvesteris un sortimentvedējs jau strādā). Ja pamatā liekam lauka darba rezultātus ($45 \text{ m}^3 \text{ b.t./E}_{15}\text{-h}$, $3 \text{ 250 E}_{15}\text{-h/gadā}$ un $240 \text{ m}^3 \text{ b.t. uz ha}$), tad vienai saiņošanas mašīnai, kuras jauda ir līdz $150 \text{ 000 m}^3 \text{ b.t. gadā}$, nepieciešamā meža platība ir apmēram 600 ha., Analizējot šķeldošanu pie ceļa, sistēmas analizē ir izdarīts pieņēmums, ka ciršanas atliekas reāli atrodas pie ceļa. Ja ciršanas atliekas ir kaudzē zināmā attālumā no ceļa, šķeldošanas

izmaksas pieaugs uz pievešanas un šķeldas tālākas transportēšanas patērētājam rēķina.

SAMAKSA PAKALPOJUMU SNIEDZĒJAM

Ciršanas atlieku izmantošanai enerģētikā līgumu slēgšana ar darbuzņēmējiem un darbu organizācija ietver virkni būtisku apsvērumu un lēmumu. Pakalpojumus piedāvā dažādas firmas un uzņēmumi, tomēr katram savs tiešais bizness ir svarīgāks. Viens no noteikumiem, kas būtu jāievēro slēdzot līgumus, ir ka pircējs un piedāvātājs maksā par pakalpojumiem vienā un tajā pašā mērvienību (vai norēķinu) izteiksmē. Praksē to nemaz tik viegli nevar panākt. Zviedrijā un Somija piegādājamā materiāla vērtības ķēdē ir vairākas šaurās vietas, galvenokārt tāpēc, ka dažādi darbuzņēmēji izpilda darbus dažādās ķēdes vietās. Praktisku un arī tradicionālu apsvērumu dēļ sortimentvedējam vai šķeldotājam, kas ir atsevišķs darbuzņēmējs, parasti maksā par izstrādātām tonnām vai par m³ b. t., kas ne vienmēr motivē uzlabot un pilnveidot visu sistēmu. Turklāt viens m³ b. t. nenozīmē to pašu, ko svaigi šķeldots materiāls, ja to salīdzina ar žāvētu un ilgāk glabātu vai materiālu, kurš ir jau transportēts 0, 10 vai 50 km attālumā. Tādējādi izcenojuma noteikšana pa sortimentiem ir sarežģīts uzdevums, kurā ir daudz "zemūdens akmeņu". Tomēr, ja protam izmantot tos posmus vērtības ķēdē, kur iespējama dabiska motivācija uzlabot darbu, paveras iespējas pilnveidot visu ķēdi.

Jebkurā gadījumā loģiskākā mērvienība izcenojuma noteikšanai būtu Ls/MWh. Visticamākais veids, kā risināt iespējamās problēmas piegāžu ķēdē, būtu piedāvājumā paredzēt nodrošinājumu visai piegāžu ķēdei no cirsmas līdz gala patērētājam (Norin, pers. comm.). Lūk virkne problēmu, kuras būtu risināmas, piem.:

Konkursa organizācija. Konkursa plānošanai un praktiskai izpilde ir būtiska nozīme, ja vēlamies panākt optimālu rezultātu. Tāpēc konkurss jāplāno un jānotur tā (piem., pretendentu vērtēšanas procedūra), lai sasniegtu vajadzīgos rezultātus.

Mežaudzes sagatavošana izstrādei. Kas atbild par mežaudzes sagatavošanu izstrādei, piem., pameža izciršanu? Kur tieši tas nepieciešams? Kas aprīko nokraušanas vietas u.c.?

Novērtēšana un uzskaitē. Visām līguma iesaistītās pusēm jāvienojas, kā novērtēšanu izdarīs pēc sagatavotā kurināmā energoietilpību (Kad novērtē? Kur? Kas to izpilda? Kādā veidā? u.c...). Tas nozīmē, ka novērtēšanas metodei jābūt ne tikai caurredzamai, bet arī vienkāršai un pamatīgai. Labāk izmantot oficiāli atzītu uzskaites sistēmu kurināmā koksnes un apaļkoku sortimentiem.

Darbuzņēmēju sertifikācija. Pirms no pretendentiem izvēlēties darbuzņēmēju, ar kuru slēgs līgumu par ciršanas atlieku kustību piegāžu ķēdē, darbuzņēmējam jāapliecina, ka tas spēj nodrošināt visas ķēdes funkcionēšanu. Tas nozīmē, ka darbuzņēmējam piedāvājumā ar dokumentiem jāapliecina, ka viņa rīcībā ir tehnika un tehnoloģijas, kā arī finanšu līdzekļi. Turklāt jāpierāda, ka spēj nodrošināt šķeldas kvalitāti – atbilstošais mitruma saturs, šķelda tīra no piemaisījumiem u.c. trūkumiem, kas varētu radīt problēmas šķeldas virzībā tālāk pa piegāžu ķēdi u.c.

Atbalsts jaunām tehnoloģijām. Ja LVM paziņos, ka tai nepieciešams pilnīgi jauna veida pakalpojums, iespējams, ka nepieteiksies neviens pretendents. No otras puses, labākie darbuzņēmēji sāks domāt, kā vislabāk izpildīt šo pakalpojumu, vienlaicīgi attīstot arī savu biznesu. Konkursa pirmajā kārtā varētu vērsties tieši pie labākajiem šī pakalpojuma potenciālajiem izpildītājiem, piem., pie kāda darbuzņēmēja, kurš apņēmtos kādu energoiekārtu pilnībā nodrošināt ar koksnes kurināmo. Labākā gadījumā atradīsies kāds darbuzņēmējs, kuru interesēs šāds piedāvājums. Ja tāds nepiesakās, konkursu izsludina jau par mazāka apjoma darbiem un konkrētām operācijām.

Funkcionējošs tirgus. Koksnes kurināmā tirgū jābūt pietiekošam skaitam gala patērētāju un piegādātāju. LVM jāpanāk, ka organizācija ir stabils spēlētājs koksnes kurināmā tirgū, kuram ir tādas pašas tiesības un pienākumi kā citiem tirgus dalībniekiem.

Iespējamākais scenārijs, kā veidot koksnes kurināmā tirgu, ir sākt ar sākuma fāzi, kurā attīsta vienu vai vairākus no iepriekš minētiem aspektiem. Tas, kā paredzēt un modelēt samaksu par pakalpojumiem ciršanas atlieku pievešanā, būs jau konkrēts LVM ietvaros risināms jautājums, ņemot vērā arī virkni politisku apsvērumu.

Konkursa izsludināšanas piemēri. Šeit aplūkojam tos jautājumus, kurus vajadzētu īsumā raksturot konkursa izsludināšanā. Pamatā tie attiecas uz Zviedrijas apstākļiem. Jāatzīst, ka salīdzinājumā ar zviedru uzņēmumiem LVM ir stabila pieredze, līgstot konkursa kārtībā darbuzņēmējus mežizstrādei un citiem darbiem. Šajā ziņojumā nav aplūkoti konkursa izsludināšanas tiesiskie aspekti. To LVM varēs izstrādāt pastāvīgi, pieaicinot juristus. Konkursa dokumentu raksturojums:

- Pavadvēstule. Tajā precīzi formulē konkursa mērķus. Tā pasūtītājs ievirza konkursu vēlamā virzienā, piem., koksnes kurināmā piegāžu ķēdes nodrošināšana no meža līdz gala patērētājam. Var arī paskaidrot, kā noformēt vajadzīgos dokumentus, uz kādiem jautājumiem jāatbild, dati par kontaktpersonu, u. c.
- Paskaidrojumi par konkursa priekšmetu. Jo konkrētāk būs noformulēts, tieši kādi darbi pretendētājam jānodrošina un kādi ir nosacījumi, jo atbilstošāki pretendenti pieteiksies konkursā. Tas arī ir veids, kā izvairīties no iespējamām strīdus situācijām, kādas varētu rasties nākotnē. Parasti šos paskaidrojumus noformē kā pielikumu konkursa dokumentācijai.
- Kontroljautājumu saraksts, kā pārbaudīt, vai pieteikums sastādīts atbilstoši prasībām. Lai konkursa noteikumi būtu salīdzināmi, tos vajadzētu noformēt pēc vienotas kārtības. Vai nu konkursa pieteikums ir kontroljautājumu veidā, vai arī dokumentiem pievieno kontroljautājumu sarakstu, pēc kura pārbauda pieteikuma atbilstību noteikumiem. Precīzi jānorāda svarīgākie dati kā pieteikšanās termiņi, pieteikuma derīguma termiņš, u. c.
- Izpildāmo darbu raksturojums. Šajā sadaļā skaidri un saprotami jānorāda, tieši kādi darbi pretendētājam būs jāpilda. Pasūtītājs var piedāvāt arī alternatīvas, vai paskaidrot, kādas sistēmas, mašīnas vai tehnoloģijas nav pieļaujamas.
- Darbu izpildes vieta (reģions).

- Izpildāmo darbu apjomi. Norāda konkrētus apjomus pa sortimentiem, vidējos rādītājus (apjomi, pievešanas attālumi, pārvadāšanas attālumi pa ceļiem, u. c.). Kādas sekas (abām pusēm) ir vidējo rādītāju neizpildes gadījumā.
- Līguma termiņš. Nosaka vai nu konkrētu līguma termiņu vai līgumā ir norāde "līdz turpmākam rīkojumam". Vēlams paredzēt kādu minimālu laiku, kurā darbuzņēmējs parāda savas spējas saglabāt darba ražīgumu. Zviedrijā tas parasti ir seši mēneši.
- Līgumsaistību uzturēšana. Jānosaka, kā līguma ietvaros uzturēs un attīstīs tālāk sadarbību (regulāras tikšanās, pārrunas, kādas biznesa iespējas piedāvāt darbuzņēmējam un ko LVM iegūs no tā).
- Samaksas nosacījumi. Precīzi jānosaka samaksas nosacījumi par līgumsaistību izpildi (laika darba samaksa; izpildīto darbu uzmērīšana, mērvienība, uzmērīšanas metode).
- Pārējie nosacījumi. Jebkura svarīga informācija, kura nav minēta iepriekšējos punktos.
- Izcenojums. Precīzi jānosaka, kāda veida darbi ietilpst darba uzdevumā, kādu informāciju par katru darba veidu sniedz darbuzņēmējs un kādu LVM. Tāpat jānosaka, kādas ir sekas nosacījumu neizpildes gadījumā. Šajā sadaļā var arī raksturot, kādas prasības tiek izvirzītas darbuzņēmēja lietotajām mašīnām un iekārtām. izcenojumu vajadzēt dot m³ b. t. vai MWh izteiksmē. Izcenojumu atkarībā no pievešanas/transportēšanas attāluma (cīrsmā vai pa ceļu) norāda atsevišķi gadījumos, kur attālumi atšķiras no izpildāmo darbu aprakstā dotajiem. Turklāt stundas izcenojumu vajadzētu norādīt darbu veidiem, kuri dotajā dokumentā nav citur atrunāti. Tāpat vajadzētu konkretizēt nosacījumu "neatbilst normālam darbam".
- Kvalitātes prasības. Kvalitāte aplūkojama šī jēdziena plašākā izpratnē: sagatavotā kurināmā kvalitāte; atskaitīšanās par izpildītajiem darbiem; darba organizācija; sabiedriskās attiecības ar klientiem; elastība; piegāžu precizitāte u. c.
- Darbuzņēmēja prasības. Darbuzņēmējs norāda, kādas prasības viņš izvirza klientiem.

PRAKTISKI IETEIKUMI UN TURPMĀKIE DARBI

Ir svarīgi novērtēt, kāda ir atšķirība starp audzēm, kuras ir piemērotas un kuras mazāk piemērotas ciršanas atlieku izmantošanai un izvešanai no cīrsmas. Zemāk minēti daži raksturīgākie rādītāji piemērotākajām audzēm. Praksē pats svarīgākais ir nevākt ciršanas atliekas tam acīmredzami nepiemērotās audzēs, nekā radīt kritērijus, kā izvēlēties optimālākās un piemērotākās audzes.

Audzēs, kuras ir piemērotas ciršanas atlieku izmantošanai un izvešanai:

Vidēji mitros meža augšanas apstākļu tipos, kur ciršanas atliekas nav nepieciešams augsnes aizsardzībai, lai novērstu tehnikas radītos bojājumus;

Skujkoku audzes, kurās dominē egļe (priedes piemaisījums nav pārāk liels, jo priedei attiecīgi ir mazāk zaru un galotņu) un lapu koku audzes, kuras ir līdzīgas pētījumā raksturotajām jauktajām audzēm;

Vidēji auglīgie un auglīgie meža augšanas apstākļu tipi;

Audzēs nav pārāk tālu no ceļa (saiņu pievešanā salīdzinājumā ar vajēju materiālu attālums līdz ceļam mazāk ietekmē darba ražīgumu);

Cirsmā nav pārāk maza; meža darbi ir vismaz vienā masīvā attālāk no citām tuvākajām cirmsām, kurās notiek mežizstrāde.

Varbūt arī citi ierobežojumi atkarībā no barības vielu pieejamības, bioloģiskās daudzveidības vai citiem aspektiem. Šie aspekti dotajās rekomendācijās nav ievēroti.

Kurināmā kvalitāte paliek uzmanības lokā vienmēr, īpaši sistēmas ieviešanas sākuma stadijā. Kvalitātes nodrošināšana nozīmē uzraudzības vai sekošanas sistēmas izmantošanu. Piemēram, seko, lai materiālā neiekļūst celmi, saknes, akmeņi u.c. Sistēmā ietilpst arī rīcība ar materiālu visā piegāžu ķēdē (harvesteris, sortimentvedējs, saiņotājs, šķeldotājs, transporta līdzeklis šķeldas pārvadāšanai, nokraušanas un uzglabāšanas vietas, kravas operācijas terminālā).

Ieviešot šo tehnoloģiju, jāseko, kā tā funkcionē un jāsalīdzina rādītāji, regulāri vācot datus. Datu vāc par, piem., faktiski iegūto koksnes kurināmā apjomu salīdzinājumā ar aprēķināto. Līdzīgi sekojums ir vajadzīgs darba ražīgumam un izmaksām. Šādā veidā LVM pamazām uzkrās savu pieredzi, kas ļaus radīt ticamus pārveidošanas koeficientus. Tas veicinās *SF Yield* un citu programmatūru izmantošanu.

Tāpat svarīgi ir ieguldīt papildus pūles darbuzņēmēju motivēšanā un apmācībā. Tie kļūs par nozīmīgiem tehnoloģijas propagandētājiem un veicinās metodes attīstību un pilnveidošanu, pie viena sasniedzot augstākus darba ražīguma rādītājus.

Turpmākajā R&D darbā uzmanība veltāma metodes pilnveidošanai (kā K- tā T-metode). Iespējams, jāizmanto jaudīgāki harvesteri un citas mašīnas, kuras lieti derētu šīs metodes ieviešanā. Uzsākot darbu ar koksnes kurināmo, vēl viena pētāmā joma būtu, kādus citus sortimentus bez galotnēm un zariem varētu izmantot enerģētikā. Tie varētu būt stumbri un stumbra nogriežņi kopšanas cirtēs un celmi kailcirtēs. Ciršanas atlieku aizvākšana no cirsmas var ietekmēt meža atjaunošanu un citas meža audzēšanas un kopšanas stadijas, kas netieši ietekmē koksnes kurināmā izmaksas. Piemēram, ja pēc kailcirtes cirsmu paredzēts atcelmot, var daudz efektīvāk izmantot meža atjaunošanas tehnoloģijas.

ANALĪZES REZULTĀTI

	Apaļkoki			Ciršanas atliekas							Σ	
	Harvesteris	Kokvedējs	Sortimentvedējs				Sortimentvedējs				Kopā	
				Šķeldotājs	Šķeldotājs cirsma	Saiņotājs	Šķeldas vedējs	Saiņi	Atliekas	Iekrāvējs		
Izmaksas, Ls/gadā												
Ieguldījumi	45284	14583	15098	49582	49582	36944	14583	15098	15098	5983	261834	
Personāls	38637	27166	27166	27166	27166	38637	27166	27166	27166	27166	294604	
Ekspluatācija	30843	33814	39689	102026	62705	53644	33814	39689	39689	34365	439438	
Kopā, Ls/gadā	114764	75564	81953	178774	139454	129224	75564	81953	81514	67514	995875	
Darba ražīgums, apaļkoki												
m ³ /ciešm.b.m.	26,10	32,00	19,33									
m ³ /ciešm/gadā	68967	109670	66653									
Darba ražīgums, ciršanas atliekas												
m ³ b.t./E15-h				35,00	14,82	45,50	15,52	68,91	34,85	250,00		
m ³ b.t./gadā				113652	39170	147748	53196	237673	120202	912600		
Pašizmaksa												
Ls/ m ³ ciešm. b.m. apaļkoki		0,71	1,29								2,00	
Ls/ b.t. cirš. atliekas				1,64	3,76	0,92	1,47	0,36	0,72	0,08	8,87	
Pārrēķina koeficients m ³ ciešm.b.m./ m ³ b.t.											0,40	
Pārējās izmaksas											0,00	
Administrācijas izmaksas, Ls/ m ³ b.t.											0,00	
Maksājumi zemes īpašniekam											0,00	
Glabāšana											0,00	

	Apaļkoki			Ciršanas atliekas						Σ	
	Harvesteris	Kokvedējs	Sortimentvedējs	Šķeldotājs	Šķeldotājs cīsmā	Saiņotājs	Šķeldas vedējs	Sortimentvedējs		Iekrāvējs	Kopā
								Saiņi	Atliekas		
Kravas operācijas											0,00
Tālāka transportēšana											0,00
Riska/peļņas attiecība											0,00
Kopā, Ls/ m ³ biomasa ciešm. (apaļkokiem bez mizas)											5,55