



LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE  
MEŽA FAKULTĀTE

Ziedonis Sarmulis  
Aleksandrs Savelļevs

# Meža darbi un tehnoloģijas

Mācību līdzeklis  
LLU Meža fakultātes studentiem un nozares speciālistiem

Jelgava, 2015

UDK 630\*2/.3

Grāmata izdota ar AS «Latvijas valsts meži» atbalstu



Vāka mākslinieciskais noformējums: Lauris Bērziņš (BALTI Group)

Korektore: Agrita Grīnvalde

Maketētājs: Lauris Bērziņš (BALTI Group)

© Ziedonis Sarmulis, Aleksandrs Saveljevs, teksts

© Studentu biedrība «Šalkone»

© SIA «BALTI Group», dizains

ISBN 978-9934-8599-3-9

Izdevējs: Studentu biedrība «Šalkone»

IEVADS	6
<b>1. VISPĀRĒJIE MEŽA DARBU TEHNOLOĢIJAS JAUTĀJUMI</b>	<b>8</b>
1.1. Meža darbu tehnoloģija kā nozares sastāvdaļa	8
1.1.1. Meža nozares struktūra	8
1.1.2. Meža resursi, to izmantošana koksnes izejvielu ieguvei	9
1.2. Tehnoloģijas pamatjēdzieni	10
1.2.1. Mežizstrādes tehnoloģiskā procesa sastāvdaļas	11
1.2.2. Darba operācijas	11
1.2.3. Mežizstrādes tehnoloģiskā procesa tipi	12
1.3. Mežizstrādi ietekmējošie apstākļi	12
1.3.1. Mežizstrādes tehnoloģiskā procesa tipa izvēli ietekmējošie apstākļi	13
1.3.2. Tehnoloģisko procesu ietekmējošie apstākļi konkrētās mežizstrādes norises vietās	15
1.4. Rādītāji mežizstrādes tehnoloģisko procesu un tā sastāvdaļu raksturošanai	19
1.4.1. Ekonomiskie rādītāji	19
1.4.2. Enerģētiskie rādītāji	20
1.4.3. Darba operāciju izpildes tehniskā līmeņa rādītāji	20
1.4.4. Ekoloģiskie rādītāji	21
1.4.5. Sociālie rādītāji	21
1.4.6. Ergonomiskie rādītāji	21
1.4.7. Darba līdzekļu izmantošanas un drošuma rādītāji	22
1.4.8. Tehniskie rādītāji	22
<b>2. MEŽA ATJAUNOŠANA UN SĀKOTNĒJĀ KOPŠANA</b>	<b>23</b>
2.1. Meža atjaunošanas darbu tehnika un tehnoloģiskie paņēmieni	23
2.1.1. Atcelmošana un augsnes sagatavošana	24
2.1.2. Meža augsnes sagatavošana	29
2.1.3. Meža sēšana un stādīšana	33
2.2. Atjaunotās meža platības kopšana	36
2.2.1. Atjaunotās meža platības kopšana un mērķa kociņu atēnošana	36
2.2.2. Atjaunoto meža platību apsardzība un aizsardzība	37
2.3. Meža kultūru papildināšana	39
<b>3. APAĻO KOKMATERIĀLU SAGATAVOŠANA</b>	<b>40</b>
3.1. Koku gāšanas operācijas tehnoloģija	40
3.1.1. Prasības koku gāšanas operācijas kvalitātes nodrošināšanai	40
3.1.2. Koku gāšanas operācijas tehnoloģiskā struktūra	41
3.1.3. Darba līdzekļi koku gāšanas operācijā	42
3.1.4. Koku gāšanas vieta	46
3.1.5. Priekšnoteikumi koku gāšanas operācijas sekmīgai norisei	47
3.1.6. Koku gāšanas operācijas norise	50
3.1.7. Koku gāšanas operācijas rezultātu vērtēšana	50
3.1.8. Koku gāšanas operācijas problēmas un iespējamā attīstība	51
3.2. Kokmateriālu atzarošanas operācijas tehnoloģija	52
3.2.1. Prasības atzarošanas operācijas tehnoloģijas kvalitātes nodrošināšanai	52
3.2.2. Operācijas tehnoloģiskā struktūra	53
3.2.3. Kokmateriālu atzarošanas darba līdzekļi	55
3.2.4. Kokmateriālu atzarošanas vieta mežizstrādes tehnoloģiskajā procesā	59
3.2.5. Priekšnoteikumi sekmīgai atzarošanas operācijas izpildei	60
3.2.6. Atzarošanas operācijas vērtēšana	63
3.2.7. Problēmas un turpmākā attīstība kokmateriālu atzarošanā	63

3.3. Kokmateriālu sagarumošanas operācijas tehnoloģija	64
3.3.1. Prasības kokmateriālu sagarumošanas operācijas tehnoloģijas kvalitātes nodrošināšanai	64
3.3.2. Operācijas tehnoloģiskā struktūra	65
3.3.3. Kokmateriālu sagarumošanas darba līdzekļi	67
3.3.4. Sagarumošanas operācijas vieta kokmateriālu sagatavošanas un piegādes tehnoloģiskajā procesā	70
3.3.5. Priekšnoteikumi sekmīgai sagarumošanas operācijas izpildei	71
3.3.6. Kokmateriālu sagarumošanas operācijas norise	71
3.3.7. Kokmateriālu sagarumošanas operācijas vērtēšana	73
3.3.8. Problēmas un turpmākā attīstība kokmateriālu sagarumošanas operācijā	73

<b>4. KOKMATERIĀLU PIRMĒJĀ TRANSPORTA OPERĀCIJAS TEHNOLOĢIJA</b>	<b>74</b>
4.1. Prasības tehnoloģijas kvalitātes nodrošināšanai kokmateriālu pirmējā transportā	74
4.2. Operācijas tehnoloģiskā struktūra	75
4.3. Darba līdzekļi kokmateriālu pirmējā transportā	75
4.3.1. Nemehanizēti līdzekļi kokmateriālu pirmējā transportā	76
4.3.2. Mehanizēta kokmateriālu pirmējā transporta darba līdzekļi	77
4.4. Priekšnoteikumi sekmīgai operācijas izpildei	87
4.5. Kokmateriālu pirmējā transporta norises vieta	89
4.6. Kokmateriālu pirmējā transporta operācijas norise	90
4.6.1. Kokmateriālu kravas savākšana pirmējā transporta operācijā	90
4.6.2. Pirmējā transporta laikā augšgala krautuvē piegādāto kokmateriālu novietošana	91
4.6.3. Pārvietošanās bez kravas un ar kravu kokmateriālu pirmējā transportā	92
4.7. Kokmateriālu pirmējā transporta operācijas izpildes rezultātu vērtēšana	93
4.8. Problēmas un attīstības iespējas kokmateriālu pirmējā transporta operācijā	93

<b>5. TEHNOLOĢISKAIS PLĀNOJUMS CIRSMU IZSTRĀDĒ</b>	<b>94</b>
5.1. Cirsma izstrādes tehnoloģiskās shēmas mērķis un uzdevumi	94
5.2. Cirsma izstrādes tehnoloģisko shēmu praktisks lietojums	95
5.3. Dati cirsmas izstrādes shēmas sastādīšanai	96
5.4. Cirsma shēmā parādāmie elementi	96
5.5. Visas cirsmas un slejas izstrādes shēmas	99
5.6. Slejas izstrādes shēmas kailcirtēm	102
5.6.1. Slejas izstrādes tehnoloģiskais plānojums kailcirtē, strādājot ar hārvesteru un forvarderu	102
5.6.2. Slejas izstrādes shēma sortimentu tehnoloģijas procesā, strādājot kailcirtē ar benzīna motorzāģiem un forvarderu	103
5.7. Slejas izstrādes shēmas starpcirtēm	106
5.7.1. Izstrādes tehnoloģijas shēma starpcirtē, strādājot šaurās slejās	107
5.7.2. Izstrādes shēmas starpcirtē, strādājot vidēja platuma slejās	107
5.7.3. Izstrādes shēmas starpcirtē, strādājot platās slejās	111
5.7.4. Izstrādes shēma starpcirtē, strādājot pa neregulāri izvietotiem pievešanas ceļiem	113
5.8. Slejas izstrādes shēmas, paredzot ciršanas atlieku saiņošanu	114

<b>6.</b>	<b>KOKMATERIĀLU KRAUTUVJU DARBI</b>	<b>116</b>
6.1.	Krautuvju iedalījums un raksturojošie rādītāji	116
6.1.1.	Galvenie kokmateriālu krautuvju iedalījuma veidi	116
6.1.2.	Rādītāji kokmateriālu krautuvju raksturošanai	117
6.2.	Krautuvju apskats pa atsevišķiem veidiem	119
6.2.1.	Kokmateriālu augšgala krautuves	119
6.2.2.	Krautuves kokmateriālu sezonālai uzglabāšanai	120
6.2.3.	Pastāvīgās kokmateriālu krautuves	122
6.3.	Krautuvju galvenās darba līdzekļu grupas	126
6.3.1.	Kraušanas mašīnas un mehānismi	127
6.3.2.	Aprīkojums kokmateriālu uzmērīšanai, kvalitātes vērtēšanai, sagarumošanai un šķirošanai	131
6.3.3.	Kokmateriālu transportieri	131
6.3.4.	Krautuvju papildu aprīkojums un krautņu veidi	133
<b>7.</b>	<b>ENERĢĒTISKĀS KOKSNES SAGATAVOŠANA</b>	<b>135</b>
7.1.	Enerģētiskās koksnies sagatavošana no mežā iegūstamām izejvielām	135
7.1.1.	Enerģētiskās koksnies izejvielu sagatavošana kailcirtēs	136
7.1.2.	Enerģētiskās koksnies izejvielu sagatavošana augoša meža apstākļos	138
7.1.3.	Malkas kā enerģētiskās koksnies izejvielas sagatavošana	140
7.2.	Enerģētiskās koksnies sagatavošana krautuvēs un pārstrādes cehos	140
7.3.	Enerģētiskās koksnies sagatavošana no nolietotiem koksnies produktiem	141
7.4.	Enerģētiskās koksnies sagatavošana ātraudzīgo kokaugu plantācijās un aizaugušās teritorijās	141
7.5.	Smalcinātāji enerģētiskās koksnies ražošanai	143
7.5.1.	Smalcināšanas mehānismi	144
7.5.2.	Smalcinātāju padeves mehānismi	145
	<b>IZMANTOTĀ LITERATŪRA</b>	<b>146</b>

# IEVADS

Kopš cilvēces attīstības pirmsākumiem katram individuam pastāvīgi ir nācies izvēlēties paņēmienus, ar kādiem nodrošināt savu eksistenci, izmantojot kaut ko no apkārtējās dabas daudzveidīgajām sastāvdaļām. Iegūtā ricības prasme arvien ir uzlabojusies, un mūsdienās tā jau ir kļuvusi par pamatu ne tikai jebkuru materiālo vērtību ražošanā, bet tādā pašā mērā arī tajā cilvēces radīto garīgo vērtību daļā, kura veido teorētisko bāzi tālākas attīstības iespējām visdažādākajās ar cilvēces pastāvēšanu saistītajās jomās. Var teikt, ka uz starptautiski izplatīto jēdzienu „tehnoloģija” var attiecināt visu, kas rada cilvēku prasmi kaut ko pārveidot tā, lai sasniegtu savai pastāvēšanai noderīgu rezultātu. Tehnoloģisko attīstību (sk. 1.1. attēlu) virza nepieciešamība sasniegt labāku rezultātu, un reizē ar to savukārt rodas vajadzība attīstīt tehnoloģijas īstenošanai nepieciešamos līdzekļus.

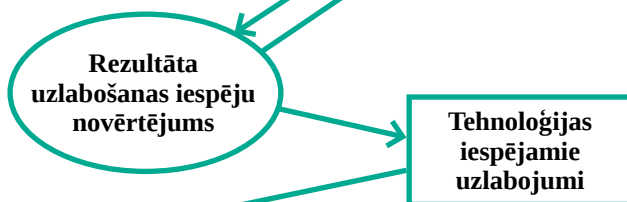
## 1.1. attēls

### Tehnoloģijas attīstības vienkāršota shēma

#### 1. Pašreizējais process



#### 2. Tehnoloģijas attīstība



#### 3. Uzlabotais process



Katrā atsevišķā materiālo vērtību ražošanas virzienā dažādu apstākļu ietekmē vēsturiski ir izveidojušies noteikti tehnoloģiskie procesi, kas pastāvīgi mainās reizē ar sabiedrības vajadzībām un tehniskās attīstības gaitā sasniegtajām iespējām. Šo procesu mērķtiecīgai attīstībai nepieciešamos priekšnoteikumus var iedalīt trīs grupās:

1. pastāvošajā tehnoloģijā sasniegto pozitīvo un negatīvo rezultātu novērtējums;
2. idejas pozitīvo rezultātu uzlabojumiem un negatīvo rezultātu izslēgšanai;
3. teorētiskā un materiālā bāze, kas nodrošina ideju realizēšanu.

Mūsdienās visu minēto priekšnoteikumu izpildē tiešā vai pastarpinātā veidā jāiesaistās dažādu līmeņu speciālistiem ar konkrēto funkciju veikšanai atbilstošām zināšanām, prasmēm un kompetenci. Tā kā sākotnējie pamati zināšanām, prasmēm un kompetencei tiek ielikti ražošanas profilam atbilstošā mācību iestādē, attiecīgās nozares speciālistu mācību programmas saturam jānodrošina gan dažādos apstākļos lietoto tehnoloģisko procesu pietiekami laba pārzināšana, gan tās saistītās jomas, kas var noderēt šo procesu uzlabošanai. Minētais pilnā mērā attiecināms arī uz meža nozari.

Plašākā nozīmē uz **meža nozari** pasaulē var attiecināt visu, kas saistās ar koksnes un citu meža resursu uzturēšanu un izmantošanu, ietverot arī visu ražošanu līdz brīdim, kad gala produkti nonāk pie to patērētājiem. Šādā izpratnē nav iespējama kāda vienota tehnoloģija visā meža nozarē, kurā ietilpst gan mežsaimniecība kā dažādu meža izejvielu sagatavošanas iespēju nodrošinātāja, gan mežrūpniecība un koksnes ķīmiskās pārstrādes rūpniecība. Katram minētajam ražošanas virzienam ir atbilstoša tehnoloģija kā pirmapstrādes produktu (zāģmateriālu, koksnes plātņu, celulozes u.tml.) ražošanai, tā arī tālākā apstrādē iegūstamo izstrādājumu (mēbeļu, būvdetaļu, papīra, miecvielu, krāsvielu, medicīnas preparātu u.tml.) ražošanai. Ir grūti iedomāties, ka varētu atrasties nopietns pamatojums vienā apjomīgā izdevumā mēģināt apkopot visu meža nozarē izmantoto tehnoloģisko procesu detalizētus apskatus, tāpēc mācību, ražošanas, pētniecības vai cita veida izmantošanas vajadzībām noderīgāki ir tehnoloģiskās informācijas apkopojumi pa atsevišķiem ražošanas procesu veidiem vai pat tikai to sastāvdaļām.

Šis grāmatas mērķis ir sniegt zināšanas par **tehnoloģiju** tajos mežsaimnieciskās ražošanas darbos, kādi jāveic koksnes izejvielu sagatavošanas un piegādes nodrošināšanai līdz transporta ceļam. Koksnes izejvielu sagatavošanas jēdziens šajā gadījumā ir ievērojami paplašināts, tajā ietverot arī darbus, kas jāveic meža kā ilgtspējīga koksnes izejvielas nodrošināšanai resursa atjaunošanai (vai ieaudzēšanai) un kopšanai. Turklāt grāmatā apskatīta arī kokmateriālu krautuvju darbu tehnoloģija, jo tā ir būtiska sastāvdaļa kopējā kokmateriālu sagatavošanas un piegādes tehnoloģiskajā procesā.

Grāmatas satura izklāsts sagatavots tā, lai to kā pamata literatūras avotu varētu izmantot studenti, kas apgūst meža inženierzinātņu studiju programmu. Kā papildu literatūras avots grāmata noderēs citu meža nozares specializācijas virzienu studentiem, vidējo tehnoloģiskās izglītības līmeni apgūstošām personām, tāpat arī mežsaimnieciskās ražošanas speciālistiem.

Grāmatā katrai no apskatītajām darba operācijām tiek dots tās mērķis, tehnoloģiska rakstura prasības, operācijas struktūra, izpildes līdzekļi, paņēmieni un priekšnoteikumi, norises apraksts, iegūto rezultātu vērtēšanas paņēmieni un pastāvošās problēmas, to risinājumi operācijas turpmākajā attīstībā. Saturs balstīts uz līdz šim un pašlaik publiski pieejamo informāciju par aplūkotajiem jautājumiem ne tikai Latvijā, bet arī citur pasaulē. Atsevišķu tematu apskatā norādīti papildus izmantojami izziņas avoti.

# 1. VISPĀRĒJIE MEŽA DARBU TEHNOLOĢIJAS JAUTĀJUMI

Pirms tuvākas iepazīšanās ar konkrētiem tehnoloģijas jautājumiem meža darbos ir jābūt pietiekamam priekšstatam par šīs jomas vispārēju raksturojumu: ar kādu sektoru cilvēces mērķtiecīgā darbībā tā saistās, kāds ir šā sektora pastāvēšanu nosakošo apstākļu raksturojums, kādi ir galvenie meža darbu tehnoloģiskā procesa norisi ietekmējošie apstākļi, tehnoloģiskā procesa īstenošanas rezultātu vērtēšanas aspekti un rādītāji, kāda ir tehnoloģiskā procesa struktūra, kā arī uz šo jomu attiecināmā formālā terminoloģija un tehnoloģisko jēdzienu būtības izpratne.

## 1.1. Meža darbu tehnoloģija kā nozares sastāvdaļa

**Uz meža nozari kopumā var attiecināt cilvēku apzināti veiktu jebkura veida darbību, sākot no rīcības esošo mežu saglabāšanai un jaunu ierīkošanai un beidzot ar lietošanai pilnīgi gataviem gala produktiem vai cita veida pozitīviem rezultātiem.** Visu meža produkciju mēdz iedalīt divās būtiski atšķirīgās grupās:

- materiālā (kokmateriāli, sēnes, ogas u.tml.);
- nemateriālā (meža bioloģiskā daudzveidība, rekreācijas iespējas un pakalpojumi, tostarp mežu aizsardzības funkciju īstenošana u.c.).

No ekonomiskā viedokļa **meža galvenā produkcija parasti ir kokmateriāli**, kas ir mežsaimnieciskās ražošanas produkts un tiek izmantoti kā koksnes izejvielas dažādos tehnoloģiskos procesos pilnībā lietošanai gatavu gala produktu ražošanai. Tajā pašā laikā nedrīkst ignorēt no meža un arī atsevišķi augošiem kokiem iegūstamās dažādu citu veidu materiālās produkcijas globālo nozīmi – ne tikai ogas, sēnes, medījumi un medus, bet arī miecvielas, sveķvielas, eļļas, garšvielas, krāsvielas, ārstnieciskās vielas, izejvielas daudziem ķīmiskās pārstrādes procesiem u.tml. Pavisam sveša lielai sabiedrības daļai šķiet t.s. meža nemateriālās produkcijas daudzveidības pastāvēšana (skābekļa ražošana, gaisa attīrīšana, klimatu regulējošu funkciju izpilde u.tml.), ko īstenībā lielākā vai mazākā mērā pilnīgi neapzināti izmanto katrs planētas iedzīvotājs. To ir svarīgi zināt katram cilvēkam, jo **neviens darbs nedrīkst būtiski traucēt meža izmantošanas ilgtspējīgu daudzveidību.**

Ar to saistīti vairāki attiecībā uz meža darbu tehnoloģiju pastāvīgi vērā ņemami atzinumi:

- 1) Meža darbu tehnoloģija attiecas uz to daļu nozarē, kur saimnieciskās darbības rezultāts ir kokmateriāli kā koksnes izejviela.
- 2) Meža darbu tehnoloģijai jābūt tādai, kas būtiski neapdraud citus meža izmantošanas veidus.
- 3) Meža darbu tehnoloģijas pastāvēšana un attīstība pirmām kārtām ir atkarīga no nozares attīstības kopumā.

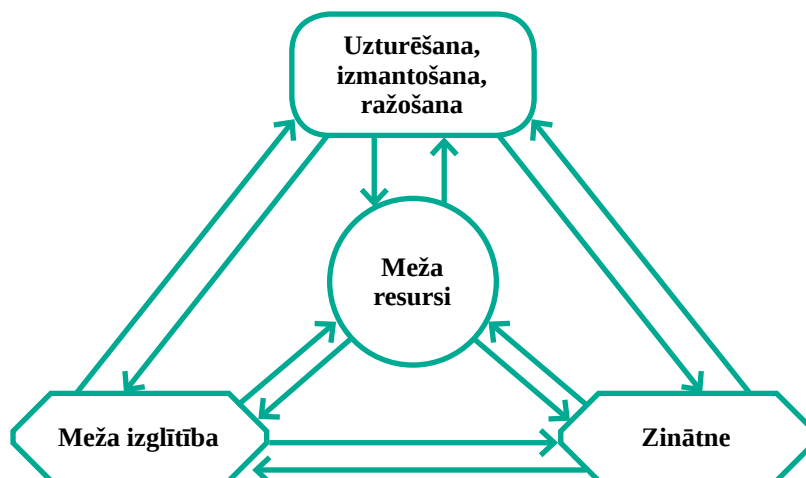
Pirmie divi no minētajiem atzinumiem pievērš uzmanību tam, ka konkrēta tehnoloģijas varianta izvēlē un īstenošanā pastāvīgi jāreķinās ar daudziem ierobežojumiem. Trešais no tiem norāda uz iespēju jauniem tehnoloģiskiem risinājumiem attiecībā uz nozares attīstību būt gan cēloņu, gan seku lomā. Saistības raksturs ir labāk izprotams, ja ir pietiekami skaidrs priekšstats par meža nozares struktūru kopumā.

### 1.1.1. Meža nozares struktūra

Līdzīgi kā par daudzām cilvēku darbības jomām, arī attiecībā uz meža nozari spriedumu par iedalījumu sastāvdaļās var izdarīt, kā pazīmi izmantojot reāli pastāvošo funkcionālo atšķirību starp visa kopuma daļām, neatkarīgi no administratīva vai cita formāla veida iedalījuma. Raugoties no šāda viedokļa, meža nozarē galvenā sastāvdaļa ir mežs, un šai daļai pārsvarā ir pasīva loma attiecībā uz visa kopuma funkcionēšanu. No kopuma aktīvajām daļām noteicošā ir tā, kurā apvienojas visas darbības – gan meža izmantošanā līdz pat gala produktu ieguvei, gan meža pastāvīgā saglabāšanā. Sekmīga šīs daļas pastāvēšana nav iespējama bez zināšanām un bez pietiekami pamatotas visu noteikto procesu izpratnes, tāpēc kā neiztrūkstošas sastāvdaļas ir meža nozares tematikai atbilstoša izglītība un zinātne (sk. 1.2. attēlu).



## Meža nozares galvenās sastāvdaļas.



Tautsaimniecībā, meža nozari galvenokārt saistot ar koksnes izejvielu pastāvīgu pieejamību, tās strukturālā iedalījumā augstākajā līmenī mēdz norādīt mežsaimniecību un produktu ražošanu no koksnes izejvielām (Latvijā šo sastāvdaļu uzskata par atbilstošu terminam „mežrūpniecība”).

**Mežsaimniecība** pārzina un uztur meža resursus un meža produkcijas ieguvu atbilstoši ilgtspējīgas apsaimniekošanas prasībām. Mežrūpniecību veido kokmateriālu pirmapstrādes, tālākapstrādes un ar ķīmisku koksnes pārstrādi saistītas ražošanas uzņēmumi. Vienkāršāki, izmantošanai pilnībā gatavi, produkti var tikt iegūti jau pirmapstrādes tehnoloģiskajos procesos. Lielākā daļa no tiem ir koksnes kurināmais cietā veidā, tāpat arī kārtis, mieti, būvbalķi un speciāli apstrādāti balķi guļbūvēm, daļa zāģmateriālu un dažāda veida koksnes plātņu materiālu. Tehnoloģiskajos pirmapstrādes procesos ar koksnes mehānisku apstrādi pasaules mērogā produkcijas kopapjomā zāģmateriāli aizņem pašu lielāko daļu, bet koksnes ķīmiskajā pārstrādē to pašu var teikt par celulozi. Visus pārējos izstrādājumus no koksnes (vai vismaz koksni saturošus) saražo tālākapstrādes tehnoloģiskajos procesos. Starp pēdējiem no minētajiem lielākais īpatsvars ir celulozes un papīra ražošanai.

Meža nozares pakārtoto sastāvdaļu reāli pastāvošā struktūra, ar kuras starpniecību dažādu pakļautības līmeņu nodarbinātie tiek iesaistīti visu funkciju norises nepārtrauktības pastāvīgai uzturēšanai, tostarp to, kas saistītas ar likumdošanu, likumdošanas normu izpildes uzraudzību, citu valstisku un sabiedrisku darbību, ir sarežģīta, ilgākos laika periodos mainīga, atšķirīga dažādās valstīs un ar dažādu iekļaušanos valstu formālajos administratīvās pakļautības veidojumos.

Meža nozares vietu starp citām ar materiālo vērtību ražošanu saistītām sabiedrības saimnieciskās darbības jomām lielā mērā nosaka izejvielu resursi. **Meža resursu** kvalitatīvo un kvantitatīvo rādītāju lielumi un izmaiņu raksturs laika gaitā ir pamats nozares pastāvēšanai un attīstībai, tāpēc, tuvāk iepazīstoties ar jebkuru no nozares struktūras sastāvdaļām, ir nepieciešamas vispārēju priekšstatu nodrošinošas zināšanas par tiem.

### 1.1.2. Meža resursi, to izmantošana koksnes izejvielu ieguvei

Par resursiem spriež, vērtējot to apjomu un kvalitāti. Meža resursu apjomu parasti vērtē pēc platības, to salīdzinot ar visu sauszemes platību vai samērojot starp dažādām valstīm. Pasaules piecu ar mežiem bagātākajām valstu (Krievija, Brazīlija, Kanāda, ASV, Ķīna) mežu kopējā platība ir apmēram 53% no mežu globālās platības. Resursu kvalitāti no koksnes izejvielu ražošanas viedokļa raksturo izmantošanai pieejamā krāja, koku sugu sastāvs (pirmām kārtām attiecība starp skuju un lapu kokiem), koksnes izmantošanu ietekmējošas īpašības. No dažādiem viedokļiem svarīga problēma mūsdienās ir pastāvīga pasaules mežu kopējās platības samazināšanās, kas, raksturojot samazinājumu viena gada laikā, skaitliski tiek pielīdzināta Polijas teritorijai. Pēdējo periodu uzskaites dati pasaules mērogā norāda uz tendenci, ka mežu platības samazināšanās temps palēninās. Problēma tomēr ir ļoti aktuāla, jo tempa palēnināšanās ir notikusi, meža platībai palielinoties reģionos, kur

mežainumam ir mazāka ietekme uz apkārtējo vidi, nevis tur, kur mežu pēc nociršanas nav iespējams atjaunot tā, lai tas būtiski neatšķirtos no iepriekšējā, dabiski ieaugušā.

Meža resursu izmantošanu koksnē izejvielu ieguvei pasaules mērogā raksturo ar **kokmateriālu sagatavošanas apjomu** (pēc tilpuma), attiecību starp izmantoto apjomu tālākai pārstrādei un siltuma ieguvei, kā arī samēru starp tālākās pārstrādes veidiem.

Viens no noteicošajiem apstākļiem attiecībā uz pasaulē ik gadus saražoto kokmateriālu apjomu ir **pasaulē iedzīvotāju skaits**. Droši var apgalvot – koksni izmanto katrs pasaules iedzīvotājs. Tātad saražoto kokmateriālu apjoma samazinājums ir iespējams vienīgi tad, ja vidējā koksnē patēriņa apjoms uz vienu iedzīvotāju samazinās straujāk, nekā palielinās kopējais iedzīvotāju skaits. Tendence samazināties vidējam koksnē patēriņam uz vienu iedzīvotāju pasaulē novērojama jau kopš iepriekšējā gadsimta vidus, tomēr visu saražoto kokmateriālu kopējais ir vienmērīgi palielinājies līdz iepriekšējā gadsimta pēdējai desmitgadei. Kopš tā laika minētais kopējais ir nedaudz svārstīgs, bez skaidri saskatāmas palielinājuma vai samazinājuma tendences.

Gadā saražoto kokmateriālu kopējais pasaulē ir ap 3,5 miljardiem m<sup>3</sup>. Apmēram septīto daļu no tā saražo ASV, kopā ar vēl četrām citām kokmateriālus ražotājām valstīm sasniedzot aptuveni 45% no pasaules kopējuma. Eiropā kokmateriālus visvairāk sagatavo Zviedrijā (ap 85 miljoniem m<sup>3</sup> gadā), Vācijā (ap 77 miljoniem m<sup>3</sup> gadā), Somijā (ap 69 miljoniem m<sup>3</sup> gadā) un Francijā (ap 63 miljoniem m<sup>3</sup> gadā).

Pasaulē kopumā aptuveni pusi no sagatavotajiem kokmateriāliem izmanto tālākai rūpnieciskajai pārstrādei, bet no visa pārējā iegūst siltumu. Pa valstīm šis samērs ir ļoti atšķirīgs, attiecībai starp izmantošanu tālākai pārstrādei un siltuma ieguvei mainoties no apmēram 95:5 rūpnieciski attīstītās valstīs līdz apmēram 15:85 rūpnieciski mazattīstītās valstīs. Latvijā rūpnieciskai izmantošanai paredzētos kokmateriālus tradicionāli mēdz apzīmēt ar vārdiem „lietkoki”, „lietkoksne”.

Laika gaitā ir mainījies kokmateriālu rūpnieciskās izmantošanas veidu samērs. Mūsdienās virsroku ir ņēmusi mehāniskā pārstrāde, īpaši zāģmateriālu ražošana un tālāka izmantošana. Reizē ar strauju koksnē ķīmiskās pārstrādes attīstību ap iepriekšējā gadsimta vidu parādījās prognozes, ka ķīmiskās pārstrādes veids kļūs par izplatītāko pasaulē. Izmaiņas pāris pēdējās desmitgadēs liek vērtēt minēto paredzējumu kā pārsteidzīgu, jo zāģmateriālu ražošana nesamazinās, bet no jauna palielinās koksnē kā siltuma enerģijas avota loma.

Attiecībā uz meža nozari kopumā nedrīkst aizmirst – koksni kā izejvielu iegūst ne tikai no mežiem savā valstī, bet arī ievēd no citām valstīm kā kokmateriālus apaļā veidā vai kā zāģmateriālus, plātnes un citus pirmapstrādes produktus. Vērā ņemamu daļu izejvielu resursos veido atkārtoti izmantojamas koksnē (vai pat tikai koksnē šķiedru, kā tas ir attiecībā uz makulatūras izmantošanu papīrrūpniecībā) apjoms, ko iegūst pēc koka taras izmantošanas, no nojaukamām būvēm u.tml.

## 1.2. Tehnoloģijas pamatjēdzieni

Var uzskatīt, ka cilvēkiem ar tehnoloģijas jēdzienu kaut kādā mērā ir bijis jāsaskaras kopš tā laika, kad viņi kādu mērķtiecīgu darbību veikšanai sāka lietot darbarīkus. Arī mūsdienās šo jēdzienu biežāk lieto attiecībā uz kādu izstrādājumu ražošanu, bet reizē arvien plašāk par pašsaprotamu tiek uzskatīts, ka ar to apzīmē arī noteiktā veidā reglamentētu rīcību virtuālā vidē. Pret to nevar būt iebildumu, jo **pēc būtības ar tehnoloģiju apzīmē noteiktā secībā un veidā lietotu līdzekļu un paņēmieni kopumu, kura īstenošanas gadījumā var sasniegt iepriekš izvirzītām prasībām atbilstošu rezultātu**.

Jebkuru tehnoloģisko procesu pirmām kārtām raksturo izvirzītais **mērķis** un tā sasniegšanai veicamie **uzdevumi**.

**Mežizstrādes tehnoloģiskā procesa mērķis ir sagatavot no augoša meža kokiem koksnē izejvielas tālākai apstrādei (vai tūlītējai izmantošanai) gan apaļo kokmateriālu, gan sasmalcinātā veidā, to izdarot atbilstoši noteiktām prasībām, un nogādāt tālākās apstrādes (vai tūlītējas izmantošanas) vietā.**

Mežizstrādes tehnoloģiskā procesa uzdevumu saturs principiāli neatšķiras no kāda cita veida ražošanas. **Galvenie uzdevumi ir:**

- 1) Tehnoloģiskā procesa struktūras izvēle.
- 2) Procesā izpildes metožu un paņēmieni izvēle.
- 3) Procesā sastāvdaļu norises savstarpēja saskaņošana.
- 4) Procesā sastāvdaļu norises pieskaņošana darba aizsardzības un drošības prasībām.
- 5) Procesā sastāvdaļu norises pieskaņošana apkārtējās vides aizsardzības prasībām.

### 1.2.1. Mežizstrādes tehnoloģiskā procesa sastāvdaļas

Mežizstrādes tehnoloģiskā procesa iedalījumu satura un norises ziņā atšķirīgās sastāvdaļās nosaka veicamo darbu un to izpildes vietu dažādība, attālums starp procesa sākuma un nobeiguma punktiem, kuru ģeogrāfisko atrašanās vietu mainīt nav iespējams. Procesā iedalījumu galvenajās sastāvdaļās nozares speciālajā literatūrā latviešu valodā sauc par **fāzēm**. Pirmo fāzi, **cirsma darbus**, no procesa nav iespējams izslēgt nevienā no tehnoloģiskā procesa variantiem. Pirmās fāzes darbus noslēdz cirsma sagatavoto kokmateriālu novietošana krautuvē pie vispārējas pieejamības ceļa. Šo krautuvi mēdz apzīmēt ar vārdu „augšgala”, saīsināti rakstot AGK. Procesā tālākā daļa ir kokmateriālu transports pa vispārējas pieejamības ceļiem. Ja cirsmu darbu fāzē ir sagatavoti tālākai pārstrādei (vai tūlītējai izmantošanai) atbilstoši kokmateriāli un to transportēšanas attālums līdz procesa nobeiguma punktam, t.i., kokmateriālu krautuvei tālākas apstrādes (vai tūlītējas izmantošanas) vietā, ir no dažādiem viedokļiem uzskatāms par tādu, ka nav nepieciešama pārkraušana cita veida transporta līdzeklī, tad ar otro fāzi, **izvešanu**, tehnoloģiskais process tiek noslēgts. Tehnoloģiskais process papildinās vēl ar divām fāzēm, **krautuvju darbiem** un **tālāko transportu**, ja ar izvešanu kokmateriālus nogādā stacionārā krautuvē (apzīmēt ar vārdu „lejasgala”, saīsināti rakstot LGK), no kurienes, parasti ar kāda cita veida transporta līdzekli, tos nogādā līdz krautuvei tālākas apstrādes (vai tūlītējas izmantošanas) vietā. Procesu nākas organizēt četrās fāzēs, ja attālums no augšgala krautuves līdz procesa noslēdzošajai krautuvei ir liels vai arī gadījumos, ja uz kādu citu ražošanas rezultātus būtiski ietekmējošu apstākļu pamata ir pieņemts lēmums daļu no cirsmu darbu operācijām izpildīt stacionārā ražošanas iecirknī. Tālāko transportu par vienu fāzi uzskata neatkarīgi no tā, cik reizes šīs fāzes norises gaitā kokmateriāli ir jāpārkrauj uz cita veida transporta līdzekli (piemēram, no autotransporta uz dzelzceļa transportu, no tā uz ūdens transportu, visbeidzot uz autotransportu).

Reizē ar mežizstrādes tehnoloģiskā procesa variantu atšķirībām sadalījumā pa fāzēm var mainīties maršrutu plānojums kokmateriālu plūsmas shēmā, kas savukārt ietekmē kokmateriālu sagatavošanas un piegādes loģistiku.

### 1.2.2. Darba operācijas

Katrā no procesa fāzēm tiek izpildīta vismaz viena, bet parasti vairākas darba operācijas. **Darba operācija** ir visbiežāk lietojamais jēdziens attiecībā uz kāda tehnoloģiska procesa struktūru. Darba operācija ir tāda daļa no norisēm tehnoloģiskajā procesā, kas no citām atšķiras pēc vienas vai vairākām no šīm pazīmēm:

- **darba objekts**, uz kura pārveidošanu vai pārvietošanu operācija vērsta;
- operācijas noslēgumā sasniedzamais **mērķis**;
- operācijas izpildei lietojamie **darba līdzekļi**;
- **darba izpildītāji**;
- operācijas **norises vieta**.

Piemēram, darba objekts var būt augošs koks, neatzarots stumbrs, atzarots stumbrs, garkoks, pameža kociņš, celms uz pievešanas ceļa u.tml. Savukārt operācijas mērķis var būt, lai kokmateriāla zaru ārējās daļas būtu nogrieztas līdz ar kokmateriāla virsmu, lai pievešanas ceļš būtu noklāts ar ciršanas atliekām, lai kokmateriāli no cirsmas būtu nogādāti augšgala krautuvē u.tml. Līdzīgi var spriest, ka, piemēram, strādājot ar mašīnām, darba līdzekļi zaru nogriešanai noteikti atšķirsies no tiem, kādus lieto koka stumbra sadalīšanai pa īsākiem nogriežņiem, bet mērīšanas ierīces kā darba līdzekļus galvenokārt lieto kokmateriālu sagarumošanā u.tml. Noteiktas operācijas izpildei tās veicējam var būt nepieciešamas specifiskas zināšanas un iemaņas, tāpēc kokmateriālu pievešanu parasti neveic tie paši strādnieki, kuri kokmateriālus sagarumo. Kokmateriālu pievešana nekad nenotiek pa vispārējas pieejamības ceļu visā kokmateriālu kravas pārvietošanas reisa garumā, respektīvi, no izvešanas atšķiras arī ar norises vietu.

Visas operācijas iedala **pamatdarbos** un **palīgdarbos**. Pamatdarbu operācijās rīcība vienmēr ir vērsta uz to darba objektu, kuram attiecīgais tehnoloģiskais process ir paredzēts. Palīgdarbu operācijās rīcība vērsta uz objektiem, kuri var sekmēt vai traucēt pamatdarbu izpildi. Piemēram, ja pameža kociņi var traucēt kokmateriālu sagatavošanai, tos vēlam novākt; lai kokmateriālus sekmīgi nogādātu krautuvē pie izvešanas ceļa, pievešanas ceļš jāuztur braukšanai piemērotā kārtībā.

Mežizstrādes tehnoloģiskā procesa pamatdarbu operācijas vēl ir grupējamas atkarībā no tā, vai tās ir paredzētas kokmateriālu **apstrādei** (koku gāšana, atzarošana, sagarumošana, mizošana,

skaldīšana, smalcināšana), **pārvietošanai** (savākšana, saiņošana, iekraušana, pievešana, treilēšana, izkraušana, izkļiedēšana, šķirošana, krautnēšana), **uzskaitēi** (uzmērīšana, svēršana), **kvalitātes kontrolei** (brāķēšana, marķēšana) vai **saglabāšanai** ilgākā laika periodā (galu apstrāde, laistīšana).

Tajos gadījumos, kad visas trīs neiztrūkstošās pamatdarbu operācijas kokmateriālu sagatavošanā – koku gāšana, kokmateriālu atzarošana un sagarumošana – secīgi pēc kārtas (vai vienlaicīgi) izdara viens un tas pats darba darītājs, piemēram, sortimentu sagatavošanā ar motorzāģi vai hārvesteru, tiek lietots apzīmējums „**operāciju komplekss**”.

Katru **darba operāciju raksturo nosaukums, mērķis, izpildes kvalitātes prasības, struktūra, darba līdzekļi, sekmīgas norises priekšnoteikumi, norises vieta, norises apraksts, operācijas rezultātu vērtēšana, problēmas un turpmākās attīstības iespējas**.

### 1.2.3. Mežizstrādes tehnoloģiskā procesa tipi

Mūsdienu tehniskās attīstības vispārējais līmenis nodrošina iespēju, ka, izņemot koku gāšanu, visas pārējās apstrādes rakstura operācijas var izdarīt ārpus meža. Šī iespēja tiek izmantota, ja tas ir izdevīgi vērtējumā no dažādiem apstākļiem (par tiem rakstīts tālāk). Līdz ar to mežizstrādes tehnoloģiskā procesa variantu skaits var būt liels, tāpēc tos sagrupē, iedalot pa **tipiem** (metodēm). Atšķirību kritērijs starp tiem ir no cirsmas uz augšgala krautuvi piegādāto kokmateriālu apstrādes pakāpe. Izšķir šādas kokmateriālu apstrādes pakāpes:

- viss koks (stumbrs kopā ar zariem, celmu un saknēm);
- neatzarots stumbrs (stumbrs kopā ar zariem);
- atzarots stumbrs (stumbrs bez zariem);
- sortiments (noteiktām prasībām atbilstošs stumbra nogriezis);
- sasmalcināta koksne (siltuma ieguvei vai šķeldas).

Vēsturiski ilgus gadus vienīgais iespējamais un joprojām pasaulē (arī Latvijā) izplatītākais procesa tips ir kokmateriālu sagatavošana cirmā sortimentu veidā, tālāk sekojot kokmateriālu pievešanai un kokmateriālu izvešanai. Latviešu valodā to pieņemts saukt par **sortimentu tehnoloģisko procesu**. Citur to sauc arī par „īsu kokmateriālu” vai „atbilstoši garumam sagrieztu kokmateriālu” metodi. Visai plaši pasaulē lieto tehnoloģiskos procesus, paredzot neatzarotu vai atzarotu stumbru treilēšanu līdz augšgala krautuvei un arī tālāko izvešanu līdz lejasgala krautuvei pilna garuma stumbru vai garkoku veidā. Latviešu valodā to sauc par **stumbru tehnoloģisko procesu**. Citur to sauc arī par garkoku metodi.

## 1.3. Mežizstrādi ietekmējošie apstākļi

Visus dažādos apstākļus, kas var ietekmēt mežizstrādes tehnoloģisko procesu un atsevišķas tā sastāvdaļas, iespējams iedalīt atkarībā no iedarbības jomas plašuma. Pirmkārt, ir tāda veida apstākļi, kas tieši vai netieši, lielākā vai mazākā mērā ietekmē gandrīz jebkuru apzinātu vai neapzinātu katra cilvēka darbību. Otrkārt, jebkuras specifiskas, uz konkrētu mērķi orientētas darbības norisi ietekmē šai darbībai, tās norises vietai raksturīgi un tieši attiecīgo darbību iespaidojoši apstākļi.

Katra atsevišķa cilvēka darbībai, tāpat arī ražošanas uzņēmumu un tamlīdzīgu dibinājumu funkcionēšanai jānotiek atbilstoši spēkā esošajai likumdošanai, ekonomiskajai situācijai, politiskajām nostādnēm un sasniegtajam sociālo jautājumu risināšanas līmenim, pielāgojoties dažādu dabas apstākļu ietekmei un tehnisko līdzekļu izmantošanas iespējām. Šāda veida ietekmētājiem ir globāla, valsts vai reģiona mēroga nozīme, kas tādā vai citādā veidā izpaužas arī attiecībā uz mežizstrādi.

Atsevišķa uzņēmuma līmenī mežizstrādi ietekmē pārējās šā uzņēmuma strukturālās un funkcionālās sastāvdaļas, no tām galvenokārt tālāk minētās:

- uzņēmuma pārvaldes forma;
- saimnieciskās darbības finansēšanas veids;
- kokmateriālu realizācija;
- darbaspēka raksturojums;
- meža atjaunošana;
- ceļu būve.

Tuvāk nepakavējoties pie tikko minētajiem vispārēja rakstura un uzņēmuma līmeņa apstākļiem, tālākajā apskatā uzmanība pievērsta divu veidu ietekmētājiem – tehnoloģiskā procesa tipa izvēli nosakošiem faktoriem un mežizstrādes norises konkrētās vietas raksturojumam no dažādiem aspektiem.

### 1.3.1. Mežizstrādes tehnoloģiskā procesa tipa izvēli ietekmējošie apstākļi

Mežizstrādes tehnoloģiskā procesa mērķi ir iespējams sasniegt, izmantojot vairākus procesa struktūras tipus, kas ir līdzvērtīgi pēc galvenā sasniegtā rezultāta, bet nav vienādi pēc visiem procesa norisē iegūtajiem blakus rezultātiem. Izdarot izvēli par labu kādam no tehnoloģiskā procesa tipiem, lēmums tiek pieņemts, pamatojoties ne tikai uz galvenā rezultāta sasniegšanas iespējamību, bet arī ņemot vērā paredzamos blakus rezultātus. Kā tehnoloģiskā procesa tipa izvēli nosakošus faktorus tos var iedalīt vairākās iedarbības aspektu grupās.

#### 1.3.1.1. Ar ražošanas efektivitātes uzlabojumiem saistītie faktori

Uz iespēju paaugstināt vispārējo ražošanas efektivitāti, izvēloties no šāda viedokļa izdevīgāku tehnoloģiskā procesa tipu, vērsti šādi faktori:

- darba mehanizācijas iespējas;
- darba kontroles un vadības iespējas;
- iespējas uzlabot nodrošinājumu ar darbaspēku;
- iespējas paaugstināt transporta izmantošanu;
- iespējas samazināt kapitālieguldījumu lielumu.

Sortimentu un stumbru tehnoloģiskā procesa lietošanas gadījumos minētās iespējas var īstenoties atšķirīgi.

Attiecībā uz darba mehanizācijas iespēju nav iespējams viennozīmīgi dot priekšroku tieši vienam no abiem tehnoloģiskā procesa tipiem, neskatot kopsakarību ar citiem apstākļiem. Šajā gadījumā vispirms jāņem vērā vispārējais tehniskās attīstības līmenis. Iespēja daļu no cirsma veicamajām operācijām pārcelt uz stacionāriem apstākļiem radās, kad kļuva pieejamas mašīnas, kas spējīgas rīkoties arī ar liela izmēra un smagiem kokmateriāliem. Tādas sāka izmantot, jo stacionāros apstākļos darbus bija vieglāk mehanizēt. Laika gaitā šis apsvērums ir zaudējis aktualitāti, jo to mobilo darbmašīnu attīstība, kurām jāstrādā sarežģītos un mainīgos dabiskas vides apstākļos, ir sasniegusi augstu līmeni.

Darbu ir vieglāk kontrolēt un vadīt stacionāros apstākļos, ja cirsmu darbos ražīgums ir zems, tāpēc uzdevumu izpildei tur nepieciešams daudz strādnieku. Tāds stāvoklis bija laikā, kad kokmateriālu sagatavošanas operācijām vēl nebija mašīnu, tāpēc cirsma vajadzēja vadīt un kontrolēt daudzu strādnieku darbu, kuri strādāja ar rokas darbarīkiem vai rokas motorinstrumentiem. Tagad šis faktors var būt priekšrocība tikai atsevišķos gadījumos, jo darbā ar modernajām mašīnām darba izpildītāju skaits cirsma ir niecīgs.

Līdzīgi kā minēts iepriekš par darba vadību un kontroli, nodrošinājums ar darbaspēku var būt problēma, ja ir nepieciešams daudz strādnieku tieši darbam cirsma. Tādā gadījumā zināma izveles priekšrocība dodama stumbru tehnoloģijas tipam. Strādājot ar pašreizējām vairākoperāciju mašīnām, nodrošinājums ar darbaspēku mežizstrādē ir vienlīdz problemātisks kā sortimentu, tā stumbru tehnoloģiskā procesa lietojuma gadījumos.

Stumbru tehnoloģijas gadījumā ir jāved garāki kokmateriāli, tāpēc krāvuma tilpīguma koeficients ir mazāks. Īsākus kokmateriālus var sakraut blīvāk un tā pilnīgāk izmantot pieļaujamo transportlīdzekļa krāvnēsību, tāpēc no šāda viedokļa neapšaubāma priekšrocība ir sortimentu tehnoloģijai.

Līdzīgi sortimentu tehnoloģiskā procesa tipam priekšroka dodama no kapitālieguldījumu apjoma viedokļa. Lai gan mobilās mašīnas sortimentu sagatavošanai cirsma ir dārgas, izmaksas to iegādei un uzturēšanai tomēr ir ievērojami mazākas nekā stacionāras lejasgala krautuves projektēšana, visi būvniecības darbi un stacionāro mašīnu iegāde un uzstādīšana.

### 1.3.1.2. Ar resursu izmantošanu saistītie mežizstrādes tehnoloģiskā procesa tipa izvēli nosakošie faktori

Uz sortimentu un stubru tehnoloģijas salīdzinājumu pēc resursu izmantošanas apjomu un lietderīgumu raksturojošiem rādītājiem attiecināmi šādi faktori:

- enerģijas patēriņa samazināšanas iespējas;
- kokmateriālu iznākums pēc apjoma un vērtības;
- koksnes atlieku izmantošanas iespējas.

Enerģijas patēriņa samazināšanai tautsaimniecībā ir svarīga nozīme no dažādiem aspektiem, tāpēc ar to jārēķinās arī sortimentu un stubru tehnoloģijas salīdzinājumā. Kokmateriālu sagatavošanas un piegādes procesā no kopējā enerģijas patēriņa lielākā daļa ir nepieciešama dažādu pārvietošanas operāciju izpildei, bet izlietojums apstrādes operācijām ir ievērojami mazāks. Tomēr arī šī izlietojuma daļa nav atstājama bez ievērības. Vispārzināma patiesība ir elektrodzinēju augstāks enerģijas lietderīga izmantojuma rādītājs nekā tas ir iekšdedzes dzinējiem. No šāda viedokļa ir apsverama izvēle noteiktos apstākļos dot priekšroku stubru tehnoloģijas procesam kā tādām, kas spēj nodrošināt plašāku elektropiedziņas lietojumu salīdzinājumā ar sortimentu procesu. Neizdarot īpašus enerģijas izlietojuma aprēķinus tieši konkrētiem salīdzināšanas variantiem, nav iespējams iegūt pamatotu spriedumu, lai dotu priekšroku sortimentu vai stubru tehnoloģijai.

Kokmateriālu ražošanā attiecībā uz resursu izmantošanu ir svarīgi panākt, lai iegūtais koksnes iznākums būtu iespējami lielāks gan pēc apjoma, gan kvalitatīvā sastāva. Tas nozīmē, ka iespējami jāsamazina dažādi koksnes zudumi un ražošanas atlikumi, tāpēc stubra sagarumošanas griezumu vietas jāizvēlas tā, lai rezultātā iegūtu kokmateriālus ar augstāko šā stubra koksnes vidējo cenu par vienu tilpuma vienību. Strādājot pēc sortimentu tehnoloģijas, ir tā priekšrocība, ka ikviena koka stubru var novērtēt vēl augošā stāvoklī. Tomēr šāda iespēja vien vēl negarantē no dažādiem viedokļiem izdevīgāko sortimentu iznākumu. Piemēram, var sadārdzināties tādu sortimentu izvešana, kuru kopējais apjoms cismā nesasniedz pilnas autotransporta reisa kravas lielumu. Stubru tehnoloģijas gadījumā lejasgala krautuvē no dažādām cismām koncentrējas pietiekami daudz stubru ar līdzīgu kvalitāti, lai savāktu pilnas kravas tālākai transportēšanai pa atsevišķiem sortimentu veidiem, turklāt stacionāros apstākļos modernie līdzekļi kokmateriālu individuālai novērtēšanai ir labāk pieejami. Līdzīgi kā iepriekš tika teikts par salīdzinājumu pēc enerģijas izlietojuma, arī koksnes lietderīgā iznākuma ziņā spriedumu konkrētu mežizstrādes tehnoloģisko variantu salīdzināšanas gadījumā var iegūt, izdarot aprēķinus tieši šai vajadzībai.

Apsverot mežizstrādes atlieku izmantošanas iespējas stubru tehnoloģijas gadījumā, ir jāņem vērā, ka daļa zaru nolūst koku gāšanā un neatzarotu stubru treilēšanā, zudumi rodas, kravu sagatavojot izvešanai. Stacionārā krautuvē nonākušās atliekas var būt piesārņotas ar putekļiem, smiltīm, dubļiem u.tml. Kokmateriālu transporta izmaksas palielinās, jo krāvuma tilpīguma koeficients ir mazs. Izvešanas attālums palielinās, jo kokmateriāli jāpiegādā no lielākas meža teritorijas, lai ar pārstrādājamo atlieku daudzumu varētu nodrošināt pastāvīgu darbmašīnu noslogojumu atbilstoši ekonomiskajām prasībām. Mīnētais ir pietiekams pamats, lai no atlieku izmantošanas iespēju viedokļa priekšroku dotu sortimentu tehnoloģijai.

### 1.3.1.3. Ar norises vietu saistītie mežizstrādes tehnoloģiskā procesa tipa izvēli nosakošie faktori

Ar norises vietu saistīti vairāku savstarpēji atšķirīgu veidu faktori:

1. iespējama atšķirīga ietekme uz darbības vidi:
  - ietekme uz apkārtējo vidi;
  - ceļi, satiksmes drošība;
2. būtiski atšķirīgs meža resursu un koksnes izejvielu atrašanās vietu ģeogrāfiskais izvietojums;
3. atšķirīgs cirsma raksturojums.

Meža darbi vidi ietekmē, bojājot augsni un augus, traucējot dzīvniekiem, piesārņojot mežu ar tam neraksturīgām vielām. Negatīvā ietekme uz vidi ir lielāka, ja vienā un tajā pašā teritorijā strādā vairāk mašīnu un tās ir lielākas. Stubru tehnoloģijas mašīnām pastāvīgi jāstrādā tikai ar pilna garuma stubriem, tās ir ar lielāku jaudu un masīvākas. Līdz ar to šo mašīnu ietekme uz apkārtējo vidi ir negatīvāka, nekā tā būtu, strādājot ar sortimentu tehnoloģijai paredzētām mašīnām. Negatīvo ietekmi pastiprina tas, ka pirmējā transporta laikā stubrus pārvieto, daļēji velkot pa zemi. Tādējādi var uzskatīt, ka no meža vides aizsardzības viedokļa priekšroka dodama sortimentu tehnoloģijai.

Tehnoloģijas tipa izvēle saistībā ar transporta ceļiem skatāma no ceļu plānojuma piemērotības liela garuma kravu pārvadājumiem un no satiksmes drošības viedokļa. Tā kā ar liela garuma kravu ir grūtāk manevrēt un pārvietošanās ar garāku kravu vairāk apdraud arī satiksmes drošību, reģionos ar intensīvu satiksmi tas var būt pats svarīgākais arguments, lai no šāda viedokļa vienīgais akceptējams variants būtu sortimentu tehnoloģija.

Būtiski atšķirīgam meža resursu un koksnes izejvielu atrašanās vietu ģeogrāfiskajam izvietojumam tehnoloģiskā procesa tipa izvēles pamatojumā galvenā loma var būt visos tajos gadījumos, kad kokmateriālu ieguves vietas no koksnes izejvielu izmantošanas vietām atrodas tik tālu, ka kokmateriālu piegāde nav iespējama ar vienu un to pašu transporta veidu. Dažādiem transporta veidiem izmaksu izmaiņas pēc vešanas attāluma ir atšķirīgas. Parasti autotransporta izmaksas palielinās straujāk nekā dzelzceļa, tāpēc noteiktā attālumā no izvešanas sākuma punkta ir lietderīgi pāriet uz lētāku tālāko transportu. Šajā vietā ierīkotajā krautuvē var būt izdevīgi izdarīt daļu no cirsma veicamajām apstrādes rakstura operācijām, respektīvi, sortimentu tehnoloģiju aizstāt ar stubbru tehnoloģiju.

Cirsma raksturojošo rādītāju vērtību dažādas kombinācijas nav vienlīdz izdevīgas sortimentu un stubbru tehnoloģijas lietošanai. Strādājot pēc stubbru tehnoloģijas, ražīgumu cirsmu darbos maz ietekmē koku sugu sastāvs, arī stubbriem sastopamās koksnes vainas. Turpretim sortimentu sagatavošanā cirsma tieši minētie rādītāji ražīgumu ietekmē būtiski. Ar sortimentu sagatavošanas hārvesteru strādājot labi koptās skuju koku tīraudzēs, kur kokiem ir maz kvalitāti pazeminošu vainu, sagatavojamo sortimentu skaits ir mazāks, bet ražīgums ir ievērojami augstāks nekā mistrotās lapu koku audzēs ar zemas kvalitātes kokiem.

### 1.3.2. Tehnoloģisko procesu ietekmējošie apstākļi konkrētās mežizstrādes norises vietās

Dažādu aspektu ietekmētāji, kas var sekmēt vai, tieši pretēji, kavēt tehnoloģiskā procesa gaitu konkrētās mežizstrādes norises vietās, to labākai pārskatāmībai ir iedalāmi vairākās grupās:

1. Cirsmu raksturojums:
  - vidējā stubbra tilpums;
  - krāja uz 1 ha;
  - sugu sastāvs;
  - cirsmas platība;
  - cirsmas konfigurācija;
  - attālums no izvešana ceļa;
  - cirtes veids.
2. Reljefa un grunts apstākļi:
  - kāpums, kritums;
  - grunts nestspēja;
  - mitruma režīms.
3. Meteoroloģiskie apstākļi:
  - gadalaiks;
  - temperatūra;
  - nokrišņi;
  - vējš.
4. Tehnoloģiskie faktori:
  - sagatavojamo un transportējamo kokmateriālu veids;
  - zaru izmantošana;
  - operāciju tehnoloģiskās kvalitātes prasības.
5. Tehniskie faktori:
  - mašīnu un motorinstrumentu raksturojums;
  - mašīnu un motorinstrumentu nolietojuma pakāpe;
  - energoapgādes veids;
  - tehniskā servisa iespējas.

Katram no sarakstā ietvertajiem faktoriem ir tieši šim faktoram raksturīga ietekme uz mežizstrādes tehnoloģisko procesu.

### 1.3.2.1. Cirsma raksturojoši rādītāji kā mežizstrādes tehnoloģisko procesu ietekmējošs faktors

No apstrādājamo koku izmēriem ir atkarīga piemērotu darba līdzekļu izvēle. Pasaulē ir vietas, kur daudzi koki nav piemēroti darbam ar mašīnām tieši tāpēc, ka to izmēri ir pārāk lieli, un tad apstrādes pirmajās operācijās jālieto rokas motorinstrumenti. Tieši apstrādājamo kokmateriālu tilpums ir viens no galvenajiem darba ražīguma ietekmētājiem.

Svarīgs darba ražīguma faktors mežizstrādē ir krāja uz platības vienību. Uz daudz lielākām nepieciešamajām pūlēm labu rezultātu sasniegšanai mežizstrādē, nekā tas ir vajadzīgs cita veida izejvielu ieguves nozarēs, norāda krājai pēc tilpuma atbilstoša vienāda biezuma koksnes slānis, kas Latvijas apstākļos būtu ap 2...3 cm.

Liela sugu daudzveidība vienā audzē reizē ar koku nevienlīdzību gan pēc kvantitatīvām, gan kvalitatīvām īpašībām un sagatavojamo sortimentu veidu skaita rada nepieciešamību vairāk darba ieguldīt kokmateriālu atzarošanā, sagarumošanā un šķirošanā, dažādās kokmateriālu pārvietošanas operācijās, uzglabāšanas vietu sagatavošanā, atšķirīgu apstrādes paņēmieni lietošanā u.tml.

Strādājot mazās cirmās, biežāk jātērē laiks neražīgiem pārbraucieniem uz citu cirsma. Tāpēc attiecībā uz cirsma platības lielumu no ražīguma viedokļa priekšroka nepārprotami dodama iespējami lielākām cirmām. Tas savukārt var būt pretrunā ar dabas aizsardzības prasību izpildes iespējamību. Tādos gadījumos ir vai nu jāsamierinās ar mazāku ražīgumu cirsma darbos, vai jāmeklē tieši konkrētajai situācijai atbilstoši īpaši tehnoloģiski risinājumi, tādējādi ar cirsma platības lieluma ietekmi uz tehnoloģisko procesu saskaroties jau plānošanas stadijā.

Cirsma teritorijas formai mežizstrādes norises tempu bremsējoša ietekme vairāk izpaužas mazas platības cirmās, jo paildzinās laiks mežā strādājošo mašīnu manevrēšanai, ja robežas līnija ir krasi izrobota. No mežizstrādes viedokļa mazai cirmai piemērotākā ir taisnstūra forma. Lielas platības cirmā šāda veida ietekme nav būtiska.

Cirsma attālums no izvešanas ceļa un to teritoriju raksturojums, kuras jāšķērso ārpus meža, piedodot vai treilējot kokmateriālus no cirsma līdz augšgala krautuvei, ļoti būtiski ietekmē ražīgumu un izmaksas kokmateriālu pirmējā transportā un reizē arī visā mežizstrādes procesā. Līdz ar kokmateriālu pievešanas attāluma palielināšanos ne tikai samazinās ražīgums šajā operācijā, bet ir nepieciešams lielāks darba ieguldījums pievešanas ceļu ierīkošanai un uzturēšanai, tāpat arī dabas aizsardzības prasību ievērošanai.

Ir viegli saprast, ka cirsma darbi visās tajās cirtēs, kur noņemama tikai daļa audzes koku, nav iespējami tādā tempā, kā to var izdarīt kailcirtēs. Tas vien jau ir labs pamatojums tam, ka attiecībā uz mežizstrādi cirtes veids vienmēr ir vērā ņemams faktors.

### 1.3.2.2. Reljefa un grunts apstākļu ietekmes raksturojums

Kalnainā apvidū, pārsniedzot kritisko nogāzes slīpuma lielumu, darbs ar mobilām mašīnām kokmateriālu sagatavošanai un pārvietošanai kļūst neiespējams. Ražīgums samazinās arī pie mazāka slīpuma, jo mašīnām jāpārvieto vieniņi nogāzes virzienā, pārvietošanās pret kalnu prasa lielāku enerģijas un laika izlietojumu. Kā līdzenumā, tā kalnainā apvidū darbus cirmā var traucēt nelīdzens mikroreljefs, ja tam raksturīgi daudzi un lieli padziļinājumi un paaugstinājumi.

Grunts nestspēja var būtiski ierobežot mašīnu pārvietošanās iespēju cirmā un pievešanas ceļa joslā ārpus cirsma. Izturīgākas ir minerālas grūntis vietās ar labu ūdens noteci, bet nestspēja samazinās reizē ar virsējā kūdras slāņa biezuma palielināšanos un vietās ar vāju ūdens noteci. Mašīnu ritošās daļas atstāto sliežu, t.s. risu, dziļumam palielinoties, samazinās pārvietošanās ātrums un tiek apgrūtinātas manevrēšanas spējas, atstājot arī nevēlamu ietekmi uz apkārtējo vidi.

Pārmērīgi palielināts mitrums var pasliktināt meža mašīnu pārvietošanos pat labas grūntis noturības apstākļos, bet vietas ar zemu grūntis noturību padarīt pilnīgi neizbraucamas. Mitruma daudzums mainās pa gadalaikiem, to ietekmē nokrišņu biežums un daudzums, grūntis spēja novadīt lieko mitumu. Pēc mitruma satura grūntis mēdz iedalīt kā:

- sausas;
- valgas;
- mitras;
- pārmitras.

Pa sausu grūnti meža mašīnas parasti var pārvietoties jebkurā gadalaikā. Valgas grūntis apstākļos mašīnu pārvietošanās var tikt apgrūtināta gada slapjākajos periodos, parasti pavasarī un rudenī. Mitrā grūntis nav piemērota braukšanai, ja pārvietošanās ceļš nav iepriekš pietiekami nostiprināts ar mežizstrādes atliekām, galvenokārt ar zariem, galotnēm un pameža kociņiem. Pa pārmitru grūnti meža mašīnas spēj pārvietoties tikai pietiekami ilgstoša sala apstākļos.



### 1.3.2.3. Meteoroloģisko apstākļu ietekmes raksturojums

Raksturīgākās laikapstākļu periodiskās atšķirības ir pēc gaisa temperatūras, nokrišņu veida un daudzuma, vēja virziena, stipruma un vējaino dienu biežuma. Pa periodiem atšķiras arī dienasgaismas ilgums diennaktī. Katrs no šiem apstākļiem mežizstrādes norisi ietekmē citādāk. Tā kā gada periodiem mēdz būt raksturīga minēto apstākļu kombinācija, var runāt arī par gadalaika vispārēju piemērotību mežizstrādei. Latvijai raksturīgajos klimatiskajos apstākļos par mežizstrādei piemērotāko gadalaiku tradicionāli uzskata ziemu.

Ekstremāla temperatūra cirsmu darbu izpildi iespaido galvenokārt nemechanizētu un maz mechanizētu operāciju veikšanā, strādniekiem zem atklātas debess pastāvīgi esot tiešā apkārtējā gaisa temperatūras ietekmē. Darbu ar mašīnām no to ekspluatācijas viedokļa negatīvi var ietekmēt temperatūra, kas zemāka nekā  $-20^{\circ}$ ... $-30^{\circ}$ C. Jārēķinās, ka šādā temperatūrā koksne var būt sasalusi un tāpēc kļuvusi trauslāka, vieglāk lūst un atdalās koksnes šķiedru virzienā, tādējādi zaudējot sākotnējo kvalitāti.

Nemechanizētās un maz mechanizētās operācijās nokrišņi var traucēt strādniekus zem atklātas debess tieši stipra lietus vai snigšanas brīdī. Sniega segai kļūstot biežākai, tā arvien vairāk apgrūtina strādnieku pārvietošanos, zem tās var „pazaudēt” daļu no sagatavotajiem kokmateriāliem. Pasaules mērogā uzskata, ka sniegs mašīnu darbu būtiski sāk ietekmēt tikai tad, ja tas ir metru dziļš vai vēl dziļāks. Latvijā sniega ietekmi sāk vērtēt jau no 30 cm biežuma. Darbu cismā var traucēt arī apledojumu (atkalu) veidojoši nokrišņi. Atkarībā no nokrišņu biežuma un daudzuma pastāvīgi mainās grunts mitrums, un tas var neparedzēti mainīt cirsmas piemērotību darbam ar mašīnām.

Stiprs vējš var spiest pārtraukt jebkādu darbu un pat vienkārši atrašanos mežā. Arī tad, ja vējš nav tik bīstams, tas traucē nogāzt kokus vajadzīgajā virzienā, pastiprina zemas gaisa temperatūras ietekmi uz tiem cilvēkiem, kuri strādā zem atklātas debess. Pozitīva izpausme ir liekā nokrišņu mitruma ātrāka iztvaikošana vējainā laikā.

### 1.3.2.4. Tehnoloģisko faktoru ietekme uz mežizstrādi

Par iepriekš apskatītajiem apstākļiem var teikt, ka tie ir no cilvēka gribas neatkarīgi, tāpēc jāmeklē paņēmieni, kā tiem pielāgoties. Pilnīgi pretējais ir jāsaka par mežizstrādi ietekmējošajiem tehnoloģiska rakstura apstākļiem, jo tos nosaka mērķtiecīga cilvēku darbība un ar to saistīti apsvērumi. Ikdienas mežizstrādes norisē pastāvīgi jāsaskaras ar trīs tehnoloģiska rakstura faktoriem:

- sagatavojamo un transportējamo kokmateriālu veids;
- zaru, galotņu un pameža kociņu izmantošana;
- operāciju izpildes tehnoloģiskās kvalitātes prasības.

Sagatavojamo un transportējamo kokmateriālu veids pirmām kārtām saistīts ar mežizstrādes tehnoloģiskā procesa tipu, kura izvēles faktori apskatīti jau iepriekš. Tehnoloģiskā varianta izvēlei konkrētā cismā tas darbojas kā faktors, kurš vairs nav maināms. Piemēram, ja ir paredzēts mežizstrādes procesu organizēt atbilstoši sortimentu tehnoloģijas tipam, līdz ar to jau ir izlemts, ka noteiktām prasībām atbilstošus sortimentus sagatavo cismā, pieved līdz augšgala krautuvei un izved līdz klienta krautuvei. Papildus atliek izšķirties par to, vai sortimentus sagatavos „pie celma” vai pie pievešanas ceļa, ar ko un kādā veidā veiks katru no darba operācijām, cik lielas uzkrās kokmateriālu rezerves starp operācijām, kādus palīgdarbus veiks un kā to izdarīs. Līdzīgi tas ir kāda cita mežizstrādes tehnoloģijas tipa gadījumā.

Zaru, galotņu un pameža kociņu izmantošanā izvēle parasti ir starp trīs veidiem:

- izkliegt cirkas teritorijā kā organisku barības vielu rezervi meža augiem;
- izmantot pievešanas ceļa vietas grunts nestspējas pastiprināšanai;
- savākt kā izejvielu tālākai izmantošanai.

Atstājot mežizstrādē radušās atliekas cismā kā organisku barības vielu rezervi, ir jārēķinās ar to, ka var būt prasība sadalīt garākos gabalus īsākos, lai neviena garums nepārsniegtu metru, un pa visu platību tos izkliegt vienmērīgi. Latvijā ir prasība to darīt sausajos meža augšanas apstākļos (sils, mētrājs, lāns, damaksnis). Gadījumos, kad šāds atlieku izmantošanas veids ir spēkā kā obligāti izpildāma prasība, citi mežizstrādes atlieku izmantošanas veidi vairs nav apsverami. Ja grunts apstākļi ir tādi, ka nepieciešama grunts nestspējas pastiprināšana uz pievešanas ceļiem, tad tas pēc būtības ir vienīgais izvēlei iespējamais mežizstrādes atlieku izmantošanas paņemiens. Mežizstrādes atliekas cismā ir pieejamas savākšanai kaudzēs vai vālos, ja grunts ir pietiekami noturīga, lai meža mašīnas varētu pārvietoties, un tajā pašā laikā nepastāv obligāta atlieku izklieģšanas prasība. Atlieku savākšanai jālieto tādi paņēmieni, lai tās nesajauktos ar grunts daļiņām, kas būtiski apgrūtina vai dažkārt var pat pilnībā izslēgt tālākas izmantošanas iespēju.

Jebkurā mežizstrādes norises gadījumā vienmēr izpaužas operāciju izpildes tehnoloģiskās kvalitātes prasību ietekme. Labi rezultāti visā tehnoloģiskajā procesā ir iespējami tikai tad, ja laba tehnoloģiskā kvalitāte tiek nodrošināta katras darba operācijas izpildē.

### 1.3.2.5. Tehnisko faktoru ietekme uz mežizstrādi

Attiecībā uz mežizstrādi ietekmējošiem tehniskajiem faktoriem pati svarīgākā ir konkrētajā gadījumā lietoto darba līdzekļu atbilstība pasaulē sasniegtajam augstākajam tehniskajam līmenim attiecīgajos ražošanas apstākļos. No šāda viedokļa vērtējot, mežizstrādē Latvijā lietotie darba līdzekļi jāsalīdzina ar pasaulē lietotajiem augstākā tehniskā līmeņa darba rīkiem, motorinstrumentiem un mašīnām, kas paredzēti sortimentu tehnoloģijas procesam mūsu valstij līdzīgos dabiskajos apstākļos. Tehnisko līmeni labi raksturo darbmašīnās iebūvēti automatizācijas, mašīnas funkciju pastāvīgas kontroles, mašīnas vadības ierīču un vadītāja optimālas saderības nodrošinājuma un tamlīdzīgi elementi, pastāvīgas darbības spēju drošums, piemērotība uzturēšanai darba kārtībā.

Nolietojušos darba līdzekļu izmantošana nespēj garantēt augstu ražīgumu, atbilstību ergonomiskām vai dabas aizsardzības prasībām, zemas uzturēšanas izmaksas. Teiktais nebūt nav pamatojums nolietojušos darba līdzekļu pilnīgam izmantošanas aizliegumam. Lietošanas lietderību galvenokārt nosaka samērs starp finansiālu ieguvumu iegādes brīdī (vienkāršotā veidā to izsaka starpība starp jauna un lietota izstrādājuma cenu) un izmaksu palielinājumu sakarā ar mazāku darba ražīgumu un lielākiem izstrādājuma ekspluatācijas izdevumiem. Izdarot salīdzinājumus valstu, reģionu vai arī tikai atsevišķu uzņēmumu līmenī, darbmašīnu nolietojuma pakāpe var liecināt gan par progresīvu saimniekošanu, ja darbmašīnu parks pastāvīgi tiek atjaunots ar jaunākajiem sasniegumiem atbilstošiem izstrādājumiem, gan par prasmi saimniekot taupīgi un lietpratīgi, ja labi rezultāti tiek sasniegti ar darba kārtībā uzturētām vecāka izlaiduma mašīnām. Nolietojies mašīnu parks tomēr visbiežāk vēsti par ekonomiska rakstura grūtībām.

Mašīnu un motorinstrumentu netraucētu lietošanu nodrošina tādi tehniskie faktori kā energoapgāde un tehniskais serviss.

No energoapgādes viedokļa vistiešākajā veidā atsevišķā darba iecirknī darbu norisi var ietekmēt izvēlētais paņēmieni, kā cismā strādājošās meža mašīnas apgādāt ar degvielu. Iespējamie varianti savstarpēji var atšķirties:

1. pēc tā, kas veic degvielas piegādi:
  - pats mežizstrādes uzņēmums;
  - profesionāls pakalpojumu sniedzējs;
2. pēc degvielas rezervēm:
  - degvielas rezerves uzglabā cismā vai tās tiešā tuvumā;
  - degvielas rezerves netiek paredzētas.

Bez degvielas rezervēm iespējams strādāt, ja materiālās apgādes loģistikā ir sasniegts tik augsts līmenis, ka darbmašīnas degvielas tvertnes iztukšošanas var saskaņot ar precīzu degvielas piegādi tieši cismā.

Augstāka līmeņa stratēģisku lēmumu pieņemšana attiecībā uz energoapgādi saistās ar enerģiju taupošu pasākumu kompleksa ieviešanu, kur nozīmīgu vietu ieņem meža mašīnu jaudas optimizācija, jaunu paņemienu izstrāde plašākai elektropiedziņas izmantošanai, mašīnu tālvades iespēju attīstība u.tml. Enerģijas izlietojuma struktūrai ir ļoti cieša saikne ar oglekļa apriti dabā, tāpēc energoapgādes jautājumu tālredzīgiem risinājumiem ir nepārvērtējama vispārsabiedriska nozīme.

Tehniskā servisa pieejamībai un sniegto pakalpojumu kvalitātei ir būtiska loma darba līdzekļu, it sevišķi augstāzīgu mašīnu uzturēšanai tādā kārtībā, kas ļauj strādāt ar tehniskajā dokumentācijā paredzēto ražīgumu un saglabāt tos tehniskos rādītājus, kuri nodrošina ergonomisko un apkārtējās vides aizsardzības prasību izpildi. Servisa pakalpojumus sniedz gan mašīnu tirdzniecības tīkla sistēmā, gan arī ar šo tirdzniecību nesaistīti patstāvīgi uzņēmumi. Ir tehniskā servisa sniedzēji, kas ir specializējušies atsevišķu sistēmu, piemēram, hidraulisko iekārtu, apkopēs un remontā. Lielākās meža mašīnu ražošanas firmas parasti piedāvā plašāk pieejamu tehnisko servisu, nekā to spēj nelieli ražotāji. Servisa pakalpojumu kvalitāti lielā mērā ietekmē arī neformāli kontakti mašīnas ekspluatējošo un servisu sniedzējo pušu starpā, bet ir nepieņemami, ja to rezultātā daļa citu servisa klientu vairs nesaņem pakalpojumus tādā pašā kvalitātē, kā tas ir noticis iepriekš.

## 1.4. Rādītāji mežizstrādes tehnoloģisko procesu un tā sastāvdaļu raksturošanai

Mežizstrādes procesa labākai izpratnei, norises vadībai, rezultātu novērtēšanai un turpmākas attīstības plānošanai, dažkārt kritikai, lieto katram konkrētam gadījumam atbilstošus rādītājus.

Visam mežizstrādes procesam vai tā sastāvdaļām rādītājus izvēlas no šādām grupām:

- ekonomiskie rādītāji;
- enerģētiskie rādītāji;
- tehniskā līmeņa rādītāji;
- ekoloģiskie rādītāji;
- sociālie rādītāji;
- ergonomiskie rādītāji.

Mašīnu, motorinstrumentu un citu darba rīku raksturošanai lieto divu grupu rādītājus:

- tehniskie rādītāji;
- izmantošanas un drošuma rādītāji.

### 1.4.1. Ekonomiskie rādītāji

Ekonomiskos rādītājus lieto komercdarbībā, un to ir ļoti daudz, lai iespējami pilnīgāk aptvertu visas izpausmes, ar kādām jāsastopas jebkurā saimnieciskajā darbībā. No ekonomiskā viedokļa salīdzinot divus vai vairākus alternatīvus mežizstrādes tehnoloģiskos variantus, tāpat arī to sastāvdaļas, vērtējot jaunus priekšlikumus vai, tieši pretēji, spriežot par pašreizējā varianta turpmākas izmantošanas lietderīgumu un tamlīdzīgi, lielākoties pirmām kārtām ir pietiekami noskaidrot divu ekonomisko rādītāju lielumus. Tie ir:

- darba ražīgums;
- tiešās izmaksas.

**Darba ražīgums** izsaka vidējo viena darbinieka ražošanas tempu, veicot vienu vai vairākus noteiktus darbus. Darba ražīguma ekonomiskā loma izpaužas iespējā samazināt produkcijas vienas vienības apstrādei nepieciešamās izmaksas. Nepieciešamība ražīgumu paaugstināt ir pastāvīgs pamatojums meklēt arvien jaunus tehnoloģiskus paņēmienus un radīt to īstenošanai atbilstošus tehniskus izstrādājumus. Darba ražīguma rādītāju (sk. 1.1. formulu) izsaka produkcijas vienībās uz vienu laika vienību, piemēram, m<sup>3</sup> stundā (dienā, citreiz arī mēnesī vai gadā).

Ekonomiskos un tehnoloģiskos aprēķinos var lietot darba ražīguma skaitliskās vērtības apgriezto lielumu, **darbietilpību** (mēdz saukt arī par darba laika patēriņu). Šim rādītājam ir sevišķa ekonomiska jēga, jo tas parāda ļoti svarīga resursa, laika, izlietojumu vienas produkcijas vienības apstrādei.

(1.1.)

$$R = \frac{Q}{Tn}$$

$R$  – darba ražīgums uz vienu cilvēku vienā laika vienībā, izteikts saražotās (apstrādātās, pārvietotās u.tml.) produkcijas vienībās;

$Q$  – saražotās (apstrādātās, pārvietotās u.tml.) produkcijas vienību kopējais apjoms;

$T$  – kopējais izlietotais darba laiks;

$n$  – darba veicēju skaits

Darbietilpību izsaka viena cilvēka patērētā laika vienībās uz vienu produkcijas vienību, piemēram, cilvēkminūtes (cilvēkstundas, cilvēkdienas) uz 1 m<sup>3</sup>.

Darba **tiešās izmaksas**:

- darba tiešo izpildītāju pilns atalgojums;
- darba līdzekļu uzturēšanas izmaksas.

Lielākā izmaksu daļa ir izdevumi darba līdzekļu iegādei (t.s. amortizācijas izdevumi) un samaksa par izlieto to enerģiju. Turklāt tiešajās izmaksās tiek ietverti izdevumi tehniskajām apkopēm, remontiem, apdrošināšanai, arī mašīnu iegādei ņemtā kredīta procentu dzēšanai. Tiešās izmaksas izsaka naudas vienībās uz vienu produkcijas vienību, piemēram, EUR uz 1 m<sup>3</sup>.

## 1.4.2. Enerģētiskie rādītāji

Cilvēku sabiedrībai kopumā vienmēr ir svarīgi samazināt enerģijas izlietojumu. Pārmērīgi smags fizisks darbs sagrauj cilvēka veselību, liels enerģijas izlietojums mašīnizētā darbā apdraud enerģijas resursu pieejamības ilgtspēju, nelabvēlīgi ietekmē vielu (piemēram, oglekļa) apriti dabā. Izvēlē starp vairākiem alternatīviem variantiem priekšroka dodama tam, kura lietojums labāk sekmei taupīgu enerģijas patēriņu.

**Energoietilpības** rādītāja skaitliskais lielums izsaka enerģijas izlietojumu (MJ, kWh u.tml.) vienas produkcijas vienības, piemēram, m<sup>3</sup>, apstrādei. Atsevišķi vērtē cilvēka fiziskās enerģijas patēriņu un darbmašīnu (arī motorinstrumentu u.tml.) izlietoto enerģijas daudzumu. Mežizstrāde pieder tiem ražošanas veidiem, kam raksturīgs salīdzinoši liels enerģijas izlietojums. Apstrādes operācijās enerģija jāizlieto koksnes griešanai un pārvietojumiem starp atsevišķām griešanas vietām. Kokmateriālu (arī mežizstrādes atlieku) pārvietojumi notiek dažādās plaknēs, dažādos virzienos un pārvarot konkrētajiem apstākļiem raksturīgo pretestību. Energoietilpību mežizstrādes tehnoloģiskā procesa elementiem var noteikt ar teorētiskiem aprēķiniem vai praktiskos novērojumos pēc izlietotās degvielas (elektroenerģijas) daudzuma. Enerģijas izlietojuma lietderīgumu iegūst, salīdzinot teorētiski aprēķinātos rādītāju lielumus ar praktiskos novērojumos iegūtajiem. Cilvēka fiziskās enerģijas izlietojuma noteikšanai organizē tieši šim nolūkam paredzētus pētījumus, izdarot sirdsdarbības salīdzinājumus darba operācijā ar iepriekš reģistrētiem rādījumiem pie zināmiem slodzes lielumiem, tam pašam cilvēkam liekot darbināt veloergometru.

## 1.4.3. Darba operāciju izpildes tehniskā līmeņa rādītāji

Šīs grupas rādītājus izmanto, lai parādītu gan to, cik lielā mērā kāda darba veikšanai tiek izmantoti tehniskie darba līdzekļi, gan arī to, cik augstam tehniskajam līmenim kvalitatīvā nozīmē lietotie darba līdzekļi atbilst. Plašāk pazīstami šādi rādītāji:

- mehanizācijas līmenis;
- mašīnizācijas līmenis;
- mehanizācijas pakāpe;
- metālietilpība.

Ar **mehānizācijas līmeņa** rādītāju, izsakot procentos, skaitliskā formā raksturo samēru starp to darba objektu daudzumu, kuru apstrādē izmantoti tehniskie darba līdzekļi, un kopējo apstrādāto darba objektu daudzumu. Piemēram, ja no kopējiem 1000 m<sup>3</sup> kokmateriālu ar meža darbiem pielāgotu lauksaimniecības traktoru līdz augšgala krautuvei pievesti 950 m<sup>3</sup>, bet pārējie ar zirgu, mehanizācijas līmeņa rādītāja skaitliskais lielums attiecībā uz kopējo apjomu ir 95%. Šī rādītāja lietošanas galvenais mērķis ir pievērst uzmanību tam darba objektu daudzumam, kur šo objektu apstrāde notiek pilnīgi nemehānizēti, t.i., bez jebkādu tehnisku darba līdzekļu lietošanas.

**Mašīnizācijas līmeņa** rādītājs raksturo samēru starp to darba objektu daudzumu, kuru apstrāde aplūkotajā darba operācijā pilnībā notiek ar mašīnu, un kopējo apstrādāto darba objektu daudzumu. Piemēram, ja no kopējiem 1000 m<sup>3</sup> kokmateriālu ar hārvesteru sagatavoti 900 m<sup>3</sup> apaļo kokmateriālu sortimentu, bet pārējie – kā darba līdzekļi lietojot rokas motorzāģi, mašīnizācijas līmeņa rādītāja skaitliskais lielums attiecībā uz kopējo apjomu ir 90%.

Arvien biežāk tiek lietots cits, jau aprakstītajā veidā aprēķināms rādītājs – **automatizācijas līmenis**. Pagaidām mežizstrādē neviena no darba operācijām vēl nenotiek pilnīgi automatizētā veidā. Attiecībā uz tehnisko līmeni atsevišķos gadījumos var runāt par **tālvades lietojuma** rādītāju, salīdzinot to darba objektu daudzumu, kuru apstrādē lietoti tālvades darba līdzekļi, un kopējo apstrādāto darba objektu daudzumu.

**Metālietilpība** rāda darbmašīnas masas lieluma attiecību pret apstrādātās produkcijas daudzumu noteiktā laika periodā, parasti viena gada laikā. Ar vieglāku mašīnu apstrādātas produkcijas vienāds daudzums ar to, kas tāda paša ilguma laikā un tādos pašos darba apstākļos ir paveikts ar smagāku mašīnu, liecina par vieglākās mašīnas piederību augstākam tehniskās attīstības līmenim.

**Mehānizācijas pakāpe** parāda tehniskā darba līdzekļa lietošanas ilguma daļu darba veicēja kopējā laika patēriņā. Jāņem vērā, ka nav lietderīgi rādītāja skaitlisko vērtību palielināt ar lēnas darbības tehniskiem līdzekļiem, ar to darba veicēja noslodzi samazinot, bet neļaujot sasniegt augstu ražīgumu.

#### 1.4.4. Ekoloģiskie rādītāji

Ekoloģiskās ietekmes raksturošanai kā rādītājus izvēlas tādas izpausmes, kas tehnoloģiskā procesa norisē var parādīties gan neizbēgami, gan kādu apstākļu sakrītības gadījumā un var radīt apkārtējā vidē izmaiņas, kas saglabājas vēl pēc mežizstrādes darbu pabeigšanas. Tādi rādītāji, piemēram, ir:

- meža mašīnu braucienu skaits pa vienu vietu;
- mašīnu iespiesto sliežu (risu) izmēri;
- platība, kur noplēsta augsnes virskārta;
- augšanai atstājamo koku bojājumi;
- tehnoloģiskajām vajadzībām aizņemtā mežaudžu platība.

**Augsnes bojājumus** var atstāt pat viens vienīgs smagas meža darbu mašīnas brauciens nepiemērotos apstākļos. Ar katru atkārtotu braucienu pa vienu un to pašu vietu augsne tiek sablīvēta arvien vairāk, reizē pasliktinoties augsnes aerācijas un optimāla mitruma režīma uzturēšanas iespējām. Līdzīgas sekas ir dziļiem meža mašīnu ritošās daļas iespaidumiem (praktiskajā mežizstrādē tādas iespaidumus neatbilstoši valodniecības normām sauc par **risām**; latviešu valodā pareizi lietotais vārds ir „sliedes”). Augsnes **virskārtas noplēsumi** veidojas meža mašīnu manevrēšanas vietās. Kāpurķēžu meža mašīnas augsni noplēš biežāk nekā riteņu mašīnas. No augsnes noplēsumiem grūti izvairīties kokmateriālu treilēšanā. Dažādu augsnes bojājumu iespēja ir atkarīga no tās īpašībām, mitruma apstākļiem, nokrišņiem, zemes sasaluma, sniega segas biezuma u.tml.

Atstājamo **koku bojājumi** (mizas noplēsumi un dziļāki ievainojumi stumbrā vai saknēs, galotņu un dzīvo zaru lūzumi) meža apsaimniekotājus galvenokārt interesē no meža izmantošanā iegūstamās peļņas viedokļa, jo no bojāta stumbra augstvērtīgos kokmateriālu sortimentus nevar iegūt vispār vai arī to ir mazāk. Tomēr nedrīkst aizmirst, ka reizē ar bojājumu skaita palielināšanos lielākas ir arī iespējas savairoties trupi izraisošām sēnēm, līdz ar to mainot samēru starp mežā sastopamajām dažādu dzīvo organismu grupām.

Meža dabiskā vide vislielākajā mērā tiek ietekmēta tajās vietās cismā, kas paredzētas tehnoloģiskajām vajadzībām, t.i., pievešanas ceļiem (starpīrtē – tehnoloģiskajiem koridoriem), mašīnu apgrīšanās laukumiem, kokmateriālu krautuvei (ja tā ir cirsma teritorijā). Tāpēc cirsmas tehnoloģiskais plānojums rūpīgi jāsapatavo un precīzi jāievēro visā cirsmas izstrādes laikā.

#### 1.4.5. Sociālie rādītāji

Mežizstrādē, līdzīgi kā cita veida ražošanā, ir svarīgi censties samazināt skaitlisko lielumu tādiem objektīvajiem sociāla rakstura rādītājiem kā **nelaiimes gadījumu smagums** un **nelaiimes gadījumu biežums**. Pirmais no minētajiem parāda laika ilgumu darbaspēju atgūšanai pēc pārciestas nelaiimes gadījuma. Otrs rāda samēru starp nodarbinātajiem, kuri noteiktā laika periodā ir cietuši nelaiimes gadījumā, salīdzinājumā ar šajā periodā nodarbināto personu kopējo skaitu. Nelaiimes gadījumus ar letālu iznākumu norāda atsevišķi.

Augsta tehniskā līmeņa mašīnu plaša izmantošana mežizstrādes operāciju izpildei ir ļoti paaugstinājusi **darba intelektuālās ietilpības** rādītāja skaitlisko vērtību. Ar šo rādītāju tiek pievērsta uzmanība tam, ka dažādās ražošanas operācijās ir iespējama pat ļoti liela atšķirība starp objektīvi nepieciešamajām darba izpildītāju intelektuālajām spējām ne tikai izprast operācijas norises būtību, bet pastāvīgi spēt ātri pieņemt pareizos lēmumus, pamatojoties uz sava prāta darbību.

#### 1.4.6. Ergonomiskie rādītāji

Lai raksturotu darba līdzekļu un darba vides atbilstību cilvēka izmēriem, iespējamām kustībām, fiziskajām un garīgajām spējām, fizioloģisko norišu pastāvīgai uzturēšanai, spējai pretoties dažādu apkārtējās vides faktoru iedarbībai un tamlīdzīgi, tiek lietots skaitliski liels ergonomisko rādītāju daudzums. Tos iedala vairākās grupās:

- psihofizioloģiskie;
- sanitāri higiēniskie;
- antropometriskie;
- estētiskie.

Pirmajā grupā no minētajām ir rādītāji, kas raksturo saistību ar cilvēka attīstītā spēka lielumu, pieļaujamo fiziskās slodzes ilgumu, dažādu faktoru ietekmes psihisko uztveri, garīga rakstura slodzi un ietekmi uz cilvēka organisma fizioloģiju. Otrās grupas rādītāji raksturo iespējamās dūmgāzes, putekļainumu, vibrācijas, troksni, apgaismojumu, temperatūru, gaisa mitrumu, apdraudējumu no vēja, nokrišņiem, kritošiem vai citādi kustīgiem priekšmetiem u.tml. Rādītāji trešajā grupā rāda darba līdzekļu un darba vides saistību ar cilvēka auguma izmēriem, dažādu kustību iespējamo virzienu un sniedzamības attālumu, ķermeņa pozas pielāgošanās spēju, redzamības plašumu un attālumu, citu maņu orgānu uztveres spēju amplitūdu. Estētiskie rādītāji vislielākajā mērā ir saistīti ar tehnisko dizainu gan attiecībā uz darba līdzekļiem (izmēri, forma, krāsojums, virsmas faktūra u.c.), gan darba vides plānojumu (darba norisē iesaistīto objektu izvietojums teritorijā un telpiski u.tml.). Darbs ar dažādām gaumēm labi atbilstošu meža mašīnu vai kokmateriālu krautnes ar vienā plaknē izlīdzinātiem sortimentu galiem pie izvešanas ceļa var pozitīvi ietekmēt darba darītāja pašsajūtu un rosināt ražīgākam darbam.

### 1.4.7. Darba līdzekļu izmantošanas un drošuma rādītāji

---

Ar izmantošanas rādītājiem raksturo motorinstrumentu, mašīnu un citu darba līdzekļu iesaistes pilnīgumu attiecīgajā ražošanas procesā.

**Izmantošanas koeficients** rāda samēru starp to laika ilgumu, kad mašīna vai cits darba līdzeklis tiek lietots darbam, un kopējo laiku, cik ilgi šis darba līdzeklis ir atsevišķas personas vai kolektīvā valdījumā. Izmantošanas rādītāja lielums nevar pārsniegt skaitli „1”, jo laiks jātērē gan uzturēšanai darba kārtībā, gan sakarā ar citiem apstākļiem, kas spiež darbu pārtraukt. Šo rādītāju plaši lieto visā pasaulē. Meža mašīnām bieži vien par pietiekami labu uzskata izmantošanas koeficientu, kurš nav mazāks par 0,8.

**Izstrāde laika vienībā** ir darba objektu daudzums, ko ar mašīnu var apstrādāt ilgākā laika periodā, parasti gadā. Šis rādītājs vienlaicīgi raksturo gan mašīnas izmantošanu (jo pilnīgāk izmanto, jo paveiktais apjoms ir lielāks), gan izsaka ražīgumu, kādu sasniedz, attiecīgo mašīnu lietojot noteiktos apstākļos.

Ar drošuma rādītājiem tehniskus darba līdzekļus raksturo pēc tā, cik lielā mērā to lietotājs var paļauties, ka attiecīgais darba līdzeklis būs tādā tehniskā kārtībā, ka ar to ir iespējams veikt visus tehniskajā raksturojumā paredzētos uzdevumus.

**Tehniskās gatavības koeficientu** nosaka līdzīgi, kā tas iepriekš bija minēts par izmantošanas koeficientu, ar to atšķirību, ka pret kopējo laiku, cik ilgi šis darba līdzeklis ir atsevišķas personas vai kolektīvā valdījumā, attiecina laika ilgumu, kad darba līdzeklis ir tādā tehniskā kārtībā, lai veiktu visus šim līdzeklim paredzētos uzdevumus. Koeficienta skaitliskais lielums nevar pārsniegt (vai pilnībā sasniegt) skaitli „1”. Tehnisku ierīču raksturošanai no lietošanas **drošuma** (ne darba drošības!) viedokļa tikko aprakstītajam līdzīga satura rādītājus izmanto visur pasaulē.

**Nostrāde līdz atteicei** rāda vidējo ilgumu starp darba pārtraukumiem, kuri ir radušies, jo kāda no darba līdzekļa sastāvdaļām vairs nespēj pildīt tai paredzētos uzdevumus, piemēram, ir pārtrūkusi zāģa ķēde.

Motorinstrumenta, mašīnas vai cita darba līdzekļa **kalpošanas ilgums** dod iespēju plānot turpmāku saimniecisko darbību tajā jomā, kurā attiecīgais darba līdzeklis nepieciešams. Ja tuvojas norādītā kalpošanas ilguma beigas, ir laikus jānovērtē biežāku darbības atteicu novēršanas iespēja.

### 1.4.8. Tehniskie rādītāji

---

Tehnisko rādītāju iedalījums ir izsakāms šādi:

1. vispārējie:
  - galvenie izmēri;
  - masa;
  - jauda;
2. specifiskie:
  - lietošanu nosakošie:
    - krāvesība;
    - apstrādājamo materiālu raksturojums ... (u.tml.);
  - tehniskajai uzturēšanai nepieciešamie:
    - „N” detaļas dati... (u.tml.).

Mežizstrādes mašīnu tehniskajos raksturojumos no tehnoloģiskā viedokļa svarīgākie parasti ir lietošanu nosakošie rādītāji. Tehniskajai uzturēšanai (apkopēm, remontiem) nepieciešamie dati satur gan norādījumus par darba režīmu, degvielu, smērvielām, tehniskajiem šķidrumiem u.tml., gan citkārt arī precīzus datus par atsevišķām detaļām.

## MEŽA ATJAUNOŠANA UN SĀKOTNĒJĀ KOPŠANA 2.

Pēc meža novākšanas cirmās meža zemē notiek teritoriju sagatavošana jauna meža izaudzēšanai. Teritorijas sagatavošana ietver ciršanas atlieku satīrīšanu platībā un celmu koksnes sagatavošanu sausieņu augšanas apstākļu tipos, atsevišķos gadījumos arī citos tipos, ja to pieļauj apstākļi un ir saimnieciska nepieciešamība to darīt. Parasti teritorijas sagatavošanā meža apstākļos no celmiem to neatbrīvo. To veic vienīgi tad, ja ir parādījusies mežsaimnieciska nepieciešamība vai arī tas ir ekonomiski izdevīgi.

Meža atjaunošana un sākotnējā kopšana ir mežsaimniecības pamatu veidojošs process, kura veiksmīgas izpildes rezultātā ir radusies jaunaudze, un tad attiecīgā teritorija tiek ieskaitīta ar mežu aplātā platībā.

Katrā meža izaudzēšanas un izmantošanas cikla posmā ir jāizdara tam raksturīgi darbi, katrs ar savām izpildes īpatnībām. Meža atjaunošana un sākotnējā kopšana sastāv no diviem tehnoloģiski atšķirīgiem etapiem:

- meža atjaunošana;
- atjaunotās platības agrotehniskā kopšana.

Meža atjaunošanas etaps iekļauj sevī:

- teritorijas atcelmošanu un augsnes sagatavošanu;
- mērķa koku sugu stādīšanu vai sēšanu, atsevišķos gadījumos meža dabisko ieaudzēšanu.

Atjaunotās platības agrotehniskās kopšanas etaps iekļauj sevī:

- mērķa koku sugu kociņu atēnošanu;
- mērķa koku sugu kociņu aizsardzību un apsardzību;
- mērķa koku sugu kociņu skaita papildināšanu.

Katrā no atjaunošanas un kopšanas etapiem notiek vairāki darbi, ko var paveikt ar dažādiem tehnoloģiskajiem paņēmieniem, bet gala rezultātam jābūt vienam un tam pašam – meža jaunauzdei, kuru var pārskaitīt ar mežu aplātā platībā.

Atbilstoši iepriekš minētajam šajā grāmatas nodaļā ir šādas sastāvdaļas:

- meža atjaunošanai paredzētas teritorijas atcelmošanas tehnika un tehnoloģiskie paņēmieni;
- meža augsnes sagatavošanas darbu tehnika un tehnoloģiskie paņēmieni;
- mērķa koku sugu stādīšanas un sēšanas tehnika un tehnoloģiskie paņēmieni;
- mērķa koku sugu kociņu atēnošanas tehnika un tehnoloģiskie paņēmieni;
- mērķa koku sugu kociņu aizsardzības un apsardzības tehnika un tehnoloģiskie paņēmieni;
- mērķa koku sugu kociņu skaita papildināšanas tehnika un tehnoloģiskie paņēmieni.

### 2.1. Meža atjaunošanas darbu tehnika un tehnoloģiskie paņēmieni

Darbu norises dabiskajā secībā vispirms jāpievēršas tiem, ar kuru palīdzību meža atjaunošanai (vai ieaudzēšanai) paredzēto platību padara piemērotu jau iepriekš izvēlētajam paņēmienam, t.i., mērķa koku sugu stādīšanai vai sēšanai. Vispilnīgāk platība meža atjaunošanai ir piemērota tad, ja tā tiek atbrīvota gan no traucējoša pielūžņojuma, gan arī no celmiem, un tad tiek sagatavota augsne atbilstoši sēšanas vai stādīšanas prasībām.

### 2.1.1. Atcelmošana un augsnes sagatavošana

No abām tikko nodaļas punkta virsrakstā minētajām darbībām gandrīz jebkurā meža atjaunošanas gadījumā neiztrūkstoša ir augsnes sagatavošana, tomēr šā punkta izklāstu labāk sākt ar atcelmošanu, jo tajos gadījumos, kad atcelmošana ir lietderīga, to nekad neveic pēc augsnes sagatavošanas.

#### 2.1.1.1. Atcelmošana

Mežizstrādes laikā no meža ražas veidā tiek novākta koku stumbru koksne, zari un galotnes. Izcirtumā paliek koka sastāvdaļa, kas atrodas gan virszemē, gan augsnē – celmi. No meža koku tilpuma tā var veidot līdz pat 20%.

Celmi ir viens no tādiem būtiskiem izcirtuma elementiem, kas apgrūtina tālāk paredzētos meža atjaunošanas darbus. Atkarībā no koku sugas un augšanas apstākļu tipa celmu virszemes augstums var sasniegt pat metru, bet skeletsaknes celma apakšzemes daļā var aizņemt pat līdz 20 m<sup>2</sup> lielu platību.

Meža atjaunošanas darbi notiek pēc galvenās izmantošanas cirtes, kad cirsma ir veikta kailcirte. Celmu skaits izcirtumā var būt no dažiem simtiem līdz pat 1200 gabaliem hektārā.

Celmu negatīvā ietekme uz meža atjaunošanu izpaužas divējādi:

1. celmu virszemes daļas traucē meža mašīnām pārvietoties;
2. celmu apakšzemes daļas (skeletsaknes) traucē sagatavot augsni meža stādīšanai vai sēšanai.

Atcelmošana kā meža darbs pazīstama kopš seniem laikiem, bet šī darba izpildes mērķis laika gaitā ir transformējies trijās variācijās:

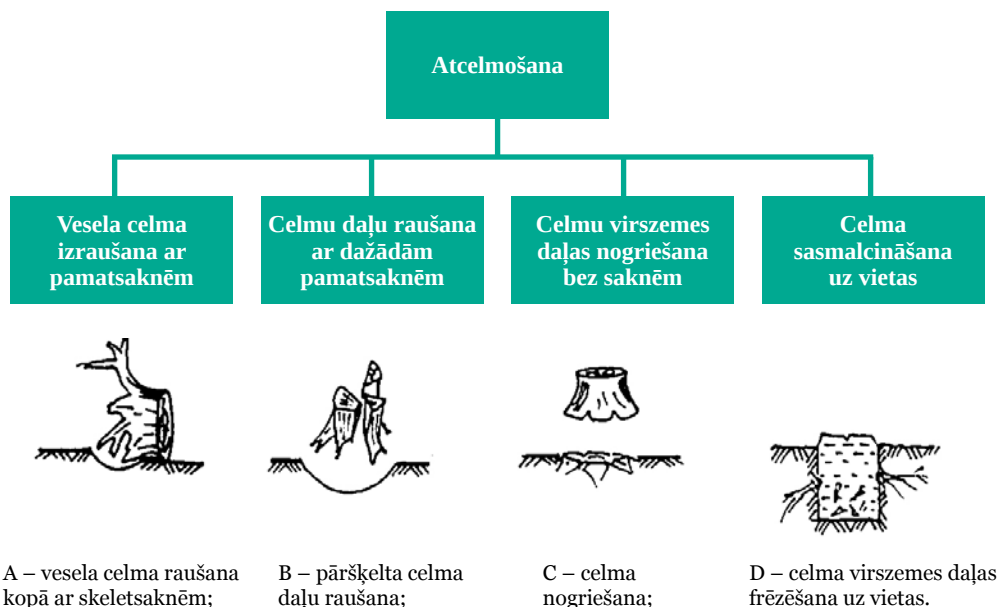
1. celmu raušana zemes platības atbrīvošanai no traucējošiem objektiem;
2. celmu raušana izejvielu sagatavošanai koksnes ķīmiskās pārstrādes vajadzībām;
3. celmu raušana enerģētiskās koksnes izejvielu sagatavošanai.

Agrāk ar atcelmošanas terminu parasti saprata celma un koka pamatsakņu sistēmas izraušanu no zemes, attīrīšanu no pielīpušas grunts daļām un sakraušanu grēdās, lai uzglabātu līdz tālākam izlietojumam. Pēdējā laikā ar atcelmošanas terminu apzīmē arī celma virszemes daļas pazemināšanu līdz zemes līmenim (vai pat nedaudz zem tā), tāpat arī celma sasmalcināšanu tā atrašanās vietā, lai pilnīgāk saglabātu meža ekosistēmai piemītošās īpatnības.

Celmu raušana var notikt četros variantos (sk. 2.1. attēlu).

2.1. attēls

#### Celmu raušanas veidi





Atkarībā no darba mērķa konkrēta celmu koksnes produkta sagatavošanai ir paredzētas četras mašīnu un mehānismu sistēmas.

Vesela celma sagatavošana vēsturiski ir pati vecākā celmu raušanas metode, kur visprimitīvākajā variantā tiek izmantoti rokas instrumenti: lāpsta, cirvis, vinča uz trijkāju balsta (sk. 2.2. attēlu).

## 2.2. attēls

### Celmu mehanizēta sagatavošana



Celmu atrakšana, sakņu attīrīšana



Celmu izcelšana ar vinču

Vesela celma raušana ar atbilstošas jaudas traktoru nedaudz atgādina tādas pašas operācijas kā iepriekš minētās ar rokas instrumentu izmantošanu. Izmantojot āķveidīgas sviras vai šauras buldozera lāpstas ar speciālas formas zobiem, celms tiek izplēsts no zemes virsmas un atgāzts brīvā vietā (sk. 2.3. attēlu).

## 2.3. attēls

### Celmu mehanizēta sagatavošana



A – buldozera tipa celmu rāvējs;

B – vesela celma hidrauliskais izcēlējs



Praktiskajā mežsaimniecībā buldozera tipa celmu rāvēji tiek plaši lietoti teritoriju atcelmošanā bez celmu koksnes sagatavošanas. Izrautie celmi ir bagātīgi aplīpuši ar zemi, kā ieslēgumi tur bieži parādās akmeņi, tāpēc tādā veidā iegūti celmi koksnes izejvielu sagatavošanai nav piemēroti. Tādu celmu tilpums kopā ar pielīpušo grunti var sasniegt 2 m<sup>3</sup>. Atzinīgāk veselu celmu raušanā ir vērtējami žokļu tipa satvērēji, kur celmu izcelšanā izmantoti hidrauliski darbināmi sānu balsti.

Prakse ir pierādījusi, ka veselu celmu sagatavošana ir ļoti darbietilpīgs process ar ražīgumu tikai līdz 15 celmiem stundā (celma caurmērs griezuma vietā ir vismaz 25 cm). Sagatavotā celmu koksne ir stipri piesārņota ar grunti, tāpēc rodas papildu izdevumi attīrīšanai (noskalošanai, apžāvēšanai u.tml.). Celmu koksnes transportēšanai nepieciešami speciāli transporta līdzekļi. Augsnē pēc celmu raušanas paliek dziļas bedres, kuras nepieciešams aizlīdzināt. Ir sastopamas atziņas, ka no tādas rīcības stipri cieš meža augsnes auglīgums.

Veselu celmu raušanai vajadzīgas ierīces, ar kurām iespējams attīstīt ievērojamu spēku. Piemēram, buldozera tipa traktoram, lai to izmantotu veselu celmu raušanai, uz kāša minimāli jāattīsta

piecām tonnām atbilstošs vilces spēks. Strādājot ar ekskavatora tipa mašīnu, hidromanipulatora celšanas momentam jābūt vismaz 200 kNm. Hidrosistēmas sūkņa ražīgumam jābūt virs 200 l/min, bet attīstītajam spiedienam jāatbilst vismaz 20 MPa.

Jau vairākus gadu desmitus atzinību ir ieguvusi celma daļu sagatavošana, izmantojot ekskavatora tipa bāzes mašīnu, kas aprīkota ar speciālas konstrukcijas tehnoloģisko mezglu. Darba norise celmu koksnes sagatavošanā sākas ar vēl no zemes neizrauta celma pāršķelšanu vairākās daļās, izmantojot īpašu nazi tehnoloģiskajā mezglā (sk. 2.4. attēlu). Pēc tam atsevišķās daļas tiek izceltas no zemes. No augsnes tās sāk atbrīvoties jau raušanas brīdī, pēc tam attīrīšanās turpinās, krautnēšanas laikā kritot pret zemi vai citām, jau krautnē novietotām, celmu daļām. Rezultātā cirsma teritorijā rodas nelielas, brīvi samestu celmu daļu kaudzītes, kuras pēc tam ir iespējams viegli savākt un pievest līdz krautuvei pie izvešanas ceļa. Vienlaikus ar celmu raušanu var veikt augsnes sagatavošanu meža stādīšanai, veidojot no zemsegas atbrīvotus zemes paaugstinājumus (pacilas).

#### 2.4. attēls

### Celmu daļu sagatavošana



Tikko aprakstītais tehnoloģiskais variants pašreiz ir vispopulārākais. Ražīgums var sasniegt līdz 30 celmiem stundā (celma caurmērs griezuma vietā ir vismaz 25 cm), kas galvenokārt tiek panākts ar mašīnas pārbraucieniem izlietotā laika samazināšanu cirsma teritorijā. Strādājot pēc šīs tehnoloģijas, celmu koksni var sagatavot lieluma ziņā līdzīgākos gabalos, ko vēlāk ir vieglāk sadrupināt, lai, piemēram, izmantotu enerģētiskām vajadzībām. No ekoloģijas viedokļa jāatzīmē vājāka negatīvā ietekme uz meža vidi, jo lielākā daļa celmiem pielipušās auglīgās augsnes ir nokratīta jau celma daļu sagatavošanas vietā.

Platības atcelmošana, celmus sadalot mazākās daļās, ir iespējama arī ar spridzināšanas metodi. Metodes lietojumu visvairāk ierobežo stingrie dažādu aspektu noteikumi, kas obligāti ievērojami jebkurā ricībā ar sprāgstvielām.

Trešā no iepriekš minētajām atcelmošanas metodēm paredz nogriezt un izmantot tikai celma virszemes daļu, saglabājot neskartas zemē esošās saknes. Rezultātā tiek iegūta no grunts tīra koksnes daļa, samazināti mašīnām traucējošo šķēršļu izmēri, gandrīz neskarta saglabājas augsne un zemsedze izcirtumā, tādējādi būtiski samazinot atcelmošanas tehnoloģiskā procesa negatīvo ekoloģisko ietekmi.

Celma virszemes daļu var nogriezt divējādi:

1. mehanizēti ar rokas motorzāģi;
2. mašinizēti ar forvardera hidroceltņa satvērējā iebūvētu zāģēšanas mehānismu.

Celma virszemes daļas nogriešana ar motorzāģi mežizstrādē ir jau sen pazīstama, jo uz kokmateriālu pievešanas vai treilēšanas ceļiem celmu augstums ir jāsamazina tādā mērā, lai tas netraucētu kokmateriālu pirmējā transporta līdzekļu pietiekami brīvu pārvietošanos. Kaut arī dažreiz zemāku celmu ir iespējams atstāt jau koku gāšanā, tomēr pēc atkārtotiem braucieniem pa vienām un tām pašām transporta līdzekļa sliekšņiem celmi ceļa vidū bieži vien ir it kā izauguši un kļuvuši traucējoši. Celmu nozāģēšana ar motorzāģi ir smags un mazražīgs darbs, tāpēc visa izcirtuma atcelmošanai šāds tehnoloģiskais paņēmieni parasti netiek lietots.

Jau no iepriekšējā gadsimta beigām mežizstrādē ir pazīstams forvardera hidroceltņa satvērējā iebūvēts ķēdes tipa zāģis, lai to izmantotu garāku kokmateriālu sagriešanai īsākās nogriežņos. Ir parādījušās idejas tāda zāģa izmantošanai ne vien sagarumošanas, bet arī koku gāšanas darba pozīcijā, lai varētu nogriezt pārāk augstus celmus. Metodes attīstību bremzē grūtības atrast labu risinājumu, kā pārvarēt strauju griezējelementa asuma zudumu, nogriežot celmu virszemes daļas, jo nav iespējams izvairīties no pastāvīgiem gadījumiem, kad zāģa ķēde skar zemi, akmeņus un tamlīdzīgu abrazīvu vidi. Atrisinot šo problēmu, minētajai atcelmošanas metodei varētu pavērties iespējas plašākai attīstībai nākotnē.

Atcelmošanas metode, paredzot celma frēzēšanu līdz zemes virsmai, nedaudz sīkāk aprakstīta tālāk, jo celmu koksne tad nav pieejama izmantošanai ražošanas izejvielas veidā, kā tas bija iespējams tikko aplūkotojos trīs gadījumos.

## 2.1.1.2. Celmu pievešana

Izkrautos celmus no cirsmas teritorijas pieved līdz krautuvei pie izvešanas ceļa un saliek grēdā (sk. 2.5. attēlu).

2.5. attēls

Izrauto celmu pievešana ar forvarderu



2.6. attēls

Tehnoloģiskā iekārta veselu celmu pievešanai uz treilēšanas traktora bāzes



Celmu pievešanā var izmantot transporta līdzekļus uz dažāda veida traktoru bāzes. Latvijā jau kopš iepriekšējā gadsimta pēdējām desmitgadēm ir zināma tehnoloģiskā iekārta uz kāpurķēžu treilēšanas traktora bāzes (sk. 2.6. attēlu), ar kuras palīdzību var pievest veselus izrautos celmus, kravas tilpnē tos iekraujot ar hidromanipulatoru. Šādā kravas tilpnē var iekraut līdz 30 veseliem celmiem.

Mūsdienās, izmantojot tā saukto celmu hārvesteru, kad celmu raušana notiek reizē ar celma sašķelšanu gabalos, pievešanas operāciju izpilda ar standarta tipa mašīnām kokmateriālu pievešanai, respektīvi, forvarderiem. Lai to varētu sekmīgi izdarīt, pievedot plēsto celmu daļas, jāievēro īpašs kravas tilpnes piepildīšanas secības princips: pie statņiem gar kravas tilpnes sāniem atbalsta lielākos celmu gabalus ar pamatsaknēm, bet mazākos gabalus krauj pievedamās kravas vidusdaļā. Ja sarežģīta mikro- un makroreljefa apstākļos ar minēto kraušanas paņēmieni nav pietiekami, lai vešanas laikā celmu daļas nekristu ārā no kravas tilpnes, pie statņiem novietojami borti.

Lai uzlabotu pievedamās celmu koksnes kravas tilpīguma koeficientu, daži Skandināvijas meža mašīnbūves uzņēmumi (piemēram, „Vapo Oy Energi”, Somija) piedāvā specializētas piekabes ar kravas tilpnes konstrukciju, kur bortiem ir speciāla piedziņa, ar kuras palīdzību laiku pa laikam kravu saspiež no sāniem, to sablīvējot.

Skandināvijas meža tehnoloģijas speciālisti uzskata, ka rentabilitāte celmu pievešanas operācijā uzlabojas, ja to pēc mežizstrādes pamatdarbu nobeigšanas veic reizē ar cirsmas satīrīšanu.

Krautuvē celmu koksnes grēdas optimālākie parametri tiek iegūti, ja tās platums ir starp četriem un sešiem metriem, bet augstums – trīs un četri metri. Atšķirībā no mežizstrādes atlieku kaudzēm celmu koksnes grēdu nav ieteicams pārklāt ar vaskoto papīru, tādējādi veicinot celmu daļu labāku attīrīšanos no grunts atlikumiem, ļaujot tiem noskaloties lietū. Šādā nozīmē labus rezultātus var sasniegt, ja grēdās savāktie celmi glabājas 2–6 vasaras mēnešus.

### 2.1.1.3. Celmu frēzēšana

Attīstoties frēzēšanas tehniskajiem risinājumiem, pēdējos 20 gados ir parādījusies vesela rinda ierīču ar diskveida frēzes rotāciju ap horizontālo asi. Piedziņa no traktora jaudas noņemšanas kārbas un cietkausējuma metāla izmantošana frēzes griežņu asmeņiem ļauj nofrēzēt visu celma virszemes daļu, frēzi iegremdējot pat zem zemes virsmas (sk. 2.7. attēlu).

## 2.7. attēls

### Celmu frēzēšana



Rezultātā visu celmu var sasmalcināt sīkās koksnes skaidās un tās samaisīt ar augsni. Tas sekmē labu augšanas apstākļu veidošanos celma vietā un veicina organiskās trūdu kārtas veidošanos.

Pēdējā laikā parku saimniecībā plašu lieto celmu smalcinātājus, kas nofrēzē celma virsdaļu, sakņu sistēmu atstājot neskartu. Iegūtā koksnes smalkne ir izmantojama mulčēšanai vai kā organiskais mēslojums. Atkarībā no frēzes jaudas un celmu lieluma šīs frēzes stundā var pārvērst koksnes smalknē vidēji 5–8, bet parasti ne vairāk kā 15 celmus. Meža apstākļos šāda tehnoloģija pagaidām netiek plaši lietota, taču ir zināmi vairāki eksperimenti Čehijā un Polijā. Sekmīgi rezultāti tiek uzrādīti rūpnieciskajos augļu koku dārzos un vīnogu plantācijās.

Celmu frēzēšanas tehnoloģija ir perspektīvs virziens tādā nozīmē, ka tādējādi celmu koksni var izmantot kā organiskā mēslojuma avotu, meža atjaunošanā izveidojot auglīgas stādvietas. Problēma pagaidām ir samērā zems ražīgums (līdz 20 celmiem stundā, ja celma caurmērs griezuma vietā ir vismaz 25 cm) un liels izdevumu apjoms, kam par iemeslu ir nepieciešamība frēzes piedziņai izmantot lieljaudas traktoru, kas attiecīgi patērē daudz degvielas.

#### 2.1.1.4. Celmu koksnes drupināšana

Tehniskie līdzekļi celmu koksnes sasmalcināšanai konstruktīvā ziņā ir vieni no sarežģītākajiem, jo koksne nav taisnšķiedraina, sasmalcināmo gabalu forma ir ļoti neregulāra, turklāt gandrīz neizbēgama ir abrazīvu daļiņu pastāvīga klātbūtne. Tāpēc celmu koksnei piemērotas drupināšanas mašīnas ir ar īpašas formas un darbības veida aktīvajiem koksnes smalcināšanas elementiem, kuru darbināšanai jāizlieto daudz enerģijas. Līdz ar to šīs mašīnas ir dārgas un to ekspluatācijas izmaksas ir lielas.

Celmu koksnes smalcināšanai mašīnai iespējams divu veidu padeves mehānisms:

1. celmu koksnes gabalus iekraujot no augšas;
2. celmu koksnes gabalus ar transportieri padodot no sāniem.

Cilindra (trumuļa) tipa mašīnās naži ir montēti uz cilindriskas rotējošas virsmas un savā kustībā pret smalcināmo koksni to griež dažādā leņķī (starp 30° un 85°) pret koksnes šķiedrām. Tieši šis apstāklis ir par iemeslu tam, ka iegūtā produkcija neatbilst tehnoloģiski augstvērtīgu šķeldu kvalitātes prasībām, bet var tikt izlietota vienīgi tādai izmantošanai, kur ir pieļaujams griezumšķiedras daļiņu daudzums pret šķiedrām (arī griezuma virsmai nav obligāti jābūt gludai), nav īpašu prasību attiecībā uz iegūto koksnes gabaliņu lielumu un formu. Sasmalcināta celmu koksne parasti ir vispiemērotākā kā izejviela enerģētiskām vajadzībām.

#### 2.1.1.5. Celmu citāda veida izmantošana

Jau kopš tālas senatnes priedes celmu koksne ir zināma kā labs izejmateriāls darvas un tās tālākas pārstrādes produktu ieguvei, kolofonija un terpentīna ražošanai no priedes sveķiem. Priedes sveķu celmi parasti ir raujami ne ātrāk kā desmit gadus pēc koku nociršanas, lai sveķu saturs celmu koksne būtu sasniedzis vismaz 13%.

Kā stiprības ribām (špangotiem) labi piemērots materiāls vēsturiski celmu daļa kopā ar pamatsaknēm ir izmantota nelielu zvejas laivu būvniecībā.

Sagatavojot celmu koksni, kā blakus produkts diezgan ievērojamā apjomā veidojas grunts daļiņu sajaukums ar lielu humusvielu saturu. Tā ir laba piedeva, lai uzlabotu augšanas apstākļus nabadzīgās augsnes un tādējādi gūtu lietojumu kā mežsaimniecībā, tā lauksaimniecībā.

Celmu koksne no lapu koku sugām, sevišķi no cieta lapu koku sugām (ozols, osis u.tml.), var būt labs dekoratīvs materiāls mēbeļu ražošanā. Spāņu uzņēmumu pieredze mēbeļu rūpniecībā („Creaciones Gemenez Ltd.”) liecina, ka, izmantojot celmu koksnei specifisko šķiedru struktūru un krāsas toņu izvietojuma nevienmērību uz koksnes virsmas, var ražot ļoti augstvērtīgu mēbeļu ārējās virsmas apdares materiālu. Grūtības šādam nolūkam paredzētā tehnoloģiskā procesā sagādā celmu koksnes zāģēšana.

### 2.1.2. Meža augsnes sagatavošana

Lai veiktu kvalitatīvu meža atjaunošanu ar plānotajām koku sugām optimālajā laika periodā, šai darbībai ir jānotiek jau sagatavotā meža augsnē. Meža augsnes sagatavošanas mērķis ir augsnes atsegšana no zemsegas, lai tādējādi stādiņam izveidotu augšanai labvēlīgus apstākļus, respektīvi, lai sagatavotā vieta būtu pietiekama stādiņa augšanai un lai to nenomāktu konkurējošie augi.

Meža augsnes sagatavošanas veidu nosaka augšanas apstākļu tips un reģiona ģeogrāfiskās īpatnības. Meža apstākļos ir noderīgs augsnes sagatavošanas princips pa joslām vai vietām, bet no ekoloģiskā viedokļa nav pieņemama augsnes vienlaidus sagatavošana.

Meža augšanas apstākļu tipos ar normālu mitruma bilanci ir izmantojams augsnes sagatavošanas sleju princips, bet pārmitrās augsnēs ieteicama pacilu (kupicu) veida augsnes apstrāde (sk. 2.8. attēlu). Sausajos augšanas apstākļu tipos ieteicams veidot mineralizēto joslu līdz ar augsnes līmeni vai nedaudz dziļāk (nepārsniedzot 5 cm). Praktiskā pieredze ir pierādījusi, ka mineralizētai vai no apauguma atsegtai joslai jābūt vismaz 40 cm platumā, bet ne platākai kā 100 cm.

## 2.8. attēls

## Meža augsnes apstrādes veidi



Ļoti būtisks ir meža augsnes sastāvs: kūdras vai jēltrūda kārtas un podzola kārtas biezums, izskalojuma kārtas un pamatiežu īpatnības. Pārsvārā tie ir ģeoloģisku faktoru rādītāji. No bioloģisko faktoru rādītājiem būtisks rādītājs ir sakņainība, ko raksturo procentos izteikts sakņu aizņemtās profila daļas laukuma lielums no visa augsnes profila laukuma (sk. 2.1. formulu):

(2.1.)

$$S_k = \frac{S_k}{S_{prof}} 100\%$$

$S_k$  – sakņainība, %;  
 $s_k$  – sakņu kopējais aizņemtā šķērslaukuma profila,  $\text{cm}^2$ ;  
 $S_{prof}$  – visa profila kopējais šķērslaukums,  $\text{cm}^2$ .

Starp svarīgākajām fizikālajām augsnes īpašībām ir augsnes mitrums, kas atstāj būtisku iespaidu uz augsnes apstrādes mehānismu izvēli un ietekmē augsnes sagatavošanas ierīces vilcējtraktora caurgājāmību meža apstākļos.

Atkarībā no augsnes mitruma mainās augsnes nestspēja – lielums, kas raksturo statisko slodzi, kādu var izturēt augsnes platības vienība ( $1 \text{ cm}^2$ ), nerodoties augsnes kārtas neatgriezeniskai deformācijai. Augsnes nestspēja tiek mērīta ar speciālu instrumentu – penetrometru. Mērīšanas metodika balstās uz pretestības slodzes uzmērīšanu augsnē dažādos dziļumos (ik pa  $5 \text{ cm}$ ), iespiežot augsnē asu, precīzi kalibrētu konusu.

Meža augsnes meža atjaunošanai var sagatavot trijos principiāli atšķirīgos veidos:

- minerālās augsnes atsegšana ar zemsegas nobīdi;
- minerālās augsnes atsegšana ar virskārtas apvelšanu,
- augsnes virskārtas un minerālās augsnes samaisīšana katrā sagatavošanas vietā.

Joslu veidā sagatavota meža augsne ir viens no populārākajiem augsnes sagatavošanas veidiem, bet tā lietojumā vajadzētu ievērot šādas pamatnostādnes:

- atkarībā no aizzēluma pakāpes jāizvēlas maksimāli pieļaujama joslas platums;
- nogāzēs jācenšas panākt, lai joslas būtu paralēlas augstuma horizontālēm;
- lai neveicinātu augsnes izskalošanu, sagatavotajām joslām jābūt ar pārtraukumiem;
- lai samazinātu augsnes sagatavošanas agregāta apgriešanās vietu skaitu, joslas pēc iespējas jāvirza paralēli izcirtuma garuma virzienam.

Pacilu (kupicu) veidošana vairāk izplatīta pārmitros meža augšanas apstākļu tipos. Pacilu izmēri atkarīgi no stādvieta skaita vienā pacilā. Visbiežāk pacilu veido vienam vai diviem stādiem.

Latvijā rekomendējamie pacilu izmēri ir:

- vienam stādam: 80 cm x 100 cm;
- diviem stādiem: 80 cm x 200 cm.

Uz hektāru meža zemes pēc skaita jābūt aptuveni 2500 pacilām, lai tādējādi nodrošinātu aptuveni 3000 stādu skaitu uz hektāru. Pacilu izvietojums cirsma robežās vēlams paralēlās rindās, bet atsevišķos gadījumos, kad augsni sagatavo ar ekskavatora tipa pacilu veidotājiem, to izvietojums cirmā var būt neregulārs.

Pacilu augstums virs zemes līmeņa ieteicams ne vairāk kā 40 cm. Ja stādīšana paredzēta ar roku darbu, svarīgi, lai starp pacilu sagatavošanu un stādīšanu tiktu ievērots sešus mēnešus ilgs pārtraukuma periods, kurā pacilai ļauj nosēties un pieplakt, bet apveltajai zemsegai satrupēt. Veicot mašīnizētu stādīšanu ar augsnes papildu piespiešanu, pārtraukums starp pacilu sagatavošanu un stādīšanu nav nepieciešams.

Joslu veida augsnes sagatavošanas mehānismi var būt:

- pasīvie;
- ar papildu piedziņu, kas nodrošina aktīvā elementa piespiedu rotēšanu.

Pasīvie mehānismi ir jāvelk ar šim nolūkam piemērotu vilcējmašīnu. Pēc savas formas tie atgādina arklu vai izlocītu disku (sk. 2.9. attēlu). Uzplēsta meža augsne ar arkla lemeša palīdzību tiek apvelta, bet diskveida augsnes gatavotāji nobīda augsnes velēnas daļu vai arī to atsvež nelielā attālumā no izveidotās vadziņas. Šāda tipa mehānismi vēsturiski ir paši vecākie, bet tos vēl samērā plaši lieto mazapjoma mežsaimniecībā un privātipašumos. Tos ir lietderīgi izmantot, ja vilcējmašīna nav aprīkota ar jaudas noņemšanas kārbu.

### 2.9. attēls

#### Meža augsnes sagatavošana ar arklu



Aktīvie mehānismi visbiežāk ir diskveida formā un ar griešanās kustību ap savu stiprināšanas asi, paredzēti dažāda platuma joslu sagatavošanai. To piedziņai izmanto hidromotoru vai kardānu mehāniskai griešanās kustības pārnesi no jaudas noņemšanas vārpstas (sk. 2.10. attēlu). Ar tādiem mehānismiem augsne tiek atsegta, noraujot zemsegu, vai arī tā var tikt samaisīta noteiktā dziļumā tajā pašā vietā. Tāda veida mehānismi pašreiz mežsaimniecībā ir paši izplatītākie.

## 2.10. attēls

## Meža augsnes sagatavošana ar frēzēm



Lietojot iepriekš minētos mehānismus, var sasniegt pagaidām vislielāko ražīgumu, kas stundā ir aptuveni 1 ha, un panākt visoptimālāko augsnes apstrādes kvalitāti. Piemēram, ar augsnes frēzi FV-4088 samaisīta augsne visā joslas platumā un dziļumā ir vienveidīga, jo visi augsnes horizonti savstarpēji ir tā samaisīti, ka atgādina ilgstoši gadu no gada kultivētu lauksaimniecības zemi.

Koka sakņu atplēsumi tiek aprakti apstrādājamās joslas dibenā, kur tie satrupē un paliek optimālā sakņu augšanas zonā. Pagaidām šāda tipa frēzes ražīgums stundā nav lielāks kā 0,3 ha.

Kā vilcējmašīnas meža augsnes sagatavošanai joslu veidā tiek izmantoti meža apstākļiem piemēroti traktori ar dzinēja jaudu starp 70 un 200 kW. Traktoram vēlama universāla trīspunktu uzkares sistēma un atbilstoša hidrosistēma, kas spēj attīstīt frēzes piedziņai nepieciešamo jaudu.

Pacilu veida meža augsnes sagatavošanas mehānismi: agrāk pacilu veidošanai izmantoja pārveidotu buldozera tipa lāpstu aptuveni metra platumā. Vilcējmašīna, paralēlos braucienos pārvietojoties pa cirsmu, ar tādu iekārtu uzplēsa augsnes kārtu un to apvēršot, veidoja pacilu. Pēdējā laikā biežāk izmanto pacilu veidotājus, ko pievieno vilcējmašīnas aizmugurē. Rezultātā ir palielinājies ražīgums – no 0,3 ha līdz 0,8...1,0 ha stundā. (sk. 2.11. attēlu).

## 2.11. attēls

## Meža augsnes sagatavošana ar pacilu veidotāju





Perspektīvs virziens ir ekskavatora tipa pacilu veidotāja lietošana. Savdabīgi pārveidots ekskavatora kauss uz palielinātas pārgājības ekskavatora bāzes mašīnas ļauj izvēlēties pacilu veidošanai piemērotākās vietas un reizē veikt platības atcelmošanu.

### 2.12. attēls

#### Meža augsnes pacilu veidošana kopā ar stādīšanu



Pacilu veidošana var būt apvienota arī ar nākamo operāciju meža atjaunošanā, t.i., stādīšanu vai sēšanu (sk. 2.12. attēlu). Lai nodrošinātu ģeometriski pareizu shēmu pacilu izvietojumam cīsmā, ekskavatora tipa mašīnai ir jābūt aprīkotai ar specializētu navigācijas sistēmu. Pagaidām darba ražīgums stundā šāda tipa mašīnām ir sākot no 0,25 ha. Jāatgādina, ka tādas mašīnas apvieno divas operācijas: celmu raušanu un pacilu veidošanu vai pacilu veidošanu un stādīšanu vai sēšanu.

### 2.1.3. Meža sēšana un stādīšana

Neatkarīgi no tā, vai augsne sagatavota kā mineralizēta vai frēzēta josla, vai arī kā pacila, pirms meža sēšanas vai stādīšanas ir vēlams sešus mēnešus ilga tās nostāvēšanās, augsnei atrodoties vienīgi dabisku klimatisko apstākļu iespaidā. Tas nav nepieciešams tajos gadījumos, kad augsne tiek piespiesta jau sagatavošanas procesā vai reizē ar sēšanu vai stādīšanu.

Meža sēšana un stādīšana ir tās sastāvdaļas meža atjaunošanas procesā, kuras no šo darbu vadītājiem un izpildītājiem prasa rūpīgu un atbildīgu rīcību. Šo darbu norises būtību var izteikt pavisam īsi:

- meža sēšana ir 1–5 sēklu iestrādāšana sagatavotā augsnes joslā vai pacilā tā, lai dīgšanai un augšanai būtu paši optimālākie apstākļi un nākamā augsnē ievietojamā sēklu porcija atrastos 1–2,5 m attālumā no iepriekšējās sējvietas;
- meža stādīšana ir viena stāda iestrādāšana sagatavotā augsnes joslā vai pacilā tā, lai stāda sakņu sistēma atrastos pastāvīgai turpmākai augšanai piemērotākajā vietā.

Meža koku sugu sēklām, kas paredzētas sēšanai meža apstākļos, raksturīga liela atšķirība izmēru un svara ziņā. Piemēram, priežu un egļu sēklu izmērs ir tikai daži milimetri, bet ozolu zīles jau ir mērāmas vairākos centimetros. Tam ir būtiska nozīme sējmašīnu konstrukcijas izstrādē, jo ir svarīgi, lai katrā sējvietā nonāktu noteikts skaits sēklu.

Meža koku sugu stādi savstarpēji atšķiras kā ar izmēru, tā ar sakņu sistēmas īpatnībām. Stādu garums var būt no 10 līdz pat 50 cm. Pēc stādu sakņu sistēmas izšķir:

- kailsakņu stādus;
- stādus ar uzlabotu sakņu sistēmu;
- ietvarstādus.

Kailsakņu stādiem sakņu sistēma ir pilnīgi atsegta un pakļauta ātrai apžūšanai, tāpēc ar to iestādīšanu augsnē nedrīkst kavēties. Tā kā šie stādi ir ļoti jutīgi pret ārēju ietekmi, tie ātri izžūst un iet bojā. Stādus nedrīkst uzglabāt bez pierakšanas vai speciālas mitrināšanas.

Stādiem ar uzlabotu sakņu sistēmu apkārt sakņu sistēmai izveidots audzēšanas substrāts, kas stādu audzēšanas gaitā ir sagūlies un palīdz noturēt stādu relatīvi pareizā stāvoklī. Tādus stādus meža atjaunošanā izmanto bieži, jo tos var ilgstoši izmantot stādīšanai, pateicoties barības vielu krājumam substrātā. Šo stādu trūkums ir substrāta nenoturība pret mehāniskiem triecieniem.

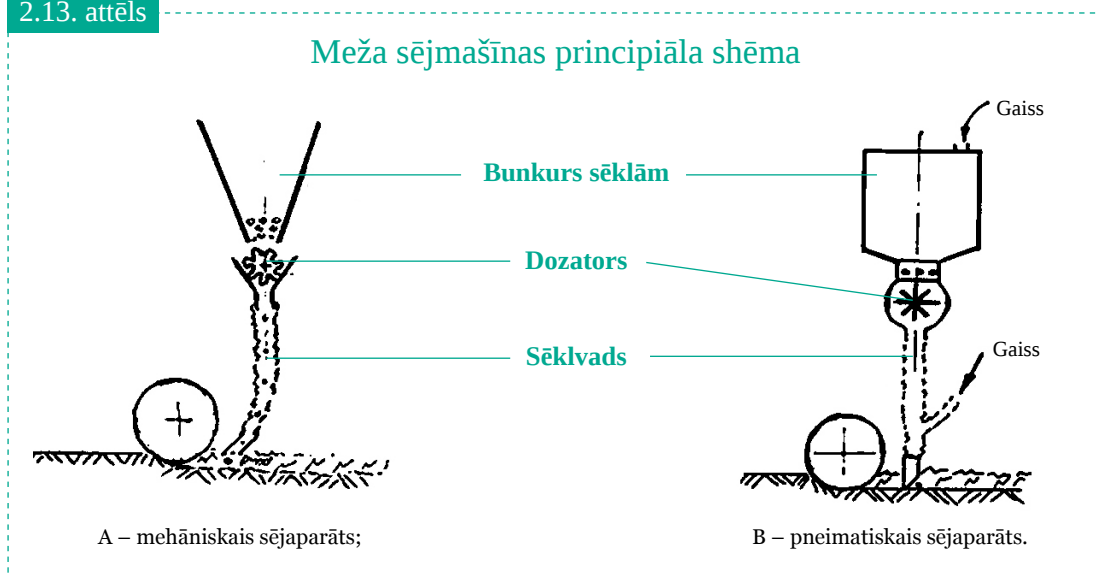
Ietvarstādiem sakņu sistēma kopā ar substrātu iekļauta speciālā ģeometriskas formas konteinerā vai substrāts ir cieši sagūlies ar saknēm piepildīts un veido ģeometriskas formas veidni. Šie stādi viegli panes mehāniskus triecienus, ir izturīgi un lietojami stādīšanai visu gadu, kad vien meža augsne nav sasalusi.

### 2.1.3.1. Meža sēšanas tehnika

Meža sēšanai izmantojamā sējmašīnā ir trīs principiāli atšķirīgas sastāvdaļas (sk. 2.13. attēlu):

- sēšanas mehānisms;
- sēklu bunkurs;
- sēklu iestrādes mehānisms.

2.13. attēls



Pamatatšķirība visām meža apstākļos lietojamām sējmašīnām ir sēšanas mehānismā, kas var būt divējāds:

1. mehāniski darbināms sējaparāts;
2. pneimatiski darbināms sējaparāts.

Konstruktīvais izpildījums katram no sējaparātiem nodrošina to, ka sēklvadā tiek padots noteikts skaits sēklu. Mehāniskajā sējaparātā to veic dažādu veidu zobratīņi, kas, griežoties ap savu asi, paņem no sēklu bunkura sēklu devu un izber tās sēklvadā. Pneimatiskajā sējaparātā sēklu devu no bunkurā esošās sēklu masas atdala ar gaisa plūsmu. Tiek uzskatīts, ka pneimatisko sējaparātu darbība ir saudzīgāka rīcībā ar sēklām un tos mehāniski sabojā retāk.

Sēklu iestrādes mehānisma galvenais uzdevums ir nosegt izsētās sēklas ar 2–4 cm biezu augsnes kārtu, lai sēklām sagādātu labvēlīgus apstākļus dīgšanai.

Sējmašīnas bieži komplektē ar augsnes sagatavošanas ierīcēm – augsnes frēzēm un pacilu veidotājiem.

### 2.1.3.2. Meža stādīšanas tehnika

Stādāmo mašīnu konstrukcijas atšķiras atkarībā no lietojamā stādāmā materiāla – vai ir jāstāda kailsakņu stādi, stādi ar uzlaboto sakņu sistēmu vai ietvarstādi.

Vēsturiski vecākās stādāmās mašīnas bija paredzētas kailsakņu stādiem, un to darbības princips bija šāds: ķīļveida lemesis veido grāvīti, kurā rotējošs padeves mehānisms ievieto stādu; šo operāciju var pildīt arī cilvēks, ievietojot vadziņā aiz lemeša stādiņu; tālāk ar diviem piespiedējdiskiem stāds vadziņā tiek no abām pusēm piespiests ar lemeša izbīdīto augsni. Šāda stādīšanas metode piemērota visiem lielizmēra kailsakņu stādiem un daļēji stādiem ar uzlabotu sakņu sistēmu (sk. 2.14. attēlu).

2.14. attēls

### Kailsakņu stādāmā mašīna



Stādāmās mašīnas, kas darbojas pēc šī principa, ir samērā ražīgas – stundā līdz 0,25 ha, bet prasa roku darbu stādu padošanai mehānismam vai stādu ievietošanai izveidotajā vadziņā. Vēl viena būtiska problēma iepriekš minēto stādāmo mašīnu plašai lietošanai ražošanā ir mašīnu jutīgums pret mikroreljefu, celmiem un akmeņiem. Vilcējtraktoram velkot, tāda tipa stādāmo mašīnu apkalpojošie cilvēki, kas tajā strādā, bieži izjūt stiprus triecienus, mašīnai uzbraucot uz dabiskiem nelīdzenumiem.

Perspektīvākas ir stādāmās mašīnas, ko var lietot ietvarstādu un stādu ar uzlabotu sakņu sistēmu stādīšanai.

Stādāmās mašīnas, kas paredzētas ietvarstādu stādīšanai, darbojas pēc principa, kas atgādina cilvēka rīcību meža stādīšanā. Sagatavotā augsnē ar ķīļveidīgu konusu izveido bedrīti, un pēc brīža, kad konuss atveras, pa cauruli, kas savienota ar atvērto konusu, stāds iekrīt izveidotajā bedrītē. Velkot atvērto konusu ārā no augsnes, notiek stāda piespiešana. Caurule savieno stādāmo konusu ar kaseti, kurā ievietoti ietvarstādi. Kasetei pagriežoties pret cauruli, stādi tiek padoti pēc katra iepriekš iestādītā stāda. Tā stundā var iestādīt pat līdz 150 stādiem. Relatīvi veiksmīgi tādas stādāmās mašīnas var strādāt arī ar stādiem ar uzlabotu sakņu sistēmu (sk. 2.15. attēlu).

## 2.15. attēls

## Ietvarstādu stādāmā mašina



Vērtējot no ekonomiskā viedokļa, abi aprakstītie stādīšanas principi un tos realizējošās mašīnas nevar līdzināties cilvēku roku darbam, stādot mežu tādos pašos apstākļos.

## 2.2. Atjaunotās meža platības kopšana

Meža stādīšana parasti notiek pavasara sezonā, kad kopā ar meža koku stādiem sāk augt arī zālaugi, krūmu un puskrūmu dzinumumi, nevēlamo koku sugu kociņi. Tāpēc parādās vajadzība veikt mērķa kociņu atēnošanu.

### 2.2.1. Atjaunotās meža platības kopšana un mērķa kociņu atēnošana

Jau vasaras otrajā pusē savvaļas lakstaugi, graudzāles, puskrūmi un krūmi augšanas gaitā apsteidz meža stādījumus, tāpēc mērķa kociņu augšanas apstākļu nodrošināšanai tos nepieciešams atēnot.

Atēnošanai izmanto divus principus:

1. nevēlamā apauguma nomīcīšanu vai piespiešanu ar diskveida kultivatoriem;
2. apauguma nogriešanu ar rotējošiem griezējinstrumentiem.

Pirmais no minētajiem principiem ir vēsturiski vecāks un labi mašinizēts, bet svarīgi, ka meža stādiem ir jābūt iestādītiem taisnās rindās, lai ar kultivatoru (sk. 2.16. attēlu) nomīcītu un nogrieztu nevēlamo apaugumu vienīgi starprindās, atstājot neskartus mērķa kociņus. Šai metodei ir labs ražīgums, stundā sasniedzot 0,5 ha. Darbs neprasa lielu enerģijas patēriņu.

Apauguma nogriešana ar rotējošiem griezējinstrumentiem ir mehanizēts roku darbs – strādnieki ar rokas krūmgriežiem nopļauj nevēlamo apaugumu apkārt katram stādam. Šī meža kopšanas metode ir kvalitatīva un bieži vien izdevīga arī ekonomiski.

Vēl viena mērķa kociņu atēnošanas metode ir speciālu aizsargājošu paklājiņu aplikšana apkārt katram iestādītajam stādam (sk. 2.17. attēlu). Tas ir pilnīgs roku darbs, kad ar mototransportu, kvadraciklu vai motobloku, 0,4x0,4 m paklājiņus mehanizēti ievieš cirsma teritorijā.

2.16. attēls

Meža augsnes kultivēšana stādījumu starprindās



Veicot meža sējumu un stādījumu kopšanu, nepieciešams pārdomāt par mazo kociņu aizsardzību un apsardzību no meža dzīvniekiem un meža dzīvojošiem kukaiņiem.

### 2.2.2. Atjaunoto meža platību apsardzība un aizsardzība

Praktiski uzreiz pēc iestādīšanas meža stādus apdraud divas dzīvnieku grupas:

1. pārnadži;
2. entomoloģiskie kaitēkļi.

Aizsardzību pret pārnadžiem (brieži, aļņi, mežacūkas, daļēji stirnas) var nodrošināt grupveidā, būvējot apkārt stādījumu platībai iežogojumu, vai individuāli, katru stādu apsmidzinot ar repelentu „Cervakol” u.tml.

Iežogojums, lai gan visdārgākais aizsardzības veids, tomēr ir visdrošākais. Trūkums ir gan lielle izdevumi žoga būvniecībai, gan žoga uzraudzība tā ekspluatācijas laikā.

Žoga konstrukcija sastāv no pinuma sieta līdz 2,8 m augstumam ar labi redzamu stieģrojumu. Labākais ir tievu koka kāršu stieģrojums (var būt arī stieple ar piestiprinātām krāsainām lupatām vai plēvēm). Būtiski svarīgi ir pastāvīgi sekot līdzī iežogojuma tehniskajam stāvoklim: ja dzīvnieki tomēr iekļūst iežogotajā teritorijā, paredzamas grūti labojamas sekas – stādījumu vajadzēs atjaunot pilnībā.

2.17. attēls

Meža stāda aizsardzība ar speciālu paklājiņu



Individuālā repelentu uzsmidzināšana katram iestādītajam kociņam balstās uz diviem principiem:

1. piešķirt stādam dzīvniekam nepatīkamu smaku;
2. piešķirt stādam dzīvniekam nepatīkamu garšu.

Pirmajā variantā izmanto šķidrumus, kuru smaka atgādina naftas produktu vai jēlgumijas smaku.

Otrajā variantā uz stādiņiem uzsmidzina smilts–līmes emulsiju, kas veido nepatīkamas sajūtas dzīvnieka žokļos, smilts garšu.

Diemžēl stādu apstrāde ar repelentiem notiek vienīgi ar roku darbu.

Apsardzība pret entomoloģiskajiem kaitēkļiem iespējama divējādi:

1. meža stādījumu norobežošana ar līdz 30 cm dziļu un līdz 20 cm platu grāvīti (aizsardzība pret smecerniekiem), ko var izveidot ar arkla tipa augsnes apstrādes mehānismiem;
2. entomoloģisko slazdu izlikšana (sk. 2.18. attēlu).

### 2.18. attēls

#### Kukaiņu slazdi meža aizsardzībai



## 2.3. Meža kultūru papildināšana

Dabisko apstākļu ietekmes vai neprasēmīgas agrotehniskās kopšanas dēļ var ciest potenciālā mežaudze. Iestādīto koku skaits var samazināties vai palielināties (uz dabiskas atjaunošanās rēķina) zem/virs optimālā mērķa sugas kociņu skaita. Pamatojoties uz ilgstošiem novērojumiem un pētnieciskajiem darbiem, mežkopības prasības par kociņu skaitu jaunaudzē agrotehniskās kopšanas laikā (kociņu augstums līdz 2 m) atspoguļotas 1. tabulā.

1. tabula

Mežaudzē augošu koku skaits uz 1 ha atkarībā no valdošās (mērķa) sugas pēc stādīšanas (sēšanas), augstumā līdz 1 m						
Koku skaits	Valdošā (mērķa) koku suga					
	Priede	Egle	Bērzs, liepa	Alksnis, apse	Ozols	Osīs
Optimālais	3000+10%	2000+10%	2000+10%	2000+10%	1500+10%	1500+10%
Kritiski minimālais	1000	800	800	800	500	500
Maksimāli pieļaujama	4000	3200	3200	3200	2000	2000

Nemot vērā 1. tabulā atspoguļotos rādītājus, meža kultūru papildināšanu līdz noteiktam optimālajam skaitam izpilda manuāli, izmantojot valdošās sugas stādāmo materiālu (vēlams, vecāku nekā stādāmais materiāls stādīšanas brīdī) un stādāmos darbarīkus (stādāmais stobrs, dažāda veida lāpstas, stādāmais šķēps, kaplis u.c.). Stādus papildina vietās, kur lokāla mērķa kociņu biežība (koku skaits uz 1 m<sup>2</sup>) ir zemāka par optimālo, vai vietās, kur dabisko faktoru iespaidā notikusi stādu iznīkšana.

Atsevišķos gadījumos, ja dabas apstākļi kardināli mainījuši augšanas vietas ekoloģiju un mērķa sugai lokālās vietās nav piemēroti augšanas apstākļi, pieļaujams arī nomainīt stādīto valdošo koku sugu ar citu.

Gadījumos, ja dabas apstākļi ir sekmējuši un teritorija dabiskās atjaunošanas rezultātā palielinājusies virs maksimāli pieļaujamā skaita, valdošās koku sugas kociņu skaitu agrotehniskās kopšanas laikā vēlams samazināt līdz optimālajam, nogriežot valdošo sugu kociņus, kuriem ir ar sliktu stumbra vai vainaga forma.

## 3. APAĻO KOKMATERIĀLU SAGATAVOŠANA

Koksnes izejvielu ražošanā apaļo kokmateriālu sagatavošanas operāciju kompleksā ir trīs pamatdarbu operācijas – koku gāšana, stumbru atzarošana un sagarumošana. Šo darbu veikšanai izmantojot sortimentu hāvesteru, visas trīs operācijas ir tā apvienotas, ka pēc norises laika atsevišķi var nodalīt tikai koku gāšanu, ar ko sākas darbs pie kārtējā koka, bet tai sekojošās operācijas, stumbra atzarošana un sagarumošana, notiek vienlaicīgi. Strādājot ar citiem mehanizācijas līdzekļiem, maz mehanizēti vai pilnīgi nemechanizēti, minētās trīs operācijas var notikt gan pilnīgi atsevišķi, gan dažādu savstarpējo kombināciju veidā. Katrai no šīm operācijām ir atšķirīgs mērķis, tā sasniegšanai nepieciešamie uzdevumi un to izpildi ietekmējošie apstākļi, konkrētas tehnoloģiska rakstura prasības un to īstenošanas iespējas. Tālākā satura izklāstā tās apskatītas katra atsevišķi.

### 3.1. Koku gāšanas operācijas tehnoloģija

Lai latviešu valodā apzīmētu darbību, kuras rezultātā ir paredzēts panākt, ka augoša, dažreiz arī jau atmiruša (nokaltuša) koka stumbrs novietojas (vai tiek novietots) tādā stāvoklī, ka tas visā garumā ir pieejams kādām citām darbībām, to veicējam pārvietojoties pa zemi, dažādos gadījumos mēdz lietot vairākus, savstarpēji atšķirīgus vārdu savienojumus. Mēdz runāt par koku ciršanu vai par koku zāģēšanu (pat neatkarīgi no tā, ar ko patiesībā koka stumbru atdala no celma), koku laišanu (vairāk lietots līdz iepriekšējā gadsimta vidum) un koku gāšanu. Izmantošanai meža nozarē ieteicams lietot tikai vienu apzīmējumu, tā izvairoties no pārpratumu iespējām. Par piemērotāko joprojām uzskatāms jau vismaz 50 līdz 60 gadus lietotais termins „koku gāšana”, kas labi atbilst minētās darbības apzīmējumam Latvijas meža nozarē vairāk pazīstamās svešvalodās: *tree felling* angļu valodā, *baumfälln* vācu valodā, *trädffällning* zviedru valodā un *валка деревьев* krievu valodā.

Plašākā nozīmē koku gāšanas **operācijas mērķis** ir panākt, lai mežizstrādei paredzēto koku visas daļas būtu tālāk veicamo darba operāciju izpildei piemērotā telpiskā stāvoklī. Katrā atsevišķā mežizstrādes gadījumā konkrētais mērķis tiek pieskaņots plānotā cirsmas izstrādes tehnoloģiskā varianta prasībām. Visbiežāk koku gāšanas mērķis ir atdalīt koka stumbra daļu no celma un novietot cirsmas izstrādes tehnoloģiskajam plānojumam atbilstošā vietā.

#### 3.1.1. Prasības koku gāšanas operācijas kvalitātes nodrošināšanai

Galvenās koku gāšanā ievērojamās vispārējās prasības ir šādas:

1. Saglabāt tās koka stumbram dabiski piemītošās īpašības, kas var pozitīvi ietekmēt koksnes izejvielas kvalitāti.
2. Nodrošināt iespējami piemērotākos apstākļus turpmākajām mežizstrādes tehnoloģiskā procesa operācijām.
3. Nepieļaut kā augšanai atstājamo koku, tā iepriekš nogāzto koku stumbru un sagatavoto apaļo kokmateriālu sortimentu bojājumus koku gāšanas laikā.
4. Neizraisīt darba veicēju vai citu personu veselību un dzīvību apdraudošas situācijas.
5. Neradīt nepieļaujamu kaitējumu apkārtējai videi.

Koku gāšanas laikā koku stumbri var tikt sabojāti, pārkāpjot tehniskos un tehnoloģiskos norādījumus, kļūdoties koku gāšanas virziena izvēlē, gāžot kokus nepiemērotos laika apstākļos u.tml. Bojājumi var rasties, arī vēl augošu un tāpat arī jau iepriekš nogāztu koku stumbriem un jau sagatavotiem apaļo kokmateriālu sortimentiem saņemot triecienu no nepareizā virzienā vai pārāk strauji krītoša kārtējā gāzamā koka. Iepriekš uzskaitīto vispārējo prasību pirmajā punktā uzmanība pievērsta tieši gāzamā koka kvalitātes saglabāšanai, bet trešajā punktā tas pats minēts attiecībā uz vēl augošiem kokiem, nogāztu koku stumbriem un pilnībā sagatavotiem apaļo kokmateriālu sortimentiem. Prasība izvairīties skart vēl augošus kokus ir īpaši svarīga koku gāšanā meža kopšanas un izlases cirtēs.

Otrajā punktā izteiktā prasība norāda uz nepieciešamību koku gāšanu kā pirmo mežizstrādes operāciju izdarīt tā, lai nodrošinātu optimālus apstākļus pārējām, pēc koku gāšanas turpmāk izpildāmajām darba operācijām. Stingri jāuzsver norāde uz katras procesa operācijas norises iespēju tieši optimālā, nevis vislabākajā veidā. Piemēram, nogāžot koku vietā, kur tā stumbrs ir vislabāk pieejams atzarošanai un sagarumošanai, sagatavoto sortimentu pievešana var izrādīties gandrīz



neiespējama vai vismaz prasīt daudz lielāku dažādu resursu izlietojumu, nekā tas būtu gadījumā, kur gāšanas virziena izvēlē vērā ņemtas arī kokmateriālu pievešanas iespējas.

Ar prasību uzskaitījuma ceturtajā punktā minēto uzsvērts pats galvenais, ko no darba aizsardzības prasību viedokļa nedrīkst pieļaut, rīkojoties ar tādiem liela izmēra un smagiem priekšmetiem kā kokmateriāli un riskējot nonākt sevišķi bīstamās situācijās, kādas iespējamās koku gāšanā. Mašīnizētā koku gāšanā darba vides nelabvēlīga ietekme uz mašīnas operatoru var izpausties gan kā rīcības monotonums, gan paaugstinātas uzmanības izraisīta palielināta nervu slodze. Sevišķi bīstamas situācijas koku gāšanā var rasties, ja mežizstrāde jāizdara tiešā elektroenerģijas pārvades līniju tuvumā. Koku gāšanā, līdzīgi kā jebkurā darba operācijā, jāievēro visi darba drošības noteikumi konkrētajā darba vietā, tāpat jāpilda arī šķietami mazsvarīgākās darba aizsardzības prasības, kuru neievērošanai parasti uzreiz neseko darba spēju zudums. Darba aizsardzības vispārējās prasībās parasti tiek norādīts, ka darba operācijām jānotiek atbilstoši iepriekšējam to plānojumam. Koku gāšanas iepriekšējais plānojums grafiskā formā ir dots cirsmas izstrādes tehnoloģiskajā shēmā, teksta formā papildinot ar vajadzīgajiem paskaidrojumiem tehnoloģiskajā kartē.

Noslēdzošais punkts vispārējo prasību uzskaitījumā liek ievērot noteiktu kvalitatīvo līmeni, mežizstrādes norisi vērtējot pēc ietekmes uz apkārtējo vidi. Ir jāizprot ražošanas izraisīto varbūtējo kaitējumu ietekmes raksturs, jāmāk novērtēt seku apmērs un ilglaicīgums. Piemēram, vairāku augošu koku bojājumi, kas radušies koku gāšanā, var izraisīt noteikta apmēra saimnieciskus zaudējumus nākotnē, bet to negatīvā ietekme uz apkārtējo vidi ir nesalīdzināmi maznozīmīgāka nekā viena koka iegāšana tieši skudru pūznī.

### 3.1.2. Koku gāšanas operācijas tehnoloģiskā struktūra

Darba operācijas tehnoloģiskā struktūra atbilst atsevišķajiem uzdevumiem, kādi ir jāatrisina, lai sasniegtu operācijas mērķi. Raugoties no šāda viedokļa, koku gāšanā izšķirami divu veidu gadījumi. To darot daļēji mehanizētā veidā, visā pasaulē izplatītākā ir rokas motorzāģu lietošana. Strādājot pilnīgi mašīnizētā veidā, un tā pasaulē tiek sagatavota lielākā daļa no rūpnieciskai izmantošanai paredzētajiem kokmateriāliem, kokus gāž ar kādu no mežizstrādes vairākoperāciju mašīnām.

Operācijas tehnoloģiskā struktūra koku gāšanā ar rokas motorzāģi:

1. gāzamā koka izvēle;
2. gāšanas virziena izvēle;
3. gāšanas vietas sagatavošana;
4. gāzamā koka sagatavošana;
5. nepieciešamo griezumam izdārīšana stumbra atdalīšanai no celma;
6. koka nogāšana paredzētajā virzienā;
7. pārvietošanās pie cita gāšanai paredzēta koka.

Koku gāšana, strādājot ar rokas motorzāģi, ir ietverta operāciju kompleksā, kas nepieciešams nogāztā koka stumbra tālākai apstrādei, kā tas parasti notiek gadījumos, kad cirsmā sagatavo apaļo kokmateriālu sortimentus, bet pārējās operācijas izdara pirms pārvietošanās pie cita gāšanai paredzētā koka.

Kokus gāžot ar kādu no mežizstrādes vairākoperāciju mašīnām, operācijas tehnoloģiskā struktūra ir cieši saistīta ar attiecīgās mašīnas tehnoloģiskajiem uzdevumiem un tehniskajām iespējām. Apaļo kokmateriālu sortimentu sagatavošanai cirsmas apstākļos pasaulē visvairāk izmanto hārvestera tipa mašīnas. Parasti tā ir periodiskas darbības tālrvēriena mašīna. Mašīnas darbības periodiskums izpaužas tādejādi, ka, pirmkārt, darbība periodiski atkārtojas pa atsevišķām stāvvietām, otrkārt, periodiski atkārtojas operācijas elementi pie katra vienā stāvvietā pieejamā koka apstrādes.

Procesa tehnoloģiskā struktūra koku gāšanā ar tālrvēriena hārvesteru:

1. Darba procesa sadalījums pa hārvestera stāvvietām:
  - darbs pie vienā stāvvietā pieejamiem kokiem;
  - pārbrauciens uz citu hārvestera stāvvietu.
2. Procesa tehnoloģiskā struktūra hārvestera stāvvietā:
  - sagatavošanās kārtējā koka apstrādei;
  - stumbra satveršana un atdalīšana no celma;
  - koka nogāšana un pārvietošana;
  - citu paredzēto operāciju (atzarošanas, sagarumošanas) izpilde.

Procesa tehnoloģiskā struktūra attiecībā uz to daļu, kad notiek koka gāšana, ir līdzīga aprakstītajai, ja darbam izmanto hārvarderu vai tālrvēriena mašīnu koku gāšanai un stumbru saiņošanai. Darbā ar hārvarderu visa operāciju kompleksa struktūra tās plašākajā sadalījumā iedalāma periodos, kuru norises laikā tiek savākta pilna kokmateriālu krava, notiek pārbrauciens ar kravu līdz krautuvei pie kokmateriālu izvešanas ceļa, kur kokmateriālus izkrauj un novieto pa atsevišķām krautnēm, pēc tam bez kravas atgriežoties kokmateriālu sagatavošanas vietā cirsmā. Savukārt, no tehnoloģiskās struktūras viedokļa aplūkojot tālrvēriena gāšanas un saiņošanas mašīnas darba procesu, ja mašīnas tehnoloģiskajā aprīkojumā ir stumbru uzkrāšanas ierīce, ir viegli saprotams, ka atsevišķu koka stumbru nenovieto sainī uzreiz pēc tā atdalīšanas no celma. Kopā ar katru satverto un no celma atdalīto stumbru mašīnas izlīci pagriež līdz citam gāšanai paredzētam kokam, satver tā stumbru un atdala no celma. Šādus atkārtojumus turpina līdz pilnīgai stumbru uzkrājēja satveršanas iespēju izmantošanai, lai tad vienlaicīgi sainī novietotu visus satvērējā uzkrātos stumbrus. Bieži vien nelielus pārbraucienus mašīna izdara arī vienas stāvvietas robežās, lai kārtējo gāzamo koku varētu labāk saskatīt, satvert, atdalīt no celma, pārvietot uz vietu tālāko darbību veikšanai, izvairoties strādāt izlices maksimālā snieguma attālumā, jo tas samazina ražīgumu.

Pasaules mežizstrādes praksē ir pazīstamas arī koku gāšanai lietojamas tuvrvēriena vairākoperāciju mašīnas. Atšķirībā no tālrvēriena mašīnām, ar tuvrvēriena mašīnu ir jāpiebrauc tieši klāt katram gāzamajam kokam.

Procesa tehnoloģiskā struktūra koku gāšanā ar tuvrvēriena vairākoperāciju mašīnu:

1. gāzamā koka izvēle;
2. pārvietošanās pie izvēlēta koka;
3. stumbra satveršana un atdalīšana no celma;
4. pārvietošanās līdz saiņošanas vietai;
5. stumbra novietošana sainī.

Līdzīgi tikko minētajam par stumbru uzkrājēju tālrvēriena mašīnai, mainās arī norādītā tuvrvēriena mašīnas darba tehnoloģiskā struktūra, ja šī mašīna ir aprīkota ar stumbru uzkrājēju. Izmantojot uzkrājēju, katra koka stumbrs uz saiņa sagatavošanas vietu vairs nav jāpārvieto atsevišķi. To dara tikai pēc tam, kad, pārvietojoties pēc kārtas pie gāzamajiem kokiem, tos satverot un stumbrus atdalot no celma, uzkrājēja iespējas ir pilnībā izmantotas, un tad visus tur uzkrātos stumbrus var vienlaicīgi novietot sainī.

### 3.1.3. Darba līdzekļi koku gāšanas operācijā

Koku gāšanas darba līdzekļu kopums ietver rokas darba rīkus, motorinstrumentus un mašīnu tehnoloģisko aprīkojumu, kas nepieciešams koku gāšanas mērķa sasniegšanu nodrošinošo uzdevumu, t.i., operācijas tehnoloģiskās struktūras sastāvdaļu, izpildei.

#### 3.1.3.1. Darba līdzekļi nemehanizētai koku gāšanai

Nemehanizētā un maz mehanizētā koku gāšanā darba līdzekļi vajadzīgi darba vietas sagatavošanai, gāzamā koka sagatavošanai, griezumam izdarīšanai, lai koka stumbru atdalītu no celma, un koka nogāšanai izvēlētajā virzienā. Par pamata darba rīkiem uzskatāmi tie, ar kuriem stumbru atdala no celma. Pārējos mēdz saukt par palīgrīkiem, un tos galvenokārt lieto koka nogāšanai vēlamajā virzienā. Dažreiz palīgrīki nepieciešami arī darba vietas sagatavošanai.

**Nemehanizētā koku gāšanā izmantojami pamata darba rīki.** Vēsturiski vecākais darba rīks nemehanizētai koku gāšanai ir **cirvis**. Mūsdienā mežizstrādē to izmanto tikai kā palīgrīku, lai atbrīvotos no sīka, koka gāšanu traucējoša apauguma, atsevišķos gadījumos celma apakšējās daļas attīrīšanai, ķīļa iedzišanai zāģējuma spraugā, dažreiz cirvi var lietot arī papildu ķīļa vietā u.tml. Meža darbiem paredzētam cirvim asmens līnija ir nedaudz izliektā formā, leņķis starp cirvja vaiģiem ir atbilstošs kā tievāku, tā resnāku kokmateriālu ciršanai, jo nodrošina gan pietiekami vieglu asmens iegriešanos koksnē, gan nerada iesprūšanas risku, kāds pastāv tad, ja resnu kokmateriālu cērt ar plānu atzarošanas cirvi. Latvijā mežstrādnieki cirvi lieto diezgan reti.

Ir pagājuši tikai nedaudz vairāk kā 50 gadi, kopš pasaules mērogā izplatītākais darba rīks stumbra nogriešanai no celma un sadalīšanai pa sortimentiem bija **rokas zāģis**. Var teikt, ka pilnīgi nemehanizēta kokmateriālu sagatavošanas operāciju izpilde noslēdzās ar gandrīz vai triumfālu **loka zāģu** izplatību, jo, pateicoties plānajai zāģa plātnei un kombinēta tipa zobiem, darbs ar šiem zāģiem bija viegls un ražīgs. Mūsdienās rokas zāģus kokmateriālu sagatavošanai neizmanto. Latvijā to izmantošana agrākās meža kopšanas cirtēs beidzās ap iepriekšējā gadsimta 60. gadiem.

### 3.1.3.2. Darba līdzekļi daļēji mehanizētai koku gāšanai

Kopš laika, kad iepriekšējā gadsimta 50. gados rokas motorzāģu tehniskā attīstība sasniedza līmeni, lai ar tiem parocīgi un ražīgi varētu strādāt viens cilvēks, to izmantošana kokmateriālu sagatavošanai, sākot ar koku gāšanu, ir populāra arī vēl mūsdienās.

Latvijā vēl nav pagājuši pat 10 gadi, kā rokas motorzāģis vairs nav tas darba līdzeklis, ar kuru valsts mērogā tiek sagatavots visvairāk kokmateriālu. Rokas motorzāģu tehniskā pilnveidošana turpinās, jo mežizstrādē joprojām ir diezgan daudz gadījumu, kuros to izmantošanai ir pietiekami daudz priekšrocību, salīdzinot ar pilnībā mašinizētu darbu. Ir sagaidāms, ka šo darba līdzekļu lietošanas tehnoloģijas pārzināšana būs aktuāla vēl ne vienu vien gadu desmitu. Vērtējot rokas motorzāģi kā koku gāšanai izmantojamu darba līdzekli no tehnoloģiskā viedokļa, ir jāiegūst priekšstats, kādiem uzdevumiem koku gāšanā motorzāģis ir izmantojams, kas jāzina un kā jārikojas, lai attiecīgos koku gāšanas uzdevumus varētu izpildīt pienācīgā veidā, kādas tehnoloģiska rakstura priekšrocības un trūkumi ir motorzāģim, salīdzinot ar citu veidu koku gāšanai izmantojamiem darba līdzekļiem, cik pilnīgi iespējams izpildīt vajadzīgos koku gāšanas uzdevumus un vispārējās kvalitatīvā rakstura prasības, pie kādiem priekšnoteikumiem var sasniegt apmierinošus operācijas izpildes rezultātus.

**Rokas motorzāģi** koku gāšanā pirmām kārtām izmanto to griezumu izpildei, lai koka stumbru atdalītu no celma tikai tādā mērā, ka tas gāztos vajadzīgajā virzienā un bez bojājumiem nonāktu līdz atbalsta virsmai, t.i., zemei, vai citreiz arī līdz iepriekš nogāztu koku stumbriem vai jau sagatavotiem kokmateriālu sortimentiem. Papildus šim pamatzudevumam motorzāģi izmanto koku gāšanu traucējoša apauguma un gāžamā koka apakšējo zaru nogriešanai. Lai minētos uzdevumus koku gāšanā ar rokas motorzāģi varētu sekmīgi izpildīt, ir jāīstenojas diviem galvenajiem priekšnoteikumiem. Pirmkārt, ir jābūt pietiekamai savstarpējai atbilstībai starp motorzāģa tehniskās iespējas raksturojošiem rādītājiem, gāžamā koka raksturojumu un koku gāšanas tehnoloģiskās kvalitātes prasībām. Otrkārt, motorzāģa vadītājam ir jāpārzina un jāprot lietot visus paņēmienus, kā vislabākajā veidā izpildāms katrs no tehnoloģiskajiem uzdevumiem. Attiecībā uz motorzāģu tehnisko piemērotību koku gāšanas pamata uzdevumu veikšanai var konstatēt, ka visiem mūsdienās mežizstrādē lietotajiem motorzāģiem kā griezējinstrumentu izmanto ķēdes tipa zāģi ar tādas formas zobiem, kas nodrošina universāla rakstura griešanu tādā nozīmē, ka, izdarot griezumus atšķirīgos virzienos attiecībā pret koksnes šķiedrām, ražīgums un kvalitāte mainās maz. Motorzāģa forma un izmēri neierobežo pietiekami ērtu piekļuvi koka stumbriem, lai izpildītu vajadzīgos griezumus. Masa ir neliela, tāpēc zāģis bez grūtībām noturams griezuma izpildei nepieciešamajā stāvoklī attiecībā pret stumbru. Ar to tiek panākts, ka prasmīgs zāģa vadītājs spēj precīzi izdarīt visus apaļo kokmateriālu sagatavošanā nepieciešamos griezumus, sākot ar koka atdalīšanu no celma līdz atzarota stumbra sadalīšanai nogriežņos atbilstoši sagatavošanas shēmai.

No darba tehnoloģijas prasību viedokļa strādniekam koku gāšanā labi jāzina un jāprot izpildīt, pirmkārt, visas cirsmas tehnoloģiskais plānojums, koku gāšanas secība, gāžamo koku novērtēšana pēc to piemērotības novirzīšanai tehnoloģiskajam plānojumam atbilstošajā virzienā, darba vietas un gāžamā koka sagatavošana, otrkārt, tiešā rīcība ar motorzāģi gan pietiekamā zināšanu līmenī (griezumu izmēri, savstarpējais izvietojums, izpildes secība un paredzamās sekas kļūdišanās gadījumā), gan tādā prasmju līmenī, lai katru no koka gāšanas griezumiem attiecīgajā virzienā un dziļumā spētu izdarīt bez kļūdišanās.

Salīdzinot ar mašinizētu koku gāšanu, lielākās priekšrocības darbam ar motorzāģi ir, pirmkārt, iespēja piekļūt jebkuram kokam, kur to cilvēks var izdarīt, pārvietojoties kājām, otrkārt, iespēja atdalīt no celma jebkura resnuma koku. Pirmā no minētajām priekšrocībām izpaužas gan tādos apstākļos, kad gāžamie koki atrodas tālāk, nekā ir koku gāšanā izmantojamas mašīnas maksimālais sasniedzamības attālums, piemēram, meža kopšanas vai izlases cirtēs, gan tādos kalnu apstākļos, kur slīpums ir tik liels, ka nav iespējams darbs ar mašīnām, un līdz ar to koku gāšana ar motorzāģi ir vienīgais šīs operācijas mehanizācijas paņēmieni. Neapšaubāma motorzāģu tehnoloģiskā priekšrocība ir tādu koku gāšanā, kuru stumbra caurmērs celma griezuma vietā pārsniedz koku gāšanā izmantojamo mašīnu tehniskās iespējas.

No tehnoloģiskā viedokļa lielākais trūkums koku gāšanā ar motorzāģi ir nespēja garantēt, ka izdarītie griezumi pilnībā nodrošinās kvalitatīvu operācijas rezultātu: stumbra novietošanos cirsmas tehnoloģiskajam plānojumam precīzi atbilstošajā vietā un pilnīgu kvalitātes saglabāšanos gan gāžamajam kokam, gan pārējiem kokiem un jau sagatavotajiem kokmateriāliem. Neizbēgami ir tehnoloģisku iemeslu izraisīti stumbra bojājumi resgaļa daļā, kur, izdarot aizzāģējumu, neliela daļa no stumbra ir slīpi nogriezta un radies slīps izvīzījums, t.s. nags.

Lai gan rokas motorzāģi paredzēti lietošanai vienam cilvēkam, ir parocīgi un viegli uzturami tehniskā kārtībā, tomēr pastāvīgs darbs ar motorzāģi nav fiziski viegls, ir saistīts ar paaugstinātu troksni, vibrācijām, nav iespēju no tā pilnībā izslēgt ļoti bīstamus zāģa atsietus un novērst

jebkādos dažāda veida neplānota iezāģējuma riskus, koku iekāršanos vēl augošu koku vainagos, bīstamas situācijas stumbru atzarošanā un sagarumošanā kā sekas pārmērīgam un nevienmērīgam šķiedru spriegojumam dažādās stumbra vietās. Tas savukārt rada vajadzību zāģa vadītāju apgādāt ar speciālu apģērbu un apaviem, troksni slāpējošiem elementiem, drošu sejas aizsargu, rokas pasargājošiem cimdkiem, dažādiem paliginstrumentiem un rokas darba rīkiem. Līdz ar to attiecībā uz iespēju nodrošināt koku gāšanas operācijas kvalitāti no darba aizsardzības viedokļa ir jāatzīst, ka darbs ar motorzāģiem, stingri ievērojot visas darba drošības un cita veida darba aizsardzības prasības, būtu pieļaujams tikai gadījumos, kad to nevar izdarīt mašīnizēti.

Apkārtējās vides kvalitāti koku gāšana ar motorzāģi visvairāk var ietekmēt, ja meža augsnē nonāk bioloģiski noturīgi eļļošanas materiāli. Parasti tā ir zāģēšanas aparātam paredzētā eļļa.

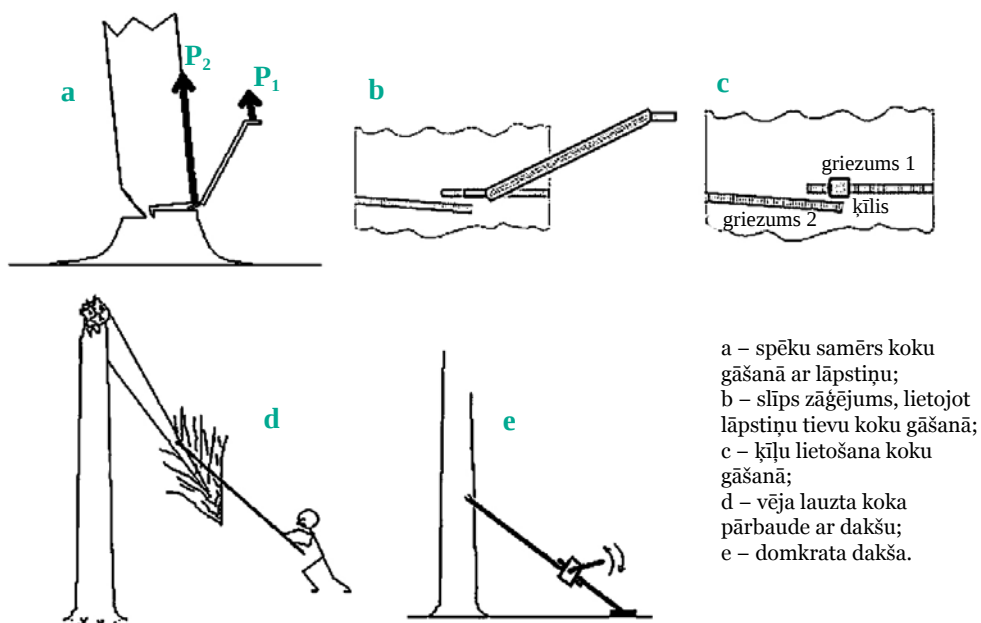
Pašlaik pasaulē ražotie motorzāģi savstarpēji galvenokārt atšķiras pēc motora jaudas, zāģa sliedes garuma un lietošanas mērķa, ar to saprotot motorzāģa piemērotību pastāvīgam profesionālam darbam. Mežizstrādē Latvijā visplašāk izmanto motorzāģus, kas pēc lieluma ir pietiekami ražīgi koku gāšanā un stumbru sagarumošanā, un tajā pašā laikā ne tik lieli, ka vairs nebūtu piemēroti stumbru atzarošanai. Citās vietās pasaulē, kur aug lielāku izmēru koki, bieži vien ir jāstrādā ar lielākiem, tikai koku gāšanai un sagarumošanai piemērotiem motorzāģiem. Kalnu apstākļos daudzās meža mašīnām nepieejamās vietās rokas motorzāģis ir vienīgais mehanizācijas līdzeklis apaļo kokmateriālu sagatavošanai.

**Nemehanizētā un daļēji mehanizētā koku gāšanā izmantojami palīgrīki.** Koku gāšanā ar rokas darba rīkiem vai motorzāģiem darba papildu līdzekļi galvenokārt nepieciešami divu mērķu sasniegšanai. Pirmkārt, gāšanas griezumu izpildes laikā ir jānodrošina, lai koks nesāktu svērties pretēji paredzētajam gāšanas virzienam un neiespiestu zāģi, tādējādi pārtraucot griezumu un neļaujot to turpināt līdz paredzētās nepārzāģētās josliņas vietai. Otrkārt, ja koks pēc gāšanas griezuma pabeigšanas pats nesāk svērties aizzāģējuma virzienā, tā iekustināšanai jāpieliek vajadzīgā lieluma spēks. Plašāk pazīstami ir trīs palīgrīku veidi abu minēto mērķu sasniegšanai: lāpstīņa koku gāšanai, dakša koku gāšanai un ķīlis. Gāšanas griezuma laikā, savlaicīgi sākot lietot kādu no minētajiem palīgrīkiem, tiek novērsta koka atsveršanās pretēji paredzētajam gāšanas virzienam. Pēc gāšanas griezuma pabeigšanas, turpinot darbību ar gāšanas palīgrīkiem, koku var sasvērt tā, lai tas gāztos aizzāģējuma virzienā.

Lāpstīņu parasti lieto mazāku koku gāšanai, jo cilvēka pieliktais spēks parasti nav pietiekams, lai gāšanas virzienā sasvērtu lielu koku. Atkarībā no gāšanas lāpstīņas garuma, iedarbības spēks uz gāzamo koku iespējams apmēram 10 līdz 20 reizes lielāks nekā strādnieka attīstītais spēks koka gāšanas brīdī (sk. 3.1. attēlu, a).

### 3.1. attēls

#### Nemehanizētā un daļēji mehanizētā koku gāšanā izmantojami palīgrīki



Lai novērstu tievāka koka atsvēršanos pretēji paredzētajam gāšanas virzienam, pēc aizzāģējuma griezumu izpildes vispirms jāizdara horizontāls gāšanas griezums aptuveni ¼ no celma šķērsriezuma laukuma (sk. 3.1. attēlu, b) un tajā jāievieto gāšanas lāpstiņa. Atlikušo stumbra daļu pārzāģē ar ieslīpu griezumu, nedaudz pavirzoties zem zāģējuma spraugas, kur ievietota gāšanas lāpstiņa. Izdarot minētos griezumus, jāsauglabā vajadzīgā platuma nepārzāģētās koksnes josliņa. Lietojot ķīļus (sk. 3.1. attēlu, c), ir iespējams nogāzt vajadzīgajā virzienā jebkura resnuma koku, kura stumbra slīpums pretēji paredzētajam gāšanas virzienam nepārsniedz 5°. Dakšas koku gāšanai mūsdienās lieto reti. Ļoti parocīgs darbarīks dakša ir gadījumos, kad jāpārbauda, cik stingri pie atlikušā stumbeņa turas vēja lauza koka galotnes daļa, kuras gals ir atspiedies pret zemi (sk. 3.1. attēlu, d). Pasaulē ir pazīstami dažādi tehniskie risinājumi, lai ar dakšu koku gāšanā varētu strādāt viens cilvēks, t.i., tas pats, kurš strādā ar motorzāģi (sk. 3.1. attēlu, e). Ir zināmi arī citādāku palīgierīču priekšlikumi, kā koka nogāšanu vajadzīgajā virzienā padarīt vieglāku un drošāku. Izplatītāki ir mehāniski vai hidrauliski darbināmi ķīļi un domkrati, arī pneimatiskas piedziņas pacelēji, ko var ievietot vai nu gāšanas griezuma spraugā, vai īpaši izveidotā iegriezumā atbilstoši attiecīgās palīgierīces lietošanas tehnoloģiskajiem nosacījumiem.

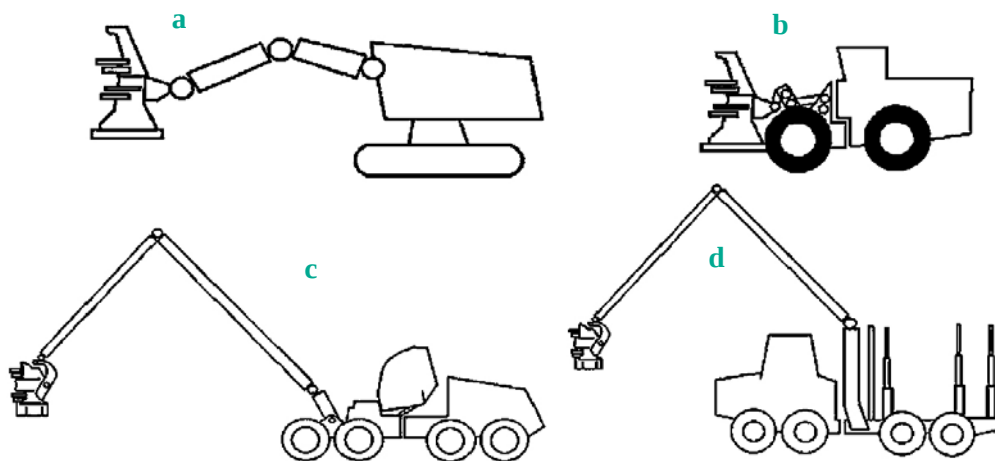
### 3.1.3.3. Koku gāšanai izmantojamās mašīnas

Pasaulē mašinizētas koku gāšanas attīstība sākusies apmēram tajā pašā laikā, kad rokas darba rīkus masveidā nomainīja rokas motorinstrumenti, jo reizē ar darba ražīguma palielināšanos netika panākta darba smaguma un darba bīstamības samazināšanās tādā pašā apmērā. Sākotnēji tika strādāts kā pie vienoperācijas, tā vairākoperācijas mašīnu konstrukcijām, bet mūsdienās var droši uzskatīt, ka tādu koku gāšanai, kurus paredzēts izmantot kā koksnes izejvielu, tiek lietotas vienīgi vairākoperācijas mašīnas. Tam ir vienkāršs izskaidrojums. Lai būtu ekonomisks pamatojums koku gāšanu ar motorzāģi aizstāt ar vienoperācijas mašīnas darbu, šādas mašīnas ražīgumam vajadzētu būt vismaz tik reizes lielākam nekā tādos pašos apstākļos strādājoša motorzāģa ražīgumam, cik reizes mašīnas cena pārsniedz motorzāģa cenu. Saprotams, ka izteikta vairākoperācijas mašīnu attīstības tendence ir pamatota arī ar citiem būtiskiem apsvērumiem, piemēram, meža darbos vienā un tajā pašā vietā izmantojamo mašīnu skaita, un reizē ar to apkārtējo vidi negatīvi ietekmējošu izpausmju samazināšanu līdz minimumam.

Pašlaik pasaulē koku mašinizētai gāšanai lietojamās mašīnas savstarpēji atšķiras ļoti dažādā veidā (sk. 3.2. attēlu). No to lietošanas tehnoloģijas viedokļa būtiski svarīga ir mašīnas piemērotība konkrētiem mežizstrādes apstākļiem. To nosaka pārvietošanās iespējas cirsma apstākļos, atbilstība gāzamo koku izmēriem, gāzamo koku sasniedzamības iespēja, iespēja gāzt kokus cirsma tehnoloģiskajā plānojumā paredzētajā virzienā, iespēja gāzamā koka stumbru pēc atdalīšanas no celma

3.2. attēls

### Koku gāšanā izmantojamo mašīnu iedalījums



a – tālrvēriena mašīna koku gāšanai un salikšanai saiņos; b – tuvrvēriena mašīna koku gāšanai un salikšanai saiņos; c – kokmateriālu sortimentu sagatavošanas hārvesters; d – hārvaders kokmateriālu sortimentu sagatavošanai un pievešanai līdz krautuvei.

pārvietot tā, lai netiktu bojāti atstājāmie koki. Mašīnas pārvietošanos cirmsmas apstākļos galvenokārt ietekmē grunts noturība un reljefs. Kalnu apstākļos stabilākas ir kāpurķēžu mašīnas, jo to smaguma centrs ir tuvāk mašīnas atbalsta virsmai. Attiecībā uz mašīnas piemērotību zemas grunts noturības apstākļiem šāda būtiska atšķirība starp kāpurķēžu un riteņu mašīnām nav izteikta. Atbalsta virsmas laukums kāpurķēžu mašīnām ir lielāks, bet tajā pašā laikā tās ir arī ievērojami smagākas, tādējādi spiediens uz atbalsta virsmu bieži vien nav būtiski mazāks, salīdzinot ar riteņu mašīnām. No koku sasniedzamības viedokļa visas koku gāšanai lietojamās mašīnas mēdz iedalīt divās grupās: tuvtvēriena un tālrvēriena. Ar tuvtvēriena mašīnu koku var nogāzt, tikai piebraucot tam klāt. Tāpēc šādas mašīnas biežāk izmanto kailcirtēs tādās vietās, kur to neierobežo grunts nestspēja, apkārtējās vides aizsardzības prasības vai kādi citi noteikumi.

Vēl koku gāšanai paredzētās mašīnas savstarpēji mēdz atšķirties ar to, cik cieši gāzamā koka stumbrs tiek satverts pirms koka gāšanas griezumam izpildes un kādā pozīcijā tas atrodas, to pārvietojot uz turpmāk izdarāmo tehnoloģisko operāciju norises vietu. Mašīnas ar koka stumbra ciešu satveri spēj iedarboties uz stumbru ne tikai tajā laikā, kad tiek izdarīts gāšanas griezums, pieliecot koka stumbram spēku vajadzīgajā virzienā, lai attiecīgais griezums būtu izdarāms bez traucējumiem. Pēc šī griezumam pabeigšanas no celma atdalītais stumbrs tiek stingri noturēts vertikālā stāvoklī. Pagriežot tālrvēriena mašīnas izlīci vēlamajā virzienā, dažreiz ar mašīnu arī nedaudz pabraucot šajā virzienā, koka stumbru pārvieto līdz saiņošanas vietai un novieto uz zemes vai sainī uz jau iepriekš tur novietotajiem stumbriem. Parasti šādu mašīnu tehnoloģiskais mezgls ir aprīkots ar stumbru uzkrāšanas ierīci. Ja gāzamā koka stumbrs nav tik resns, lai aizņemtu lielāko daļu no satvērēja, un nav tik smags, ka tikai tāpēc būtu pārvietojams atsevišķi, tad, cieši noturot satvērējā iepriekšējo stumbru, izlīci pievirza citam gāšanai paredzētam kokam, satver tā stumbru ciešā tvērienā, piespiežot jau iepriekšējam stumbram, un izdara griezumam šī otrā stumbra atdalīšanai no celma. Dažkārt tādā veidā satvērējā uzkrāj līdz 4–5 stumbriem, un tad tos visus reizē novieto sainī uz zemes. Lai gāzamo koku stumbrus būtu ērtāk satvert un mašīna būtu stabilāka koku gāšanas un stumbru pārvietošanas laikā, kā arī tāpēc, lai nogāzto koku stumbru sainī varētu izveidot vispiemērotākajā vietā no tālāko tehnoloģisko operāciju izpildes viedokļa, gāšanas-saiņošanas tālrvēriena mašīna bieži vien izdara īsus pārbraucienus vajadzīgajā virzienā arī kārtējās stāvvietās.

Parasti ar ciešu satveri aprīkotas arī tuvtvēriena gāšanas-saiņošanas mašīnas. Līdzīgi tikko iepriekš aprakstītajam, arī šo mašīnu tehnoloģiskie mezgli ir aprīkoti ar stumbru uzkrājēju. Pēc stumbra nogriešanas no celma, tas paliek cieši satverts un atkarībā no gāzamā koka stumbra lieluma vai nu tiek uzreiz pārvietots līdz saiņošanas vietai, attiecīgi pabraucot ar visu mašīnu, vai, pēc kārtas pabraucot mazākiem gāzamo koku stumbriem, tos nogriež, cieši notur satvērējā un līdz saiņošanas vietai pabrauc tikai tad, kad uzkrājējs ir piepildīts.

Ar ciešu satveri un stumbru uzkrājēju ir apgādātas arī sikkoku gāšanas-saiņošanas mašīnas, ko izmanto enerģētiskās koksnes izejvielu sagatavošanas tehnoloģiskajā procesā. Ar šo mašīnu griešanas ierīci, kas visbiežāk ir nažveida vai šķērveida grieznis, sikkoku stumbrinus, katru atsevišķi vai vairākus kopā un ar visiem zariem, sagriež īsākos nogriežņos un saliek tāda izmēra saiņos, ar kuriem ir ērti rīkoties tālākajās tehnoloģiskajās operācijās. Visbiežāk saiņa lielumu pieskaņo iekraušanas satvērēja žokļu atvēruma šķersgriezuma laukumam.

Otrs stumbra satveršanas tips, ko izmanto kokmateriālu sortimentu sagatavošanas hārvesteros un hārvarderos, ir t.s. šarnīrsatvere. Tehnoloģiskais mezgls tādām mašīnām nav tik masīvs kā tālrvēriena un tuvrvēriena gāšanas-saiņošanas mašīnām, jo koka stumbru satver un tam pieliek tikai tādu spēku, lai gāšanas brīdī koku novirzītu vajadzīgajā virzienā. Satvērējs stumbru gāšanas brīdī neatlaiž, bet ar izlīces sastāvdaļu attiecīgas pārvietošanas starpniecību stumbram pieliek spēku tādā virzienā, lai, mainot stumbra resgaļa novietojuma pozīciju, samazinātos stumbra gāšanās ātrums un atsitiens pret zemi. Uz piemērotāku vietu turpmāk izdarāmo tehnoloģisko operāciju izpildei stumbru pārvieto, to daļēji velkot pa zemi.

### 3.1.4. Koku gāšanas vieta

Ir nepārprotami, ka koku var nogāzt tikai tajā vietā, kur tas izaudzis. Tomēr, risinot koku gāšanas tehnoloģijas izvēles vai rezultātu novērtēšanas jautājumus, nedrīkst ignorēt dabā reāli pastāvošās koku gāšanas vietas raksturojuma iespējamo ietekmi uz dažādu ar tehnoloģiju saistītu lēmumu pieņemšanu. Vietas apstākļu raksturojums ietekmē gan tehnoloģisko plānojumu visā cirmsmas platībā, gan darba tehnoloģiju pie atsevišķa koka.

Tehnoloģisko plānojumu visā cirmsmā visvairāk nosaka reljefa un grunts apstākļu raksturojums. Ja nogāzes slīpums pārsniedz lielumu, līdz kādam iespējams darbs ar mašīnām, tad kā vienīgā izvēle atliek rokas motorzāģa un vajadzīgo palīgrīku lietošana. Arī darbā ar motorzāģi kalnu apstākļos

pastāv vairāk ierobežojumu, nekā tas ir līdzenumā. Kokus nemēdz gāzt nogāzes šķērsvirzienā, ir labi jāapsver risks gāšanai pret kalnu un no kalna. Gāžot uz augšu pa nogāzi, koka stumbrs pret zemi atsitas ar mazāku spēku, jo atbalsta virsma tiek sasniegta, pirms vēl krišanas ātrums ir ievērojami palielinājies. Bīstams ir palielināts risks, ka stumbra resgalis var slidēt pretēji gāšanas virzienam un apdraudēt gāšanā iesaistīto personu. Tāds risks pilnībā tiek izslēgts, koku gāžot uz leju pa nogāzi. Toties koka krišanas ātrums, un reizē ar to atsietena spēks pret zemi, ir liels, tāpēc ir grūti izvairīties no stumbra lūzumiem.

No grunts nestspējas lielā mērā atkarīgs kokmateriālu pirmējā transporta līdzekļu pārvietošanās ceļu plānojums cirsma. Sliktos pārgājības apstākļos, kad mašīnu pārvietošanās cirsma iespējama tikai pa speciāli sagatavotu pievešanas ceļu, no ceļa tālākie koki ir nepieejami gāšanai ar mašīnu. Gāžot ar rokas motorzāģi, gāžamā koka attālums no ceļa ietekmē gāšanas virziena leņķi pret ceļa garenasi.

Gāžamā koka novietojums attiecībā pret pievešanas ceļu pastāvīgi ietekmē mašīnizētas koku gāšanas norisi. Strādājot ar tāltvēriena mašīnu, reizē ar atšķirībām no mašīnas vienas stāvvietas aizsniedzamo koku izvietojumā mainās izlīces pagriešanas leņķis, tehnoloģiskā mezgla pārvietošanas attālums un arī gāšanas griezuma vietas saredzamība, t.i., mainās būtisku faktoru lielumi, kas ietekmē koka gāšanai nepieciešamo laiku.

### 3.1.5. Priekšnoteikumi koku gāšanas operācijas sekmīgai norisei

Šeit lietotais jēdziens nozīmē vērtējumu, cik pilnīgi ir izpildīti gāšanas operācijas uzdevumi tehnoloģiskā mērķa sasniegšanai. Koku gāšanu sekmējošu, un vēl jo vairāk aprūtinājošu, apstākļu kopumā ir daudz, tie pārsvarā saistās ar trim savstarpēji atšķirīgām grupām.

#### 3.1.5.1. Dabas apstākļi

Koku gāšanu ietekmējošos dabas apstākļus var iedalīt divās apakšgrupās:

- ar meteoroloģiskām parādībām saistītie apstākļi;
- gāšanas vietas un gāžamo koku raksturojums.

Galvenās meteoroloģiskās parādības, ar kurām jāreķinās koku gāšanā, ir vējš, nokrišņi un gaisa temperatūra.

**Vējš** visvairāk ietekmē koku gāšanu ar rokas darba rīkiem vai motorinstrumentiem. Tāpēc nemehanizētā un maz mehanizētā koku gāšanā piemērotākie apstākļi ir pilnīgs bezvējš vai viegls un vienmērīgs vējš, kura virziens sakrīt ar koku gāšanas paredzēto virzienu atbilstoši cirsmas izstrādes tehnoloģiskajam plānojumam. Jo vējš ir stiprāks, jo grūtāk un bīstamāk nogāzt koku paredzētajā virzienā. Ļoti traucē gāšanas virzienam pretējs vai nevienmērīgs, it sevišķi brāzmais vējš. Bieži mainīga vēja apstākļos darbam piemērotākas ir tādas cirsmas izstrādes tehnoloģiskās shēmas, kas koku gāšanas virziena izvēlē ļauj kaut vai daļēji pieskaņoties vēja virzienam. Mašīnizētu koku gāšanu vējš ietekmē mazāk, tomēr dažreiz var traucēt veiksmīgu darbu šajā operācijā. Vējam pastiprinoties, var tikt sasniegts arī tāds stāvoklis, ka koku gāšana nav pieļaujama ne ar kādiem līdzekļiem.

**Nokrišņi** var samazināt redzamību, padarīt koka stumbra virsmu slidenu, palielināt koka vainaga svaru, apgrūtināt strādnieku pārvietošanos, ja kokus gāž ar rokas darba rīkiem vai motorinstrumentiem. Dziļa sniega apstākļos daudz laika un fiziskās enerģijas ir jāizlieto koka stumbra apakšējās daļas atbrīvošanai tā, lai pietiekami ērti varētu izdarīt visas koka nogāšanai nepieciešamās darbības. No dziļa sniega jāatbrīvo arī pietiekami gari celiņi, lai drošā attālumā atkāptos no koka tā gāšanās brīdī. Mašīnizētu koku gāšanu var apgrūtināt vai pat pārtraukt tādas intensitātes nokrišņi, kas ievērojami pasliktina redzamību. Darba ilgumu pie gāžamā koka var palielināt tik dziļš sniegs, ka nepieciešamas īpašas manipulācijas koka stumbra apakšējās daļas pietiekamai atbrīvošanai. Tik dziļš sniegs, kas būtiski ietekmētu koku gāšanu, Latvijā nemēdz būt. Citur pasaulē sniega dziļums dažreiz var būt nepārvarams šķērslis kā koku gāšanai, tā citu mežizstrādes operāciju izpildei.

**Gaisa temperatūra** koku gāšanu sāk ietekmēt tad, kad tā ir pazeminājusies tiktāl, ka mitrums gāžamo koku stumbru koksne ir sasalis un koksne tāpēc kļuvusi trausla. Strādājot ar rokas motorzāģiem vai motorinstrumentiem tad ir jāizvēlas citādāks nepārzāģētās josliņas platums. Jebkurā no gāšanas paņēmieniem pēc iespējas jāizvairās no koka nogāšanās, atsitoties pret nelīdzenumiem, jo tad biežāk ir iespējami stumbra koksnes lūzumi, jo sala ietekmē tā ir kļuvusi trausla.

Koku gāšanas vietas raksturojumā galvenais faktors, kas var ietekmēt koku gāšanas norisi, ir **reljefs**. Strādājot kalnu apstākļos, bīstamas situācijas veidojas ļoti bieži. Koku gāšana jāizdara nogāzes virzienā, bet ne šķērsām pret to, mašīnu lietošana iespējama tikai līdz noteiktam nogāzes slīpumam, jo to ierobežo mašīnas stabilitāte. Parasti stabilākas, un līdz ar to labāk piemērotas darbam

kalnu apstākļos, ir kāpurķēžu mašīnas, jo to smaguma centrs ir tuvāk mašīnas atbalsta virsmai. Uz stāvām nogāzēm, kur nav iespējama koku gāšana ar mašīnām, tas ir jādara ar rokas motorzāģiem.

Gāzamo koku raksturojums no to piemērotības viedokļa šīs darba operācijas veikšanai galvenokārt ir veidojies tieši dažādu dabisku ietekmētāju iedarbības rezultātā visā koka mūža garumā līdz tā gāšanas brīdim. Sprotams, ka stumbra koksnes īpašības, kas varētu būt saistītas ar koku gāšanas darbību izpildi, pirmām kārtām ir atkarīgas no koku sugas – stiprības īpašības, griešanas pretestība u.tml. Turklāt koku gāšanu, it īpaši tajos gadījumos, ja to dara ar rokas darba rīkiem vai motorinstrumentiem, ietekmē koka stumbra slīpums, stumbra likumainība, vainaga lielums un simetriskums.

Gāzamā koka raksturojums kā gāšanas operācijas sekmīgu norisi ietekmējošs faktors pavisam vienkāršā veidā ļoti būtiski izpaužas gadījumos, kad koka izmēriem neatbilst gāšanas operācijā izmantotais mehanizācijas līdzeklis: motorzāģa sliedes garums, to salīdzinot ar gāzamā koka caurmēru, ir nepiemēroti īss vai gāšanā izmantojamās mašīnas tehnoloģiskā mezgla izmēri ir pārāk mazi.

### 3.1.5.2. Tehnoloģiskie un tehniskie apstākļi

No tehnoloģisko un tehnisko apstākļu viedokļa koku gāšanas norisi ietekmē minēto apstākļu un iespējamo koku gāšanas tehnoloģisko paņēmieni savstarpējā atbilstība: jo šī atbilstība ir pilnīgāka, jo gāšanas norisē sagaidāms mazāk neparedzētu situāciju.

**Tehnoloģiskos apstākļus** koku gāšanā nosaka gan visas cirsmas tehnoloģiskais plānojums, gan slejas izstrādes tehnoloģija. No pārējās cirsmas atšķirīgi nosacījumi ir jāievēro vietās, kas robežojas ar jaunaudzēm vai citiem īpašniekiem piederošām teritorijām, ūdens noteces vietās, tiešā tuvumā elektroenerģijas pārvades līnijām vai citām trasēm, īpaši aizsargājamiem dabas objektiem, apdzīvotām vietām, satiksmes ceļiem u.tml. Minētajos gadījumos koku gāšanu var ierobežot stingrāki gāšanas virziena izvēles nosacījumi, kuru ievērošana liek izšķirties par labu nedrošāku tehnoloģisko paņēmieni lietojumam. Slejas izstrādes tehnoloģijas ietekme uz koku gāšanu sākas jau ar konkrētas gāšanas vietas izvēles iespējām. Līdzīgi tikko minētajam tas ir mašinizētā koku gāšanā. Strādājot ar sortimentu hārvesteru, darbs notiek pa atsevišķām stāvvietām, nogāžot un apstrādājot no šīs vietas ērti sasniedzamos kokus. Kārtējā gāzamā koka izvēle notiek, apsverot visu pārējo operāciju kompleksā izpildāmo darbu norisi. Vajadzības gadījumā hārvesters nelielus pārbraucienus izdara arī katrā atsevišķā stāvvietā, lai kārtējais koks būtu ērtāk pieejams. Biežāk tāda neliela papildu pārvietošanās ir jāizdara meža kopšanas cirtēs. Rezumējot apsvērumus par tehnoloģisko apstākļu ietekmi uz koku gāšanu, var apgalvot, ka šīs operācijas sekmīgāku izpildes norisi nodrošina tāds cirsmas tehnoloģiskais plānojums un tāda slejas izstrādes tehnoloģija, kas pieļauj pēc iespējas brīvu koku gāšanas virziena izvēli un samazina vai izslēdz nepieciešamību lietot nestandarta tehnoloģiskos paņēmienus.

**Tehniskie apstākļi** sekmīgas koku gāšanas nodrošināšanai aplūkojami no diviem viedokļiem. Pirmkārt, jānovērtē darba līdzekļa piemērotība koku gāšanai, bet, otrkārt, šī darba līdzekļa tehniskais stāvoklis. Attiecībā uz darba līdzekļu piemērotību svarīgākā ir to **atbilstība pasaules mērogā sasniegtajam vispārējam tehniskās attīstības līmenim**. No šāda viedokļa negatīvs vērtējums piešķirams visiem rokas darba rīkiem un rokas motorinstrumentiem, salīdzinot tos ar mašinizētu koku gāšanu. Tomēr, ja izvēles iespēja, piemēram, ir tikai starp motorinstrumentiem, tad arī šeit var izdalīt gan tādus, kas līdzinās pašreizējam augstākajam līmenim motorinstrumentu ražošanas jomā, gan arī vidēja vai tikai apmierinoša līmeņa izstrādājumus.

Koku gāšanā izmantojamo mehanizācijas līdzekļu piemērotība šai operācijai jāvērtē pēc tā, kādā mērā to lietošana nodrošina gāšanas operācijas atsevišķo sastāvdaļu izpildi. Motorzāģis koku gāšanai ir izmantojams tikai un vienīgi kā griezējinstrumentis. Koku gāšanā ar to ne tikai veic griezumus koka stumbra atdalīšanai no celma, bet apgriezī traucojošus zarus stumbra resgalī, izveido iegriezumus atplisumu novēršanai, nozāģē traucojoša apauguma kociņus. Motorzāģa piemērotība minētajām darbībām galvenokārt atkarīga no zāģa sliedes garuma. Piemērotības vērtējums iespējams arī pēc tā, cik ērti var izdarīt koku gāšanā tehnoloģiski nepieciešamos griezumus, cik tuvu zemes virsmai iespējams veikt zemāko no griezumiem stumbra atdalīšanai no celma, vai ir iespējama aprikošana ar ātri uzlietamiem augstiem rakturiem u.tml.

Mašīnu piemērotību raksturojošo īpašību saturs pārsvarā ir citādāks, nekā tika minēts attiecībā uz motorzāģiem. Vienīgā līdzība ar motorzāģi ir vērtējamās mašīnas griezējinstrumenta atbilstība gāzamo koku stumbra caurmēram gāšanas griezuma vietā. Starp pārējām īpašībām svarīgākās ir



iespējamās darba zonas raksturojums, darba objektu redzamības iespējas, stabilitāte un spēja darboties dažādos meteoroloģiskajos un apkārtējās vides apstākļos. Iespējamo darba zonu tālrvēriena mašīnām nosaka izlices sniegums un pagrieziena leņķis. Tuvrvēriena mašīnām darba zonu var ierobežot to piemērotība grunts nestspējas un reljefa apstākļiem. Objektu redzamība ir atkarīga no vadītāja kabīnes logu lieluma, kabīnes novietojuma un pagriešanas iespējas, ārējā apgaismojuma ierīcēm. Mašīnas stabilitāte ir neatņemams kvalitatīvo īpašību rādītājs ne tikai koku gāšanā kalnu apstākļos, bet ne mazākā mērā arī līdzenumā, kur tai ir iespējams zaudēt stabilitāti, piemēram, sāniski sniedzoties pēc tālu esoša koka. Koku gāšanai izmantojamās mašīnas parasti spēj strādāt arī iepriekš nesagatavotā cirsma.

Piemērotību pastāvīgam darbam ražošanā, tostarp koku gāšanā, lielā mērā ietekmē lietojamā darba līdzekļa **tehniskais stāvoklis**. Labi un uzticami koku gāšanā var darboties arī zemāka vispārējā tehniskā līmeņa motorzāģis vai mašīna, ja šie mehanizācijas līdzekļi ir tehniski pareizi uzturēti, nav bieži pārslogoti un ar tiem pastāvīgi ir strādājuši lietpratīgi darbinieki. Pilnīgi pretēji augstākā tehniskā līmeņa izstrādājums var kļūt pastāvīgam un ražīgam darbam nepiemērots, ja ar to nemākulīgi rīkojas, neregulāri un slikti izdara tehniskās apkopes, darbā bieži pieļauj pārmērīgas pārslodzes. Darba līdzekļu tehniskās ekspluatācijas prasību izpildes līmeni ietekmē dažādi apstākļi, kurus var sadalīt trīs grupās: pašu darba līdzekli raksturojošas īpašības, ekspluatācijas prasību izpildei nepieciešamo resursu nodrošinājums, to apstākļu, arī tehnoloģisko, raksturojums, kuros darba līdzekli izmanto.

### 3.1.5.3. Ar darba veicēju saistītie faktori

Cerības uz pozitīvāku rezultātu koku gāšanā vienmēr ir tad, ja šīs operācijas veicējam ir attiecīgas zināšanas, pietiekama pieredze un labi pamatota vēlēšanās savas zināšanas un pieredzi pastāvīgi izmantot. Cita rakstura būtiski svarīgs ar darba veicēju saistīta sekmīguma faktors koku gāšanā ir cilvēka piemērotība pēc viņa fiziskajām spējām izpildīt tāda veida darbu.

Tā kā koku gāšana ir cieši saistīta ar citām mežizstrādes tehnoloģiskā procesa sastāvdaļām, koku gāšanas veicējam labi jāizprot darba norise tajās un tāpat arī mežsaimnieciskajā ražošanā kopumā. Koku gāšanā nodarbinātajam jāpārzina kā sava darba tiešie uzdevumi, tā pietiekami labi jāorientējas citos meža darbos. Konkrētais zināšanu saturs pirmām kārtām attiecas uz tiem darba līdzekļiem, kas paredzēti koku gāšanai šajā darba vietā. Jau sen ir pierādījies, ka augstāku ražīgumu spēj sasniegt strādnieks, kurš specializējies rīcībai ar noteiktai iedalījuma grupai piederošiem darba līdzekļiem, piemēram, benzīna motorinstrumentiem. Lai gan pārsvarā galvenie tehnoloģijas uzdevumi koku gāšanā ar motorzāģi un koku gāšanai piemērotām mašīnām ir diezgan līdzīgi, nevar cerēt, ka labs koku gāzējs ar motorzāģi tikpat sekmīgi spētu kokus gāzt ar mašīnu, izmantojot tikai zināšanas un pieredzi, kas iegūta darbā ar motorzāģi.

Nevienu darbību nevar izpildīt, zinot tikai uzdevumus. Zināšanas un prasme vajadzīgo rezultātu sasniegšanai ietver gan darba līdzekļu pārzināšanu, lai tos uzturētu pastāvīgā tehniskā gatavībā veikt nepieciešamās manipulācijas, gan tādā pašā mērā arī visu iespējamo rīcības paņēmieni zināšanu un prasmi tos lietot paredzēto uzdevumu izpildei atbilstoši dažādu ietekmējošo apstākļu kombinācijām, kas meža darbos dažreiz var mainīties negaidīti strauji. Kļūt par labu koku gāzēju nav iespējams, labi apgūstot vienīgi teorētiskās zināšanas. Pirmā praktiskā pieredze ir jāiegūst paralēli teorētiskajām apmācībām, bet pieredzes turpmākā papildināšana notiek visā tajā laikā, kamēr vien šis cilvēks ir nodarbināts mežizstrādē tādos darbos, starp kuriem ir arī koku gāšana. Pieredze uzkrājas arī tad, ja darbinieks savus pienākumus izpilda formāli, tomēr pilnīgāka kompetence iegūstama, katram jaunam gadījumam koku gāšanā pieejot radoši. Tas nozīmē, ka vienmēr jāapsver izvēlēto tehnoloģisko paņēmieni lietošanas iespējamās sekas un pēc koka nogāšanas jāanalizē iegūtais rezultāts, cenšoties apzināt kā veiksmju, tā neveiksmju cēloņus un to turpmākās lietošanas vai novēršanas iespējas.

Tāpat kā jebkuru citu iemaņu apgūšanā, tā arī koku gāšanā labu rezultātu sasniedz tikai pietiekami motivēts cilvēks. Motivāciju var ietekmēt ļoti daudz dažādu gan pilnīgi personiska rakstura, gan neskaitāmu ārēju apstākļu kombināciju. No profesijas apgūšanas viedokļa motivāciju ietekmē attiecīgās darbības jomas pozitīvo un negatīvo pušu laba pārzināšana, šīs jomas sabiedriskais prestižs, darba vides raksturojums, darba devēju ieinteresētība un lietotie paņēmieni darbinieku motivācijas uzlabošanai, iespējas personiskās attīstības nodrošināšanai u.tml.

### 3.1.6. Koku gāšanas operācijas norise

Operācijas norises izklāstā pilnībā jāparādās šīs operācijas tehnoloģiskās struktūras sastāvdaļu (sk. 3.1.2.) saturam. Operācijas norises izklāsts detalizēti apraksta visas attiecīgo darba operāciju veidojošās sastāvdaļas to izpildes secībā, dodot nepārprotamu priekšstatu par darba veicēja rīcību un manipulācijām ar darba līdzekļiem, iedarbojoties uz darba objektu, pamatojot rīcības nepieciešamību, kā arī izskaidrojot sekas, kādas varētu rasties, atkāpjoties no tehnoloģiskajiem ieteikumiem. Operācijas norise ir atkarīga:

- no paredzētā mežizstrādes tehnoloģijas tipa un varianta;
- no darba apstākļu raksturojuma;
- no lietotajiem darba līdzekļiem;
- no cirsmas izstrādes tehnoloģiskā plānojuma.

Vispārējā formā par koku gāšanas operācijas norisi var runāt tikai attiecībā uz to, kāds ir norises izklāsta mērķis un kam ir jāpievērš uzmanība izklāsta saturā. Parasti norises izklāstu sagatavo kādam no trim mērķu veidiem: praktisku mežizstrādes uzlabojumu pamatošanai ražošanā; mācību nolūkā; zinātniskās pētniecības uzdevumu izpildei.

Ražošanā kādā darba iecirknī var tikt sagatavots katra koku gāzēja atsevišķs operācijas izpildes izklāsts, lai uz ievāktās informācijas analīzes pamata noskaidrotu ar koku gāšanu saistītus produkcijas brāķa gadījumus un varētu pieņemt lēmumus to samazināšanai. Minētajā gadījumā operācijas tehnoloģiskā procesa izklāstā uzmanība ir jāakcentē uz tām operācijas sastāvdaļām, kuru neatbilstoša izpilde var izraisīt produkcijas brāķi. Ražošanā nepieciešamība pievērsties dažādām niansēm darba operāciju norisē kļūst aktuāla arī gadījumos, kad ir notikuši smagi nelaimes gadījumi, ir sūdzības par neatbilstību starp darba devēja prasībām un faktiskajām iespējām šīs prasības pilnībā īstenot, tiek konstatēti nepieļaujami kaitējumi apkārtējai videi u.tml. Mācību nolūkā visās niansēs koku gāšanas procesa norise jāapgūst potenciālajiem šī darba veicējiem ražošanā tieši attiecībā uz konkrētajiem darba līdzekļiem, piemēram, motorzāģiem vai konkrēta tipa mašīnām, un to lietošanas īpatnībām dažādos apstākļos. Šādos gadījumos sīki jāiepazīst visi tipiskākie ietekmējošie apstākļu kombināciju gadījumi kā teorētiski, tā praktiski, galveno uzmanību veltot tieši praktiskajai pusei. Mācības citreiz ir nepieciešamas arī jau pieredzējušiem koku gāšanas operācijas izpildītājiem, piemēram, lai apgūtu operācijas paņēmienus cita veida apstākļos vai mainoties kādām prasībām. Koku gāšanas norise pietiekami labi jāpārzina arī mežizstrādes darbu plānošanas, vadības un kontroles tiešajiem vadītājiem. Mācību procesā tad mazāka nozīme ir praktiskas kompetences iegūšanai, bet ievērojami vairāk jāiegūst plašākas tāda veida zināšanas, ko varētu izmantot reālu procesu norises analīzei un pozitīvas attīstības priekšlikumu sagatavošanai. Visplašākās un reizē arī dziļākās teorētiskās zināšanas nepieciešamas tehnoloģisko procesu zinātniskajā pētniecībā, un pamati tādām zināšanu līmenim jāpagatavo jau augstākās izglītības studiju laikā. Atkarībā no tā, vai pētnieciskie mērķi vairāk saistīti ar tehnoloģiju vai koku gāšanas darba līdzekļu konstruktīvajiem uzlabojumiem, mainās arī operācijas norises izpētes tematika, konkrēto pētījumu mērķi, pārbaudei izvirzītās hipotēzes, to pārbaudes metodiskie paņēmieni un vajadzīgie empīriskie dati.

Ražošanas apstākļos konkrētai cirsmai sagatavotajā tehnoloģiskajā kartē nemēdz dot detalizētu operācijas izklāstu attiecībā uz tām norises sastāvdaļām, kuru izpilde neatšķiras no tipveida gadījumiem, jo par tiem koku gāšanas darba izpildītājam jābūt pietiekamām zināšanām atbilstoši savas profesijas aprakstam. Norādījumus attiecībā uz operācijas norisi dod vienīgi par kādiem tikai konkrētajai cirsmai raksturīgajiem apstākļiem, kas varētu ietekmēt koku gāšanas izpildi, piemēram, elektroenerģijas pārvades līnijas novietojumu ļoti tuvu cirsmi.

### 3.1.7. Koku gāšanas operācijas rezultātu vērtēšana

Mežizstrādes operāciju izpildes rezultātu vērtēšanas mērķis ir iegūt drošu pamatu pastāvīgai pozitīvas attīstības nodrošināšanai. Vērtēšanā iegūtie rezultāti ļauj spriest par dažādu prasību izpildes pilnīgumu un tā izmaiņām laika gaitā, norāda uz nepieciešamību analizēt cēloņus un meklēt to novēršanas iespējas tajos vērtēšanas aspektos, kuros rezultāti neatbilst kādiem iepriekš izvirzītiem kritērijiem vai izrāda izteiktu tendenci pasliktināties.

Ražošanā darba rezultātu raksturošanai visbiežāk lieto **darba ražīgumu**. Darba ražīgumu dienā koku gāšanā, līdzīgi kā tas ir, izpildot citas periodiska rakstura operācijas, aprēķina kā pilnā darba dienā iespējamā periodu (nogāzto koku) skaita reizinājumu ar vienā periodā apstrādājamo darba objekta apmēru (vidējo viena koka tilpumu) attiecībā uz vienu šajā operācijā iesaistīto darba izpildītāju (sk. 3.1. un 3.2. formulu).

(3.1.)

$$R_i = \frac{N_p q}{n_i}$$

$R_i$  – darba ražīgums dienā i-tajā operācijā uz 1 cilvēku, izteikts produkcijas vienībās;  
 $N_p$  – darba periodu skaits dienā i-tajā operācijā;  
 $q$  – saražoto (apstrādāto, pārvietoto u.tml.) vienību apjoms i-tajā operācijā vienā darba periodā;  
 $n_i$  – darba veicēju skaits i-tajā operācijā;  
 $T_m$  – maiņas ilgums;  
 $k_{izm}$  – laika izmantošanas koeficients;  
 $t_p$  – viena darba perioda ilgums.

(3.2.)

$$N_p = \frac{T_m k_{izm}}{t_p}$$

Jāņem vērā, ka daļu no darba laika izlieto dažāda veida sagatavošanas un nobeiguma darbiem, darba veicēju fizioloģiskajām vajadzībām un īsiem atpūtas brīžiem, kas nepieciešami darba tempa saglabāšanai pienācīgajā līmenī, kā arī citiem iespējamiem darba laika izlietojumiem.

Mežizstrādē kā **ekoloģiska rakstura rādītāji** pārsvarā tiek vērtēti koku stumbru un sakņu bojājumi, dziļas meža mašīnu sliedes, kukaiņu, putnu un dzīvnieku netraucētas pastāvēšanas apdraudējumi u.tml. Arvien biežāk nākas ņemt vērā iespējamo vides piesārņojumu ar materiāliem un vielām, kas var pasliktināt ekoloģisko saskaņotību starp dažādām dzīvās dabas formām un ietekmēt dabisko attīstības norisi. Tā var būt degvielas, smērvielu vai kādu citu tehnisku šķīdumu nonāksana augsnē un ūdens aprītē, pielūžņojumi ar plastmasas, gumijas, metāla un citu mākslīgi veidotu izstrādājumu atliekām. Lielāku vai mazāku ietekmi uz apkārtējo vidi parasti atstāj mežizstrādes radītās izmaiņas augu valsts sastāvā, arī mašīnu un cilvēku klātbūtne, dabiskai meža videi neraksturīgi trokšņi.

No **sociālā** viedokļa parasti lieto rādītājus nelaiemes gadījumu biežuma un smaguma raksturošanai. Nemehanizētā un maz mehanizētā koku gāšanā ir grūti izvairīties no tādu situāciju izveidošanās, kurās iespējami smagi un pat letāli negadījumi.

No **tehnoloģiskā** viedokļa koku gāšanu raksturojošos rādītājus var iedalīt divās apakšgrupās: no visas cirsmas izstrādes tehnoloģiskā plānojuma atkarīgie rādītāji un ar katra atsevišķa koka nogāšanas tehnoloģiju saistītie rādītāji. No tehnoloģiskā viedokļa ir svarīgi analizēt, meklēt cēloņus un iespējamus paņēmienus uzlabojumiem visos tajos gadījumos, kuros ir pasliktinājusies koku gāšanas operācijas izpildes kvalitāte.

### 3.1.8. Koku gāšanas operācijas problēmas un iespējamā attīstība

Kopumā tieši uz koku gāšanas norisi attiecināmās problēmas saistās ar trīs veidu riskiem:

- atstājamo koku bojājumi;
- izvēlētajiem darba līdzekļiem nepiemēroti koki;
- bīstamība.

Atstājamo koku bojājumi biežāk gadās koku gāšanā ar motorzāģiem. Lietojot koku gāšanai paredzētas mašīnas, bojājumu iespējamība ir atkarīga no attiecīgās mašīnas konstruktīvās piemērotības darbam tādā veidā, ka gāzamā koka stumbru var satvert tik cieši, lai gāšanas griezumu izpildes brīdī tas nesasvērtos, pēc tam precīzi novirzīt koka gāšanas tā, lai izvairītos no atstājamo koku bojājumiem, vai pēc atdalīšanas no celma spēt noturēt stumbru vertikālā stāvoklī līdz pat novietošanas brīdim tehnoloģiskajam plānojumam atbilstošajā vietā. Tehniski tā ir grūti izpildāma prasība, jo no vides aizsardzības viedokļa parasti nav vēlama mašīnas novietošanās tuvu gāzamajam kokam tādā cirtes veidā, kur lielāko daļu koku paredzēts atstāt turpmākai augšanai. Pašlaik koku gāšanai lietojamās mašīnas pēc savām tehnoloģiskajām iespējām ievērojami atpaliek no prasību izpildes vēlamā līmeņa.

Sprīžot par gāzamo koku piemērotību noteiktam darba līdzekļu veidam, pirmām kārtām tiek vērtēti koku resnuma izmēri. Kaut praktiski dažreiz grūti izpildāma, tomēr teorētiski pilnīgi iespējama ir jebkura resnuma koka nozāģēšana ar rokas motorzāģi. Parasti daudz lielāki ierobežojumi un problēmas ar stumbra caurmēra ziņā nepiemērotu koku pārāk lielu skaitu mežizstrādei paredzētajā audzē iespējami koku gāšanā ar mašīnām. Lielā mērā to ietekmē griezējinstrumenta tips. No šāda viedokļa lielākie ierobežojumi ir nažveida griezņu lietošanas gadījumos. Pēc koka piemērotības nogāšanai paredzētajā virzienā neapšaubāmi vairāk problemātisku koku ir gāšanā ar rokas

motorzāģi, reizē izraisot biežākus atstājamo koku bojājumus un darba drošības apdraudējumus. Strādājot ar mašīnām, tāda veida problēmas praktiski nepastāv.

Domājot par turpmāko koku gāšanas operācijas attīstību un ņemot vērā tikko iepriekš aplūkoto problēmu iespējamību, ir atzīmējami trīs virzieni:

- mašinizētas koku gāšanas turpmāka attīstība;
- jauni tehniski un tehnoloģiski paņēmieni;
- bīstamības samazināšana darbā ar rokas motorzāģiem.

Mašinizētas koku gāšanas attīstība ir sākusies iepriekšējā gadsimta vidū, turpinās pašlaik un varētu turpināties tik ilgi, kamēr vien turpināsies pēc pašreizējiem principiem globālā mērogā notiekošā cilvēku sabiedrības saimnieciskā darbība. Kamēr pastāvēs pašlaik pasaulē plaši izplatītie kokmateriālu tālākās izmantošanas veidi un tajos dominējošie tehnoloģiskie paņēmieni, kas nosaka koksnes izejvielām izvīzāmās prasības, ir grūti iedomāties kardinālas, pilnīgi citāda veida tehnoloģiju prasības izmaiņas kokmateriālu sagatavošanā un piegādē. Tas, cik lielā mērā turpināsies mazmehānizētas tehnoloģijas attīstība, izmantojot rokas motorzāģus un paliginstrumentus, vairāk saistīsies ar veiksmēm vai neveiksmēm mašinizētas tehnoloģijas pilnveidošanā. Straujāka mašīnu ieviešana visā meža darbu kompleksā reizē izraisīs straujāku atteikšanos no rokas motorinstrumentu lietošanas.

## 3.2. Kokmateriālu atzarošanas operācijas tehnoloģija

Pirms nedaudz vairāk kā 50 gadiem kokmateriālu atbrīvošanu no zaru ārējām daļām mēdza saukt par zaru vai koka nodarināšanu, bet mūsdienās tāds apzīmējums sastopams tikai skaidrojošās valodniecības vārdnīcās. Pēdējā pusgadsimta laikā ir ieviesies termins **atzarošana**. Var uzskatīt, ka būtu pamatoti to saglabāt arī turpmāk, jo līdzīgus apzīmējumus attiecībā uz kokmateriālu sagatavošanā veicamo darba operāciju lieto arī angļu (*delimiting*), vācu (*Entasten*) un zviedru (*kvistning*) valodā. Krievu valodā lieto *обрубка сучьев* vai *обрезка сучьев*. Gadījumos, kad varētu rasties pārpratumi, mežizstrādē veicamo darbu sajaucot ar mežaudžu kopšanas paņēmieni (augošu koku atzarošanu), ieteicams lietot nepārprotamāku apzīmējumu **kokmateriālu atzarošana**.

Mežizstrādē kokmateriālu atzarošanas **mērķis** ir iegūt stumbrus (vai isāka garuma kokmateriālus), kuriem zari atdalīti līdz ar sānu virsmu, tādējādi padarot tos piemērotākus pārvietošanas un apstrādes operācijām. Reizē ar to nav pieļaujama darba vietas apkārtnes pielūžņošana ar zariem, galotnēm, dažādām atlūzām u.tml.

### 3.2.1. Prasības atzarošanas operācijas tehnoloģijas kvalitātes nodrošināšanai

Galvenās vispārējās kokmateriālu atzarošanas operācijas tehnoloģijas kvalitātes prasības ir šādas:

1. Atzarošanas laikā nedrīkst sabojāt stumbra koksni ar iezāģējumiem, iegriezumiem, izrāvuņiem u.tml.
2. Mizas noplēsumi pieļaujami tikai spēkā esošajos noteikumos norādītajā apmērā.
3. Zaru pamatņu augstums nedrīkst pārsniegt standartos vai citos spēkā esošos noteikumos norādītos skaitliskos lielumus.
4. Nogrīztie zari savācami vai atstājami cirsnā kā organisko vielu papildinājums, precīzi ievērojot cirsmas izstrādes tehnoloģisko dokumentu norādījumus; ar zariem nedrīkst pielūžņot cirsmā blakus esošo teritoriju un ūdens noteces vietas.
5. Izvēlētie atzarošanas līdzekļi, to lietošana un atzarojamie kokmateriāli nedrīkst apdraudēt darba veicēju vai citu personu veselību un dzīvību.

Norādījumi minēto prasību pirmajos divos punktos attiecas tieši uz atzarojamā kokmateriāla koksnes kvalitāti, atzarošanas operācijas izpildes laikā radot mehāniskus koksnes un mizas bojājumus. Katram no ražošanā lietotajiem atzarošanas paņēmieniem bojājuma veidi ir atšķirīgi. Atzarošanā ar motorzāģi nav iespējams iecirtums un atzarošanā ar nažveida griežņiem nevar gadīties iezāģējums. Mizas noplēsumi var izraisīt koksnes iežušanu un plaisāšanu, būt par iemeslu rupjām kļūdām kokmateriālu izmēru noteikšanā, kas tālāk noved pie nelabojama brāķa kokmateriālu sagarumošanā. Prasība par pielūžņojumiem vērsta uz apkārtējās vides aizsardzību, galvenokārt uz pastāvošās ūdens noteces sistēmas netraucētu darbību.

Pēdējā no minētajām tehnoloģijas kvalitāti nosakošajām prasībām paredzēta tādu darba norises apstākļu nodrošināšanai, kuros līdz iespējamam minimumam būtu samazināts negadījumu skaits. Lai gan atzarošanā pat ar rokas darba rīkiem vai motorinstrumentiem parasti nemēdz būt smagi un letāli negadījumi, toties vieglāku negadījumu iespēja ir daudz lielāka, nekā tas ir citās kokmateriālu sagatavošanas operācijās. Atzarošanā ar mašīnām negadījumiem par iemeslu nemēdz būt tieši šīs operācijas tehnoloģiskā specifika, bet tie ir līdzīgi kā cita veida darbmašīnu uzturēšanā darba kārtībā.

### 3.2.2. Operācijas tehnoloģiskā struktūra

Atzarošanā operācijas tehnoloģiskā struktūra atbilst atsevišķiem operācijas mērķa sasniegšanai paredzētajiem uzdevumiem. Atbilstoši atzarošanas mērķim kārtējam atzarošanai paredzētajam kokmateriālam ir jābūt tā pieejamam, lai ar attiecīgajiem griezējinstrumentiem zarus nogrieztu un novietotu cirsmas tehnoloģiskajam plānojumam atbilstošā vietā un tālākajai izmantošanai paredzētā veidā. Visvairāk operācijas struktūra atšķiras starp gadījumiem, kad atzarošanu izdara ar rokas darba rīkiem vai motorinstrumentiem, salīdzinājumā ar atzarošanu ar mašīnām.

#### 3.2.2.1. Operācijas struktūra atzarošanā ar rokas motorzāģi

Operācijas tehnoloģiskā struktūra kokmateriālu atzarošanā ar rokas motorzāģi ir šāda:

1. sagatavošanās kārtējā kokmateriāla atzarošanai;
2. zaru nogriešana;
3. zaru savākšana;
4. pārvietošanās pie cita atzarošanai paredzēta kokmateriāla.

Pirmajā no minētajām operācijas sastāvdaļām atzarotājs novērtē atzarojamo kokmateriālu kā no piemērotāko tehnoloģisko paņēmieni, tā personiskās drošības viedokļa darba izpildes laikā. Ja atzarojamais kokmateriāls, kas visbiežāk ir pilna garuma stumbrs ar visiem zariem, guļ tieši uz zemes, jo pret zemi pavērstajā pusē nav pietiekami daudz izturīgu zaru stumbra smaguma spēka noturēšanai, turklāt šis stumbrs nebalstās uz kādiem citiem kokmateriāliem, atzarošanā ar motorzāģi jāreķinās ar darbu neērtā pozā. Daudz ērtāks atzarojamā stumbra augstums ir gadījumā, kad tas balstās uz pietiekami gariem, pret zemi vērstiem zariem. Šādā gadījumā atzarotājam jāprot labi novērtēt, cik šis atbalsts ir stingrs un cik droši varēs strādāt stumbra augšpusē un abu sānu atzarošanā. Tieši šādu stumbru atzarošanā pastāv lielākā iespēja, ka pēkšņi zaru atbalsts zaudē stingrumu, stumbrs, pagriežoties ap savu garenasi, gāžas sāniski un var ļoti bīstami savainot un ar savu smagumu piespiest zemei atzarotāja ķermeņa apakšdaļu. Visērtāk un visdrošāk ar motorzāģi ir atzarot stumbrus, kas stingri balstās uz citiem kokmateriāliem darbam piemērotā augstumā no zemes. Dažreiz atzarojumā stumbra pietiekamu stabilitāti var panākt tikai ar kādiem papildu nostiprināšanas paņēmieniem. To darot, strauji palielinās darba laika izlietojums, tāpēc ražošanā var novērot, ka šaubīgos apstākļos atzarotājs biežāk izšķiras par risku, nekā par stumbra papildu nostiprināšanu.

Laika izlietojums zaru nogriešanai mainās atkarībā no zaru skaita, resnuma un garuma dažādās stumbra vietās, kā arī no iespējas droši piekļūt zariem pret zemi vērstajā stumbra daļā. Ja šos zarus droši un ērti ir nozāģēt tikai pēc stumbra pagriešanas ap tā garenasi, kopējais otrajā no minētajām operācijas sastāvdaļām patērētais laiks ievērojami palielinās.

Atzarošanā ar motorzāģi fiziski smags darbs ir zaru savākšana un novietošana plānotajai tehnoloģijai atbilstošā vietā. Ja meža mašīnu pārgājības apstākļi cirmā ir tādi, ka mežizstrādes atliekas ir jāizmanto kokmateriālu pievešanas ceļa nostiprināšanai, reizē tiek izslēgta iespējamība, ka zarus varētu izkļiedēt cirsmas teritorijā, lai izmantotu kā organisko vielu papildinājumu augsnei, vai arī savākt kaudzēs (citreiz vālos) turpmākai nogādāšanai kā izejvielas enerģijas ieguvei, dažreiz arī cita veida pārstrādei.

Pārvietošanās attālums un ilgums, lai operācijas izpildi atsāktu jau pie cita stumbra, ir atkarīgs no cirsmas apstākļiem, slejas izstrādes tehnoloģiskā plānojuma un darba organizācijas.

#### 3.2.2.2. Operācijas struktūra, strādājot ar mobilu atzarošanas mašīnu

Kā atzarošanas operācijas struktūras paraugs tālāk dots iedalījums sastāvdaļās, ja strādā ar speciālu mobilu atzarošanas mašīnu. Mašīnas tehnoloģiskais aprīkojums ir montēts uz horizontālā plaknē grozāmas un vertikālā plaknē dažādos leņķos sasveramas fermas, kas sastāv no savstarpēji fermas garenass virzienā, turp-atpakaļ kustībā pārvietojamām daļām. Tehnoloģiskajā aprīkojumā ir vairāki skavu komplekti atzarojamā stumbra satveršanai un noturēšanai, liekti, stumbru pa tā

šķersgriezuma perimetru aptveroši nažveida asmeņi zaru nogriešanai, griezējinstrumentis galotnes nogriešanai. Strādājot ar šādas konstrukcijas mašīnu, atzarošanas operāciju var iedalīt šādi:

1. atzarojamā stumbra satveršana;
2. zaru un stumbra galotnes nogriešana;
3. atzarotā stumbra novietošana;
4. nogriezto zaru pārvietošana;
5. mašīnas pārvietošanās uz citu stāvvietu.

Aprakstītā tipa atzarošanas mašīna var strādāt, gan pārvietojoties pie atsevišķiem neatzarotiem stumbriem vai stumbra saiņiem cirsma teritorijā, gan atrodoties uz treilēšanas ceļa un pa to pakāpeniski pārvietojoties no viena ceļam blakus novietota neatzarotu stumbra saiņa pie cita, vai arī atzarot jau līdz augšgala krautuvei pietreilētus neatzarotus stumbrus.

Jebkurā no minētajiem gadījumiem atzarošanas mašīnai ir jāatrodas tik tuvu vēl neatzarotajiem stumbriem, lai, manipulējot ar tās fermu un satveršanas skavām, atzarojamo stumbra varētu satvert un nostiprināt tajā stāvoklī, ka stubrs ar attiecīgajām tā un arī zaru nogriešanas ierīču kustībām tiktu atzarots līdz galotnes nogriešanas vietai. Reizē atzarošanas mašīnas operators novērtē fermas stāvokli attiecībā pret apkārtējo situāciju un vajadzības gadījumā pagriež horizontālā plaknē uz vienu vai otru pusi tā, lai pēc zaru nogriešanas tie būtu novietojušies iespējami piemērotāk paredzētajai tālākajai rīcībai – visbiežāk, novietošanai kaudzē vai uz treilēšanas ceļa. Fermu pagriežot, ņem vērā arī to, lai atzaroto stumbra ātri un ērti varētu novietot tehnoloģiskajā plānojumā paredzētajā vietā.

No šī brīža sākas nākamā sastāvdaļa atzarošanas operācijā. Mūsdienās šāda tipa atzarošanas mašīnu ferma nemēdz būt tik gara, lai zaru nogriešanu visā stumbra garumā izdarītu vienā paņēmienā. Atkarībā no stumbra garuma tiek izdarīti divi, trīs vai pat vairāki paņēmieni. Ja ir nepieciešamība, fermu horizontālā plaknē pagroza arī zaru nogriešanas brīdī. Dažreiz stumbra galotni novieto atsevišķi no nogrieztajiem zariem, pirms galotnes nogriešanas fermu pagriežot vajadzīgajā virzienā. Atzaroto un no tievās galotnes daļas atbrīvoto stumbra novieto krautnē. Ja atzarošana notiek, mašīnai pārvietojoties pa cirsma pie atsevišķiem stumbriem, vienā stāvvietā tiek apstrādāti visi aizsniedzamie, un pēc atzarošanas tos novieto sainī, kura garenasi orientē atbilstoši šajā cirsma vietā paredzētajam treilēšanas virzienam. Tādējādi mašīna strādā vairāku operāciju režīmā, jo izdara kā stumbra atzarošanu, tā saiņošanu. Strādājot cirmā pie jau sagatavotiem neatzarotu stumbra saiņiem, arī atzarotos stumbrus saliek sainī, bet tad darba režīmu nav pamata uzskatīt kā attiecināmu uz vairākām operācijām, jo sākotnēji sainis jau ir ticis sagatavots ar mašīnu koku gāšanai un saiņošanai. Strādājot augšgala krautuvē, atzarotos stumbrus novieto krautnē. Fermas konstrukcija un pagriešanas iespējas ļauj krautuvē izveidot lielu izmēru krautnes, arī augstuma virzienā.

Nogriezto zaru daudzums palielinās ātri, tāpēc vai nu pēc katra stumbra, vai vairāku stumbra atzarošanas ir nepieciešams paveikt vēl vienu operācijas sastāvdaļu – nogriezto zaru pārvietošanu. Nelielu daudzumu pārvieto, zarus satverot ar tām pašām skavām, ar kurām parasti satver stumbrus, un, pagriežot fermu vai dažreiz arī papildus vēl nedaudz pārvietojoties ar visu mašīnu, zarus noliek kaudzē vai uz treilēšanas ceļa. Lielākas kaudzes veido, zarus pārstumjot ar buldozera lāpstu, kas ir atzarošanas mašīnas tehnoloģiskajā aprīkojumā. Citreiz zarus pārstumj treilēšanas traktors. Analizējot darba laika patēriņu atzarošanas operācijā, zaru pārstumšanas laiks (ja tāda darbība tiek veikta) vienmēr jāņem vērā. Ja to dara atzarošanas mašīna, samazinās šīs mašīnas ražīgums. Zaru stumšanai izmantojot treilēšanas traktoru, samazinās ražīgums treilēšanā.

Atzarošanas mašīnai pa atsevišķām stāvvietām vairāk jāpārvietojas, ja tā strādā visā cirsma teritorijā un jau iepriekš aprakstītajā veidā, atzarot atsevišķi novietotus stumbrus, tos saliek pa saiņiem vai arī strādā pie jau sagatavotiem neatzarotu stumbra saiņiem, kuri var būt visā cirsma teritorijā vai pie treilēšanas ceļa. Bez pilnīgas pārvietošanās pa stāvvietām mašīna nestrādā arī augšgala krautuvē, jo parasti visi no cirsma pietreilējamie stubri pēc atzarošanas nav saliekami vienā krautnē, mašīnai visu laiku atrodoties vienā un tajā pašā stāvvietā.

### 3.2.2.3. Operācijas struktūra, strādājot ar vairākoperāciju mašīnu

Stumbrus atzarot ar vairākoperāciju mašīnām, kuras gan atzaro, gan sagarumo, abas operācijas tiek izdarītas vienlaicīgi, tāpēc analīzi pa sastāvdaļām atsevišķi katrai no tām var izdarīt tikai tādiem darba režīmiem, kurus ražošanā parasti neizmanto, t.i., atsevišķi darbam atzarošanā un atsevišķi sagarumošanai. Sprotams, ka laika sprīdī, kamēr stubrs visā garumā tiek izvīzīts caur atzarošanas un sagarumošanas tehnoloģisko mezglu, ir izdarīti arī visi stumbra mērījumi, sagarumošanas griezumi un zaru nogriešana, tādējādi ievērojami samazinot kopējo laika patēriņu tiem pašiem šo operāciju elementiem, ja summētu šo elementu izpildes ilgumu tajos darba režīmos,

kuros katru no abām operācijām izpilda pilnīgi atsevišķi. Tajā pašā laikā atšķirība nav tieši divkārtšā lielumā, kā varētu domāt, ļoti vienkāršoti pieejot iespējamās norises analīzei. Izdarot atsevišķi tikai atzarošanu, tehnoloģiskajam mezglam nav nepieciešams apstāties sagarumošanas vietās un izdarīt griezumus. Pēc tam, atsevišķi veicot sagarumošanu, nav iespējams, ka vajadzētu tērēt laiku grūtāk atzarojamās stumbra vietās, kur to nākas dažreiz pat vairākkārtīgi pārvirzīt uz priekšu un atpakaļ. Ir sagaidāms, ka parasti abu operāciju vienlaicīgas izpildes gadījumā laiks to abu operāciju elementu izpildei, kuri jāveic pilnā stumbra garumā, būs lielāks nekā puse no summārā laika, ja abas operācijas izpildītu atsevišķi. Ikdienas ražošanas vajadzībām tik detalizēta operāciju izpildes analīze parasti nav nepieciešama, bet tāda var būt vajadzīga tehnisko un tehnoloģisko uzlabojumu pamatošanai paredzētā zinātniskajā pētniecībā.

Līdzīgi iepriekš aprakstītajam par atzarošanas operācijas tehnoloģisko struktūru var spriest jebkura cita konkrēta atzarošanas veida analīzē. Pasaules mērogā ir zināma gan pilna garuma stumbru atzarošana, tos caur atzarošanas mezglu izvelkot ar kokmateriālu iekrāvēja izlīci, gan rupjas atzarošanas ierīces, kad zarus pārsvarā aplauž, nevis nogriež, vai atdala no stumbra ar nodauzīšanas paņēmienu tieši šim nolūkam paredzētā tehniskā ierīcē, kur galvenā sastāvdaļa ir masīvs rotējošs cilindrs ar tā sānu virsmai stingri piestiprinātiem izturīgu metāla ķēžu nogriežņiem.

### 3.2.3. Kokmateriālu atzarošanas darba līdzekļi

Darba līdzekļu kopumam jābūt tādām, lai ar to palīdzību būtu izpildāmas operācijā paredzētās atsevišķās sastāvdaļas. Starp operācijas sastāvdaļām un darba līdzekļiem to izpildei pastāv cieša mijiedarbība, jo, mainoties lietojamiem darba līdzekļiem, rodas iespējas mainīt arī daļu no operācijas elementiem. Galvenā uzmanība atzarošanā tiek pievērsta tieši veidam, kā zarus atdala no stumbra virsmas, jo tas vistiešāk ietekmē kā atzarošanas kvalitāti, tā šajā operācijā sasniedzamo ražīgumu. Atbilstoši galvenajām atzarošanas operācijas sastāvdaļām lietojamās darba līdzekļus var iedalīt trīs grupās:

1. līdzekļi, lai stumbru sagatavotu atzarošanai;
2. līdzekļi zaru atdalīšanai no stumbra;
3. līdzekļi zaru aizvākšanai.

Atsevišķus līdzekļus stumbra sagatavošanai, lai to varētu atzarot, izmanto darbā ar rokas darba rīkiem un motorinstrumentiem. Mašinizētā atzarošanā tādi līdzekļi ir ietverti attiecīgās mašīnas tehnoloģiskajā aprīkojumā. Savukārt nemehanizētā un maz mehanizētā atzarošanā parasti nelieta nekādus darba līdzekļus zaru aizvākšanai no atzarošanas vietas un novietošanai tur, kur to paredz cirsmas izstrādes tehnoloģiskā dokumentācija. Zarus savāc, nes un novieto attiecīgajā vietā ar rokām.

Pēc tehniskās attīstības līmeņa visus atzarošanā lietojamās darba līdzekļus iedala četrās grupās:

1. rokas darba rīki;
2. rokas motorinstrumenti;
3. palīgiekārtas;
4. mašīnas.

#### 3.2.3.1. Darba līdzekļi kokmateriālu nemehanizētai un mazmehanizētai atzarošanai

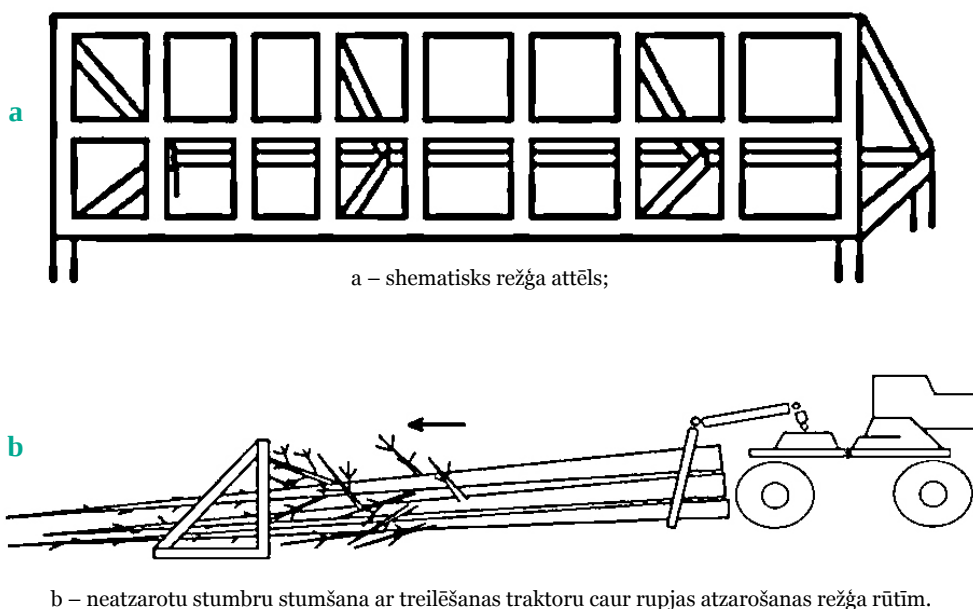
Vecākais darba rīks nemehanizētai stumbru vai īsāka garuma vēl neatzarotu kokmateriālu atzarošanai, tāpat kā tas ir bijis koku gāšanā, vēsturiskā nozīmē ir cirvis. Galvenā loma atzarošanā cirvim ir bijusi daudz ilgāk, nekā tas ir bijis koku gāšanā. Arī Latvijā visbiežāk lietotais darba rīks atzarošanai līdz iepriekšējā gadsimta 70. gadu vidum bija cirvis. Atšķirībā no skaldīšanai vai dažāda resnuma kokmateriālu ciršanai paredzētiem cirviem leņķis starp atzarošanas cirvja vaigiem ir ļoti šaurs, tādā veidā, un papildus vēl pateicoties arī asmens līnijas izliekumam, nodrošinot ļoti labu iegriešanos koksne.

Rokas motorzāģi savas attīstības pirmsākumos iepriekšējā gadsimta pirmajā pusē un arī vēl pirmajos gados pēc Otrā pasaules kara bija pārāk smagi un neērti, lai tos izmantotu atzarošanai. Tāpēc atzarošanas mehanizācijas līmeņa paaugstināšanai tika konstruēti speciāli zaru nogriešanai paredzēti motorinstrumenti. Lai gan tos sāka lietot arī ražošanā, ļoti plaši tie nespēja izplatīties. Ieviešot nelielu izmēru parocīgus rokas motorzāģus un tieši atzarošanai paredzētus tehnoloģiskos paņēmienu, atzarošanas mehanizācijas līmenis strauji paaugstinājās. Rokas motorzāģus atzarošanai izmanto arī mūsdienās. Motorzāģi prasmīgi lietojot, zaru nogriešana neprasa lielu enerģijas patēriņu, ir iegūstama augstāka atzarošanas kvalitāte nekā ar jebkuru citu pašlaik ražošanā lietotu paņēmienu. Atzarošanas ražīgums tomēr nav daudz augstāks kā atzarošanā ar cirvi, turklāt tā būtisku palielinājumu nevar panākt ar motorzāģa konstruktīviem pilnveidojumiem.

Ar iepriekš dotajā darba līdzekļu grupējumā minētajām palīgierīcēm šajā gadījumā ir apzīmētas vienkāršas konstrukcijas ierīces, kas piemērotas rupjai kokmateriālu atzarošanai ar mērķi nogāztu koku stumbriem atdalīt zaru vainagu tikai tādā mērā, ka bez cita veida īpašas sagatavošanas pilna garuma stumbrus būtu pieļaujams transportēt pa vispārējas lietošanas satiksmes ceļiem, izmantojot sērijveida transporta līdzekļus, kas paredzēti garu priekšmetu pārvadāšanai. Kokmateriālu rupjo atzarošanu ir lietderīgi izmantot tikai mežizstrādes tehnoloģiskā procesa variantos, kuros paredzēta pilna garuma stumbru izvešana. Vienkāršākais rupjas zaru atdalīšanas paņēmieni ir neatzartu stumbru izstumšana (vai izvilšana) ar traktoru caur stingri nostiprinātu troses cilpu vai speciālu režģi, kura rūtis ierāmētas ar asu šķautņņu plātnēm (sk. 3.3. attēlu).

## 3.3. attēls

## Stingri nostiprināts režģis stumbru rupjai atzarošanai



## 3.2.3.2. Darba līdzekļi kokmateriālu mašīnizētai atzarošanai

Mašīnizētai stumbru atzarošanai izmantojamu tehnoloģisko ierīču konstruēšanā pastāvīgi nākas vērtēt priekšlikumu atbilstību trijām prasībām:

- zaru nogriešanas kvalitāte;
- atzarošanas ātrums;
- konstrukcijas vienkāršība.

Zaru nogriešanas kvalitātei ir jābūt atbilstoši koksnes izejvielu sagatavošanas prasībās norādītajiem kritērijiem. No atzarošanas ātruma ir atkarīgs darba ražīgums un reizē ar to atzarošanas mašīnas izmantojuma lietderīgums. Konstrukcijas vienkāršība nodrošina ērtāku un ātrāku mašīnas uzturēšanu tehniskā kārtībā, parasti arī lētāku mašīnas izgatavošanu un vienlaikus sekmē mašīnas konkurētspējas paaugstināšanos attiecībā pret cita veida tehniskajiem un tehnoloģiskajiem risinājumiem stumbru atzarošanā. Uzskaitīto prasību izpilde nav viegli atrisināms uzdevums, jo pastāv ļoti liela atzarojamo stumbru daudzveidība pēc visai daudzām pazīmēm dažādās kombinācijās:

- koku suga;
- stumbru forma un izmēri;
- zaru skaits un izvietojums uz stumbra sānu virsmas;
- zaru caurmērs, ieaugšanas leņķis un koksnes cietība.

Mašīnizētas stumbru atzarošanas attīstībā ir nodalījušies vairāki virzieni. Tie galvenokārt attiecas uz to, vai ar mašīnu kokmateriālus atzarot stacionāros apstākļos vai pārvietojoties meža apstākļos, atzarošanu veikt kā atsevišķu operāciju vai to izdarīt kompleksā ar vienu vai vairākām citām operācijām mežizstrādes tehnoloģiskajā procesā. Attīstības gaitā pārsvaru lietošanas apjoma ziņā ir



ieguvušas mobilas vairākoperāciju mašīnas, un visbiežāk tie ir kokmateriālu sortimentu hārvesteri. Pavisam reti atzarošanu izdara stacionāros apstākļos. Dažādās iespējamās atzarošanas mašīnas var iedalīt šādi:

1. Pēc mašīnas darba vietas tehnoloģiskajā procesā:
  - pašgājējas (darbam cirmsmā, pirms kokmateriālu pirmējā transporta);
  - pārvietojamās (darbam augšgala krautuvē, pēc kokmateriālu pirmējā transporta);
  - stacionāras (darbam lejasgala krautuvē, pēc kokmateriālu izvešanas).
2. Pēc izdarāmo operāciju skaita:
  - vienoperācijas mašīnas;
  - vairākoperāciju mašīnas.
3. Pēc darbības rakstura:
  - nepārtrauktas darbības mašīnas;
  - periodiskas darbības mašīnas.
4. Pēc atzarošanas paņēmieni atkārtojumu skaita:
  - stumbra atzarošana visā garumā vienā paņēmienā;
  - stumbra atzarošana ar pakāpenisku tā pārvietošanu divos vai vairākos paņēmienos.
5. Pēc vienlaikus apstrādājamo stumbru skaita:
  - katru stumbru atzaro atsevišķi;
  - vienlaikus atzaro divus, vairākus vai lielākā sainī saliktus stumbrus.
6. Pēc uzvirzes rakstura:
  - stumbru uzvirza atzarošanas griezējinstrumentiem;
  - atzarošanas griezējinstrumentus uzvirza stumbram;
  - kombinētā uzvirzē atzarošanas griezējinstrumentus un stumbru vienu otram pretim pārvieto vienlaikus.
7. Pēc griezējinstrumentu veida:
  - stumbru pa perimetru aptveroši nažveida griežņi (parasti lieto ražošanā);
  - stumbru pa perimetru aprīņojošas, cilindriskas, ap savu garenasi rotējošas frēzes vai citādākas konstrukcijas (tiek piedāvātas izgudrojumu pieteikumus).

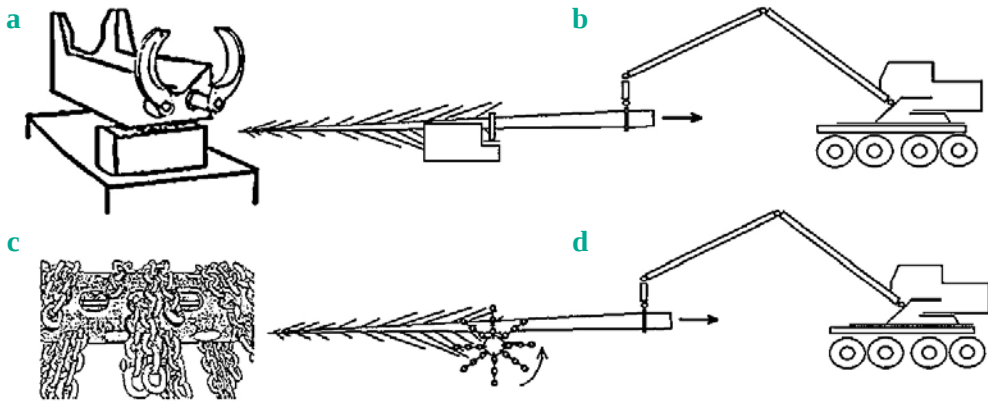
Kā labs piemērs kokmateriālu atzarošanai izmantojamai pašgājējai mašīnai noder jebkurš kokmateriālu sortimentu sagatavošanas hārvesters. Šī mašīna ir spējīga manevrēt cirmsmas apstākļos, ko var ierobežot vienīgi grunts nestspēja vai stabilitāti apdraudošs zemes virsmas slīpums. No kārtējās stāvvietas mašīna var apstrādāt jebkuru izlices snieguma attālumā augoša koka stumbru, kura caurmērs resgaļa griezumā nepārsniedz attiecīgajai hārvestera tehnoloģiskajai galvai maksimāli pieļaujamo lielumu. Savukārt pārvietojamās atzarošanas mašīnas tipam noteikti pieskaitāmas Amerikas kontinentā lietotās zaru nogriešanas ierīces, kurās neatzaroto stumbru caur atzarošanas griezējinstrumentiem izvelk ar kokmateriālu iekrāvēja izlici. Stumbru tehnoloģijas variantos izmantotajās atzarošanas mašīnās ražošanā parasti mēdz uzskatīt kā attiecināmas uz vienas operācijas mašīnu tipu. Teorētiski par to ir iespējams diskutēt, jo ar tehnoloģisko ierīču atbalsta fermu, kura parasti ir grozāma, aprīkotās mašīnas atzarotos stumbrus var gan sakraut, gan šķīrot pēc izmēriem un kvalitātes. Tādējādi būtu pareizāk par vienas operācijas mašīnām uzskatīt tikai tādas, ar kurām nav iespējamas uz sagarumošanu, šķīrošanu vai krautnēšanu attiecināmas darbības ar atzaroto stumbru. Spriežot šādā veidā, vienas operācijas mašīnu tipam var pieskaitīt tikko iepriekš minētās pārvietojamās atzarošanas iekārtas darbam augšgala krautuvē, kur stumbru uzvirzei (izvilksnāi caur atzarošanas nažiem) izmanto kokmateriālu iekrāvēja izlici. Lai ar šo paņēmieni vienlaicīgi atzarotu vairākus stumbrus, papildus izmanto ierīci zaru nodauzīšanai ar rotējošam cilindram piestiprinātiem ķēžu gabaliem (sk. 3.4. attēlu).

Visās ražošanā pašlaik sastopamajās atzarošanas mašīnās ir izmantots periodiskas darbības princips. Neatkarīgi no tā, vai mašīna vienlaikus var atzarot vienu, divus, vairākus stumbrus vai pat lielāku stumbru saini, atzarošanas darbības līdzīgā veidā notiek ar atkārtojumiem katrai jaunai atzarojamo stumbru porcijai. Nepārtrauktas atzarošanas gadījumā atzarojamie kokmateriāli zaru atdalīšanas mezglā nonāk viens pēc otra, tos ar pastāvīgi darbojošos ierīci pārvietojot stumbru garenass virzienā vai arī tai perpendikulāri. Tāda veida iekārtas jāuzstāda stacionāros apstākļos, un to izmantošana var būt lietderīga tikai ļoti liela darba apjoma gadījumā.

Atzarošanai tiek izmantotas gan tādas mašīnas, ar kurām zaru atdalīšana iespējama vienā nepārtrauktā paņēmienā visā stumbra garumā, gan tādas, kas darbojas pēc principa, ka zarus atdala pakāpeniski pa atsevišķām stumbra garuma daļām. Nepārtrauktais paņēmieni parasti nodrošina lielāku atzarošanas ātrumu. Toties to ir grūti risināt konstruktīvi, ja zaru nogriešanā paredzēta griežņu pārvietošana attiecībā pret nekustīgi novietotu stumbru. Izmantojot pakāpeniskus pār-

## 3.4. attēls

## Atzarošana, stumbrus pārvietojot ar kokmateriālu iekrāvēja izlici

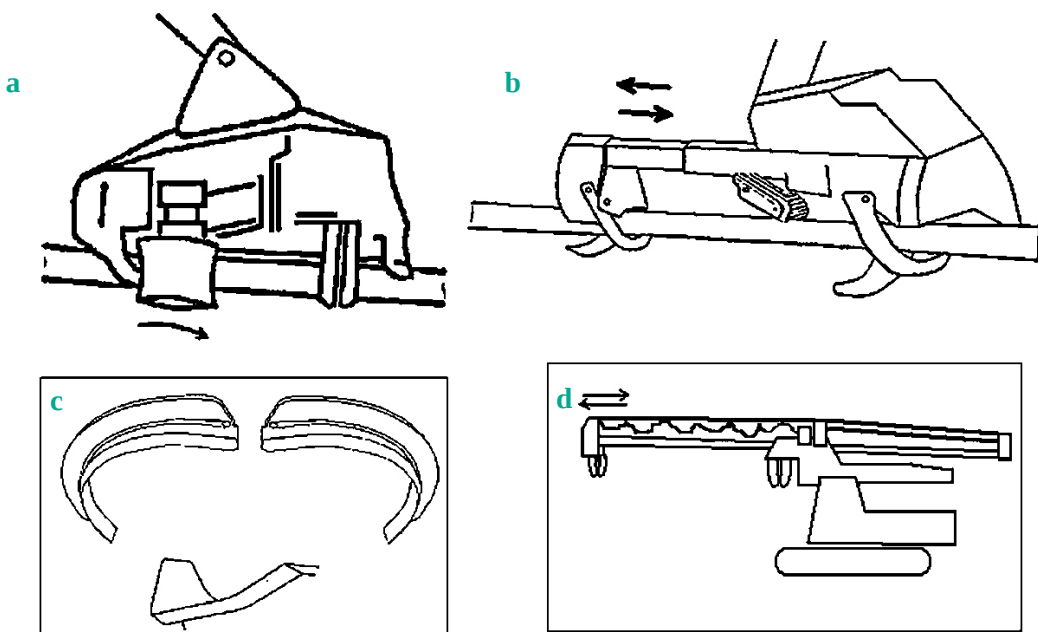


a – atzarošanas nažu bloks; b – stumbra vilkšana caur nažu bloku; c – metāla cilindrs ar ķēžu gabaliem; d – stumbra vilkšana (vai stumšana) caur zaru nodauzišanas ierīci.

vietojumus, var izgatavot īsāku fermu tehnoloģisko ierīču atbalstam. Pakāpeniska padeve notiek arī atzarošanā ar sortimentu hārvestera tehnoloģisko galvu, kas paredzēta tieši šāda veida padevei (sk. 3.5. attēlu). To lietojot, ievērojami samazinās stumbra koksnes bojājumi sānu virsmā, jo padeves ierīcē nav asu izciļņu. Kokmateriālu garumu iespējams uzmērīt precīzāk, jo nav detaļu, kas mērīšanas laikā varētu izslidēt. Zarus var nogriezt gludāk, jo atzarošanas brīdī stumbrs tiek cieši noturēts nemainīgā stāvoklī.

## 3.5. attēls

## Stumbra padeve atzarošanas mašīnās



a – nepārtraukta padeve ar veltniņiem; b – pakāpeniska padeve ar īsiem pārvietojumiem; d – pakāpeniska padeve ar gariem pārvietojumiem. Pozīcija c – atzarošanas nažu komplekts.

Ražošanā biežāk lieto mašīnas, kas katru stumbru atzaro atsevišķi. Dažreiz ar šīm pašām mašīnām vienlaikus atzaro arī divus vai pat vairākus stumbrus, ja tie ir nelielu izmēru un atzarošanas kvalitātes prasības nav stingras. Lielu saiņu atzarošanai stacionāros apstākļos lieto speciāli šim nolūkam konstruētas masīvas tvertnes formas ierīces, pēc izmēriem pieskaņotas stumbru garumam un saiņa šķērsriezuma laukumam. Tajās zarus no stumbra atdala, piespiežot tiem berzties pret griežņu asmeņiem, ap savu garenasi rotējošām cilindriskām frēzēm un arī vienam stumbram pret otru.

Dažādas atzarošanas mašīnu konstrukcijas attiecībā uz uzvirzes principu ir izstrādātas, cenšoties atrast labāko risinājumu, lai nodrošinātu zaru nogriešanu ar iespējami mazāku pielikto spēku un izlietojamo enerģiju. Stumbra kā masīva darba objekta iekustināšanai, pārvietošanai un apstādināšanai parasti nepieciešams ievērojami lielāks spēks nekā atzarošanas griezējinstrumentu pārvietošanai. Toties zarus vieglāk ir nogriezt, atzarojot kustībā esošu stumbru, jo pieliktā spēka iedarbību, asmenim saskaroties ar zara pamatni, palielina masīvā stumbra inerce. Lielāko efektu iegūst kombinētā abu iesaistīto objektu, stumbra un atzarošanas mezglā, pārvietojumā, jo palielinās gan atzarošanas ātrums, gan nažiem pieliktais spēks atzarošanas brīdī.

Lai gan ir grūti sasniedzama augsta zaru nogriešanas kvalitāte, tomēr stumbru pa perimetru aptverošus nažveida griežņus ražošanā lieto visbiežāk. Tāda tehnoloģiskā aprikojuma konstrukcija ir salīdzinoši vienkārša un viegli uzturama labā tehniskā stāvoklī.

### 3.2.4. Kokmateriālu atzarošanas vieta mežizstrādes tehnoloģiskajā procesā

Nogāzta koka vēl neatzarotais stumbrs fiziski nav saistīts ar noteiktu atrašanās vietu, tāpēc teorētiski atzarošana ir iespējama jebkurā mežizstrādes tehnoloģiskajā procesa vietā, ja vien par šķērslī nav kādi atbilstoši tehnoloģijas varianta izvēli ierobežojoši apstākļi. Tādējādi atzarošanas vieta var būt:

1. pie celma;
2. pie (uz) pievešanas ceļa;
3. augšgala krautuvē pie izvešanas ceļa;
4. lejasgala krautuvē.

Atzarošanas vieta „pie celma” jāsaprot tā, ka nogāzto koku stumbri tiek atzaroti tajā pašā vietā, kur tie ir nonākuši pēc koku gāšanas. Vietas apzīmējums ir nepārprotams, ja kokus gāž ar rokas darba rīkiem vai rokas motorinstrumentiem, jo ar rokām pārvietot neatzarotus stumbrus nav iespējams. Tā kā mašinizētā gāšanā ražošanā izmanto tikai dažādu veidu vairākoperāciju mašīnas, par vēl neatzarotu stumbru novietojumu iespējams spriest vienīgi tajos gadījumos, kad lieto mašīnu koku gāšanai un saiņošanai. Šo divu operāciju mērķis ir iegūt kā rezultātu neatzaroto stumbru tādu novietojumu, lai tas pēc iespējas labāk nodrošinātu tehnoloģiskajā procesā paredzētās turpmākās operācijas izpildi. Teorētiski turpmākās operācijas izvēle ir iespējama tikai starp diviem lēmumiem: treilēt neatzarotus stumbrus vai tos atzarot saiņu sagatavošanas vietā. Par pirmo no minētajiem tālāk var nespriest, jo automātiski tiek izslēgta iespēja atzarot stumbrus „pie celma”. Ja ir pieņemts lēmums stumbrus atzarot pirms treilēšanas, tas var ierobežot jau neatzaroto stumbru saiņa novietojuma vietas izvēli, jo atzarošanai teorētiski var izmantot gan atzarošanas mašīnu, gan procesoru vai pat sortimentu hārvesteru, to lietojot darbam procesora režīmā. Tālāk neapskatot visus minētos variantus, ir skaidrs, ka atzarošanas vietas apzīmējums „pie celma” attiecībā uz sainī novietotiem neatzarotiem stumbriem pamatoti lietojams vienīgi tad, ja pēc atzarošanas izveidotajiem stumbru saiņiem cirsmas izstrādes tehnoloģiskajos norādījumos tiek atļauts piebraukt ar treilēšanas traktoru jebkurā cirsmas vietā.

Atzarošanas vietas „pie (uz) pievešanas ceļa” izvēli nosaka šādi apsvērumi:

- pievešanas ceļa vieta jāpastiprina ar mežizstrādes atliekām;
- nav pieļaujama kokmateriālu pirmējā transporta līdzekļu nobraukšana no pievešanas ceļa;
- pirmējā transportā paredzēta atzarotu kokmateriālu nogāde līdz augšgala krautuvei.

Galvenais lēmuma pieņemšanas pamatojums attiecībā uz pirmo no minētajiem apsvērumiem ir nepārprotams, jo ar šādu atzarošanas vietas izvēli tiek panākts, ka pievešanas ceļa pastiprināšanai vajadzīgie zari nav tālu jāpārvieto. Vēsturiski šīs atzarošanas vietas praktiska izmantošana ir pazīstama kopš pašiem kokmateriālu pirmējā transporta mehanizācijas pirmsākumiem. Var droši apgalvot, ka mūsdienās mežizstrādes tehnoloģiskais variants, kurā kokmateriālu atzarošana notiek „pie (uz) pievešanas ceļa” ir pats izplatītākais. Šādam variantam pieskaitāmi gandrīz visi gadījumi,

kad kokmateriālu sortimentu sagatavošana notiek ar hārvesteru. Neliela atšķirība novērojama vienīgi krājas kopšanas cirtēs tajās reizēs, kad – ar nolūku palielināt attālumu starp tehnoloģiskajiem koridoriem – hārvesters daļu no kopjamās audzes izstrādā, pārvietojoties pa papildu brauktuvēm slejas daļā starp koridoriem, šim nolūkam izmantojot brīvās vietas starp augšanai atstājamiem kokiem un braukšanas vietu īpaši nesagatavojot. Atzarošana „pie (uz) pievešanas ceļa” uzskatāma par pamata variantu, kokmateriālu sortimentu sagatavošanai izmantojot procesoru.

Augšgala krautuvē pie izvešanas ceļa kokmateriālus izvēlas atzarot mašinizētos stumbru tehnoloģijas variantos ar mērķi sasniegt atzarošanas operācijā augstāku darba ražīgumu. Dažreiz par papildu ieguvumu uzskata arī zaru vainaga daļu uzkrāšanos vienā vietā, kur iespējams augstāks ražīgums to sasmalcināšanā vai arī transports līdz kādai stacionārai mežizstrādes atlieku tālākas pārstrādes vietai ir vieglāk organizējams. Parasti ir jāizdara rūpīgi apsvērumi, lai noskaidrotu, vai šāda mežizstrādes tehnoloģijas varianta ieviešana kopumā var dot pietiekami daudz vērā ņemamu ieguvumu. Pirmkārt, ir jānoskaidro, kā mainīsies kokmateriālu treilēšanas izmaksas, jo ražīgums neatzartu stumbru treilēšanā sagaidāms mazāks, nekā tas būtu, ja tajos pašos apstākļos treilētu atzartus stumbrus. Otrkārt, ir jāpārlicinās, vai atšķirību lielums starp atzarošanas mašīnas ražīgumu cirsma un augšgala krautuvē ir būtisks, jo augšgala krautuvē iespējams lielāks laika izlietojums nogrieztu zaru aizvākšanai vismaz tādā attālumā, lai tie netraucētu turpināt darbu pie vēl neatzartajiem stumbriem. Treškārt, augšgala krautuvē tālākai izmantošanai pieejamo mežizstrādes atlieku daudzums vienmēr ir ievērojami mazāks nekā tas, ko var iegūt cirsma tieši koka gāšanas vietā. Treilējot neatzartus stumbrus, cirsma paliek koku gāšanas brīdī nolūzušie zari un galotnes, vēl daudzas citas no šīm vainaga daļām nolūst treilēšanas laikā. Daļa no atliekām var kļūt nepiemērotas tālākai izmantošanai, jo treilēšanas laikā tās ir notraipītas, saskaroties ar smiltīm, dubļiem u. tml. Neapšaubāmi, minētās atzarošanas vietas izvēles lietderību nav vajadzības apsvērt visos tajos gadījumos, kad mežizstrādes atliekas ir nepieciešamas treilēšanas ceļa nostiprināšanai.

Ražošanā reti var nākties apsvērt atzarošanas vietas lietderību stacionāros apstākļos lejasgala krautuvē. Pirmkārt, šādu gadījumu iespējamību ierobežo tikko iepriekš minētais par mežizstrādes atlieku izmantošanas nepieciešamību kokmateriālu pirmējā transporta ceļu nostiprināšanai. Otrkārt, arī tad, ja mežizstrādes atliekas tālākai izmantošanai ir pieejamas, mūsdienās ražošanā ir ieviesti daudzi tehnoloģiski risinājumi tam, kā šīs atliekas racionāli ievirzīt tālākas izmantošanas procesos, izvairoties no šķietami vienkāršā, bet patiesībā no daudziem viedokļiem ļoti grūti risināmā neatzartu stumbru izvešanas priekšlikuma īstenošanas. Var apgalvot – kokmateriālu atzarošana stacionāros apstākļos ir apsverama tikai kompleksā ar neatzartu stumbru izvešanas tehnoloģijas īstenošanas lietderības novērtējumu no dažādiem viedokļiem atbilstoši visiem paredzamos rezultātus ietekmējošiem faktoriem.

### 3.2.5. Priekšnoteikumi sekmīgai atzarošanas operācijas izpildei

Galvenās to apstākļu grupas, kas ietekmē mežizstrādes tehnoloģiskā procesa operāciju izpildi, ir līdzīgas, tāpēc arī atzarošanas operācijas sekmīgu norisi un pieņemamus rezultātus nodrošinošu līmeni var sasniegt, ja šī operācija notiek piemērotos dabas apstākļos, ar pieejamajiem darba līdzekļiem labā tehniskā stāvoklī ir īstenojamas tehnoloģiskās prasības, un tas iespējams, pateicoties ar darba veicējiem saistīto faktoru pozitīvai ietekmei. Tālāk secīgi apskatīta katra no minētajām apstākļu grupām.

#### 3.2.5.1. Dabas apstākļu ietekme uz atzarošanas norisi

Pie tiem dabas apstākļiem, kas ir ciešāk saistīti ar kokmateriālu atzarošanas izpildes iespējām, ir jāmin meteoroloģiskie apstākļi, reljefs un grunts apstākļi, kā arī atzarojamo kokmateriālu raksturojums no atzarošanas viedokļa. Meteoroloģiskie apstākļi atzarošanu var ietekmēt mazāk nekā koku gāšanu, un tas galvenokārt ir jāattiecinā uz darbu ar rokas darba rīkiem vai motorinstrumentiem. Ja atzarošana ir mašinizēta, meteoroloģisko apstākļu ietekme ir vēl daudz mazāka, un it sevišķi tas izpaužas, ja atzarošanu veic stacionāros apstākļos lejasgala krautuvē. Meža apstākļos vējš, nokrišņi un gaisa temperatūra atzarošanu neietekmē tieši ar iedarbību uz atzarojamiem kokmateriāliem, bet ar to aprādētības pakāpi, kas ne tikai darbu, bet arī vienkārši cilvēka atrašanos mežā var padarīt bīstamu. Arī Latvijā liela vēja, negaisa vai stipra sala apstākļos nemechanizēts vai maz mehanizēts darbs var tikt ļoti apgrūtināts vai pat kļūt tik bīstams, ka ir pilnībā jāpārtrauc. Strādājot ar mašīnām, vēja, nokrišņu un temperatūras ietekme ir ievērojami mazāka, bet tādi gadījumi, kad darbs būtu pilnībā jāpārtrauc, tomēr nav izslēdzami.

Reljefs un grunts apstākļi atzarošanu var ietekmēt tikai tajos mežizstrādes tehnoloģiskā procesa variantos, kuros šo operāciju paredzēts veikt cirsma, turklāt to darīt ar kādu no atzarošanai izman-

tojamām mašīnām. Šo abu veidu faktori ir svarīgākie, lai pieņemtu lēmumu par meža mašīnu lietošanas iespējamību dotajos apstākļos. Kalnu apstākļos ir jāvērtē nogāzes slīpums, lai zinātu, vai atzarošanai paredzētā mašīna būs pietiekami stabila kā garenass virzienā, tā šķērsvirzienā. No grunts apstākļu viedokļa mašīnas nav lietojamas tādos apstākļos, kuros mašīnas pārgājības spēja ir mazāka nekā grunts nestspēja. Ja mašīnu paredzēts lietot darbam uz pievešanas ceļa, grunts apstākļu raksturojums mašīnas lietošanas iespējamību izslēgs tikai pie tik zema nestspējas lieluma, ka to nav iespējams pietiekami palielināt, ceļu nostiprinot ar mežizstrādes atliekām. Nemehanizētu un maz mehanizētu atzarošanu cirmā reljefs un grunts apstākļi ietekmē tikai atsevišķos gadījumos. Strādājot slīpumos kalnu apstākļos, reljefa negatīvā ietekme izpaužas jau ar to, ka cilvēkam ir grūtāk pārvietoties. Bez tam, ja slīpums ir lielāks, atzarojamo stumbru pirms darba uzsākšanas var nākties īpaši nostiprināt pret neparedzētu, bieži vien arī bīstamu izkustēšanos atzarošanas laikā. Latvijā mežizstrāde tādā slīpumā notiek ļoti reti, tāpēc reljefs nav uzskatāms par būtisku ietekmējošo faktoru, kokmateriālus atzarojot cirmā ar rokas motorzāģi. Grunts nestspējas ietekme uz atzarošanu ar motorzāģi vērtējama tikai pēc nepieciešamā darba ieguldījuma atšķirībām dažādos grunts nestspējas apstākļos. Jo grunts nestspēja ir mazāka, jo strādnieka pārvietošanās kā gar stumbru zaru nogriešanas laikā, tā zaru savākšanas un novietošanas laikā notiek lēnāk, ar lielāku piepūli, turklāt zemas grunts nestspējas apstākļos atšķirīgs var būt arī zaru pārvietošanas attālums, lai zarus novietotu uz pievešanas ceļa vajadzīgajās vietās, raugoties no ceļa nostiprināšanas prasību viedokļa.

Atzarojamo stumbru raksturojums ir pieskaitāms dabiskas izcelsmes apstākļiem, no kuriem ir atkarīgs zaru resnums, skaits, izvietojums uz stumbra, ieaugšanas leņķis, koksnes cietība, koka stumbra izmēri un forma, likumainība un citas īpašības, kas raksturo piemērotību atzarošanas sekmīgai norisei. Lielākā daļa uzskaitīto īpašību veido kādu kopumu, kas raksturīgs noteiktai koku sugai, un tajā pašā laikā daudzas no minētajām īpašībām katrai sugai var būt iespējamās ar to skaitliskajām vērtībām plašā intervālā. Atzarojamo stumbru īpašību ietekme uz atzarošanas operācijas rezultātiem ir cieši saistīta ar lietotajiem darba līdzekļiem. Atzarojot ar rokas darbarīkiem vai motorinstrumentiem noteiktas koku sugas stumbrus, rezultātus vairāk ietekmē darba veicēja prasme rīkoties ar attiecīgajiem darba līdzekļiem nekā katra atsevišķa atzarojamā stumbra īpašības. Starp atzarojamo stumbru raksturojošām īpašībām galvenā ietekme ir koku sugai, tāpēc, piemēram, egles stumbru atzarošanā vienmēr sagaidāms mazāks darba ražīgums, nekā tas mēdz būt, atzarojot citu sugu kokus. Atzarošanā ar rokas darbarīkiem vai motorinstrumentiem stumbra forma un izmēri, dažādas stumbriem sastopamas koksnes vainas nekad nav šķērslis pietiekami veiksmīgai darba norisei. Pavisam citādi tas ir atzarošanā ar mašīnām. Starp ražošanā lietotajām mašīnām nav nevienas, kas spētu atzarot jebkura resnuma stumbrus un nogriezt jebkura resnuma zarus, tāpēc dažreiz daļu no atzarojamiem stumbriem nākas atzarot ar rokas motorzāģi. Atzarošanas kvalitāti mašīnizētā atzarošanā ļoti ietekmē attiecīgās mašīnas griezējinstrumentu mezgla spēja pielāgoties gan stumbra šķērsriezuma formai, gan dažādām novirzēm no taisnas vai vienmērīgi liektas stumbra garenass līnijas, gan dažāda lieluma zaru leņķim attiecībā pret stumbra garenasi. Grūtības panākt vajadzīgo atbilstību ir par iemeslu nepieļaujami garām zaru pamatnēm attiecībā pret stumbra sānu virsmu, dažādiem iecirtumiem un izrāvumiem stumbra koksne, plašiem mizas noplēsumiem, kas radušies atzarošanā ar mašīnām. Tā kā katrai atzarošanas mašīnai ir noteikts atzarošanas griezējinstrumentu uzvirzes ātrums, ražīgumu var ietekmēt vienīgi atzarojamā stumbra tik liela nepiemērotība atzarošanai ar mašīnu, ka zarus atsevišķās stumbra vietās izdodas nogriezt tikai ar vairākiem uzvirzes virziena atkātojumiem turp—atpakaļ kustībā attiecībā pret stumbra garenasi. Praktiski konstants uzvirzes ātrums zaru nogriešanā neatkarīgi no zaru skaita ir par iemeslu tam, ka no ražīguma viedokļa mašīnizētā atzarošanai lielākās priekšrocības salīdzinājumā ar atzarošanu, lietojot motorzāģi, parādās darbā ar tādām koku sugām, kurām zaru ir vairāk, piemēram, kā tas ir eglei.

### 3.2.5.2. Tehnoloģisko un tehnisko apstākļu ietekme uz atzarošanas norisi

Parasti cirmas apstākļos ar motorzāģi nemēdz atzarot mašīnizēti nogāztus kokus. Visbiežāk atzarošanu ar motorzāģi izdara apaļo kokmateriālu sortimentu sagatavošanas operāciju kompleksā, cirmas tehnoloģisko plānojumu pieskaņojot sagatavoto kokmateriālu pievešanai ar forvarderu. Pareizi rīkojoties, nogāzto koku stumbri balstās uz jau iepriekš sagatavotiem kokmateriāliem, atrodas atzarošanai piemērotā augstumā, ir viegli pagriežami ap stumbra garenasi, lai piekļūtu apakšējo zaru nogriešanai. Nogrieztie zari lielākoties nokrīt uz pievešanas ceļa, nav daudz jāpārvieto. Lielāks darba ieguldījums atzarošanai un zaru savākšanai nepieciešams tikai nelielai daļai zaru, ja atsevišķu koku stumbrus gāšanas laikā nākas novirzīt nedaudz ieslīpi, ar galotni atstatāk no pievešanas ceļa klātnes. Atzarošanā ar mašīnām šīs operācijas sasaiste ar vispārējo tehnoloģisko prasību izpildi mainās atkarībā no atzarošanas vietas, izmantotās mašīnas raksturojuma un paredzētā zaru izmantošanas veida. Galvenokārt nākas saskarties ar iespēju tehnoloģiskās prasības izpildīt

attiecībā uz zaru savākšanu un novietošanu. Zaru nogriešanas kvalitāte, kas arī var ietekmēt citu mežizstrādes operāciju izpildi, piemēram, izvešanu vai apaļo kokmateriālu mizošanu, ir ļoti līdzīga visām tām mašīnām, kurām to izdara ar stumbru aptverošiem nažveida griežņiem. Ar šīm ierīcēm zarus parasti nenogriež tik līdzīgi un bez stumbra koksnes vai mizas bojājumiem, kā to var izdarīt ar motorzāģi. Tomēr rezultāts ir ievērojami labāks, salīdzinot ar rupjas atzarošanas iekārtām. Atzarojot ar kokmateriālu sortimentu sagatavošanas hārvesteru, zarus ļoti labi var savākt un novietot, ja vajag nostiprināt pievešanas ceļu vai no zariem veidojamas kaudzes, ko vēlāk paredzēts izmantot kā enerģijas ieguves izejvielu sākotnējo rezervi. Daļa zaru vajadzīgajā vietā tad nokrīt tūlīt pēc to nogriešanas, bet pārējos hārvesters turp pārvieto, kā satvērēju izmantojot atzarošanas nažus. Pārvietošanas attālums galvenokārt ir atkarīgs no hārvestera izlices snieguma. Attālumu var palielināt, attiecīgajā virzienā pārvietojoties arī pašam hārvesteram. Zaru pārvietošana paildzina katra stumbra apstrādes laiku, un reizē ar to attiecīgi samazinās darba ražīgums.

Speciālās atzarošanas mašīnas mūsdienās parasti izmanto darbam augšgala krautuvē. Tādā gadījumā no atzarošanas operācijas izpildes viedokļa kā būtisks tehnoloģiska rakstura faktors darbojas krautuves tehnoloģiskais plānojums. Pirmkārt, atzarošanas mašīnai darba izpildes brīdī jāatrodas tādā vietā, lai ar iespējami mazāku tehnoloģiskās iekārtas un arī pašas mašīnas pārvietošanu nepārtraukti būtu pieejamas gan neatzaroto stumbru rezerves, gan krautņu vietas atzaroto stumbru novietošanai. Otrkārt, ir jānodrošina, lai zaru nogriešanas brīdī nekādi tuvumā esoši šķēršļi netraucētu mašīnas tehnoloģiskā aprikojuma darbību. Treškārt, ir jāpanāk, lai atzarošanas mašīna iespējami mazāk tiktu iesaistīta nogrieztu zaru aizvākšanā, jo šīs sastāvdaļas ietveršana atzarošanas operācijā ir būtisks mašīnas faktisko ražīgumu ietekmējošs faktors. Grūtības pastāvīgi un pilnībā sagādāt minētos apstākļus bieži vien ir cēlonis lielai atšķirībai starp atzarošanas mašīnas teorētiski iespējamo un faktiski ražošanā sasniegto ražīgumu.

Vērtējot no tehniskā viedokļa, darba līdzekļi jāaplūko pēc to atbilstības vispārējam sasniegtajam līmenim pasaules mērogā gan darbības principu nozīmē, gan pēc konstrukcijas sarežģītības, gan sasniedzamā tehniskās gatavības rādītāja, gan arī pēc remontējamības iespējām un tehniskās ekspluatācijas prasību saturu.

Motorzāģis ir vienkāršākais mehanizācijas līdzeklis kokmateriālu kvalitatīvai atzarošanai un pēc sava tehniskā raksturojuma atšķiras no citās kokmateriālu sagatavošanas operācijās lietojamiem motorzāģiem ar to, ka zaru nogriešanai nav nepieciešama gara zāģa sliede un liela motora jauda. Pārāk gara sliede ne tikai traucē to ērti pievirzīt katram nogriežamajam zaram, bet biežāk skar un bojā citus tuvumā esošus kokmateriālus, vairāk apdraud arī pašu atzarotāju. Savukārt zāģi ar lielāku motora jaudu ir smagāki un mazāk parocīgi to tehnoloģisko paņēmieni un kustību izpildei, kuras nodrošina ātru un drošu jebkura zara nogriešanu. Tomēr mežizstrādē ražošanas apstākļos parasti atzarošanai nelieto tieši šai operācijai piemērotākos motorzāģus tā vienkāršā iemesla pēc, ka mūsdienās kokmateriālu atzarošanu kā pilnīgi atsevišķu operāciju veic tikai ar mašīnām. Motorzāģi izmanto tikai tajos gadījumos, kad kokmateriālu sortimentu sagatavošana cismā nenotiek mašinizēti. Tad kokmateriālu sagatavošanas operāciju kompleksa (koku gāšana, stumbru atzarošana un sagarumošana) izpildei izvēlas tādā nozīmē universālu motorzāģi, ar kuru pietiekami labi var izdarīt visus ar koksnes griešanu saistītos darbus minētajā operāciju kompleksā. Izvēloties motorzāģi profesionāla līmeņa ikdienas darbam mežizstrādē, svarīgi ir ne tikai jaudu, masu un izmērus raksturojošie tehniskie rādītāji, bet tādā pašā mērā arī raksturojums no lietošanas tehniskā drošuma viedokļa: tehniskās ekspluatācijas prasību saturs, paredzamais kalpošanas ilgums, atteicu biežums, remontējamība, tehniskā servisa pieejamība. Analizējot darba operācijas izpildes attīstības iespējas, lielā mērā jāpamatojas arī uz lietoto darba līdzekļu raksturojumu pēc to atbilstības pasaules līmenim un pēc nolietojuma pakāpes. Piemēram, arī kokmateriālu atzarošanā ražīgumu var paaugstināt, lietošanā esošos profesionālam darbam nepiemērotus un nolietojušos motorzāģus nomainot ar jauniem, profesionālam mežizstrādes darbam paredzētiem zāģiem.

No tehniskā viedokļa vērtējot mašinizētu atzarošanu vispārējā veidā, bet ne kādos konkrētos apstākļos, vispirms nedaudz jāpievēršas attīstību ietekmējošiem apstākļiem. Kā attīstību veicinoši apstākļi jāatzīmē, pirmkārt, nepieciešamība palielināt ražīgumu atzarošanas operācijā, otrkārt, radīt atzarošanas veicējam tādu darba vidi, kas nodrošinātu pastāvošo ergonomisko prasību izpildi. Ja no darba ražīguma paaugstināšanas nepieciešamības viedokļa salīdzina koku gāšanu un kokmateriālu atzarošanu, ir pietiekami atcerēties, ka darba laika izlietojums uz vienu produkcijas vienību atzarošanā ar motorzāģi ir vismaz 2–3 reizes lielāks, līdz ar to attiecīgi mazāks darba ražīgums, nekā tas ir koku gāšanā. Pēc tā var spriest, ka šis apstāklis atzarošanas mašinizācijas ieviešanai ir bijis ievērojami svarīgāks, nekā tas varētu būt koku gāšanā. Tā kā zaru nogriešanas kvalitāte salīdzinoši maz (tikai stumbra koksnes izrāvumu gadījumos) ietekmē stumbra koksnes kvalitāti, pievēršanās principiāli jaunu tehnisku risinājumu meklējumiem pašlaik pasaulē nav aktuāla. Tādējādi

nepastāv plašas iespējas, lai izšķirtos par mašīnas izvēli tieši no atzarošanas kvalitātes viedokļa. Parasti izvēle vispirms notiek atkarībā no kokmateriālu sagatavošanas un piegādes tehnoloģiskā procesa tipa, bet pēc tam jāapsver izvēles saistība ar atzarošanas vietu, atzarojamo kokmateriālu raksturojumu, zaru izmantošanu, darba norisēm un tajās lietotajiem mehanizācijas līdzekļiem citās tehnoloģiskā procesa operācijās. Ja atbilstoši tehnoloģiskā procesa tipam paredzēta kokmateriālu sortimentu sagatavošana cirmā, izvēles iespējas sašaurinās līdz noteikta lieluma un konkrētas markas sortimentu sagatavošanas hārvesteru izvēlei. Tā kā atzarošana tad ir tikai viena no kokmateriālu sagatavošanas pamatdarbu operācijām, hārvesteru parasti izvēlas atbilstoši cirtes veidam un koku resnuma izmēru raksturojumam, ignorējot tās nelielās atšķirības, kādas ir iespējamās starp dažādu marku hārvesteru tehnoloģisko aprīkojumu attiecībā uz zaru nogriešanu. Lietojot stuburu tehnoloģiju kokmateriālu sagatavošanas un piegādes tehnoloģiskajā procesā, mašīnizētai stuburu atzarošanai paredzētās tehnoloģiskās iekārtas ir vairāk specializētas tieši attiecībā uz zaru atdalīšanu. Apstrādājot zemākas kvalitātes kokmateriālus, it īpaši tādus, kas tālākā tehnoloģiskā procesa daļā paredzēti sasmalcināšanai, lieto zaru aplaušanu ar ļoti vienkāršām rupjas atzarošanas ierīcēm vai nodauzīšanu.

### 3.2.6. Atzarošanas operācijas vērtēšana

Formālā pieejā varētu vienkārši pārskatīt dažādu aspektu rādītājus un apsvērt to skaitlisko lielumu aprēķināšanas paņēmienus, lai izteiktu kā kokmateriālu atzarošanas darba operācijas izpildē iegūtus rezultātus. Reāla vērtēšanas nepieciešamība biežāk rodas gadījumos, kad iegūtajā rezultātā ir parādījušās nepieļaujama apmēra atkāpes attiecībā uz kādu no operācijas izpildes kvalitātes prasībām, vai arī tad, ja paredzētā ražošanas attīstības tempa uzturēšanas nolūkā ir jāmeklē un jāpamato jauni tehnoloģiski risinājumi. Ja vērtēšana nesaistās ar jau iepriekš zināmiem aspektiem, vispārējā veidā var izdarīt apsvērumus, kuros no tiem varētu būt lielāks atzarošanas operācijas ietekmes īpatsvars uz attiecīgā aspekta rādītājiem, salīdzinot ar citām mežizstrādes operācijām.

No darba ražīguma viedokļa katras operācijas īpatsvaru visvienkāršāk var izteikt, vispirms katrai no tām noskaidrojot darba laika izlietojumu (cilvēkstundās vai cilvēkminūtēs) 1 m<sup>3</sup> apstrādei, t.i., darbietilpību. Katras operācijas ieguldījums cirmu darbu fāzē sasniegtajā darba ražīgumā ir apgriezti proporcionāls darba laika izlietojumam, tāpēc skaitliski atsevišķas operācijas ieguldījuma īpatsvars līdzinās iepriekš minētā darba laika izlietojuma apgrieztai skaitliskajai vērtībai. Viegli saprast, ka atzarošanas operācijas ieguldījuma īpatsvars cirmu darbu fāzē sasniegtajā darba ražīgumā var palielināties, samazinot darba laika patēriņu šīs operācijas izpildei. Visvairāk atzarošanas darbietilpību ietekmē tas, vai atzaro ar mašīnu, un arī tas, vai atzarošana notiek vienlaicīgi ar tā paša kokmateriāla sagarumošanu.

Lai pilnīgāk pamatotu prasības attiecībā uz iegūto kvalitāti kokmateriālu atzarošanā, vispirms jānoskaidro savstarpējā ietekme starp sagatavoto kokmateriālu kvalitātes rādītājiem un izmaiņu lielumu, rīkojoties ar tiem pašiem kokmateriāliem tehnoloģiskā procesa citās operācijās. Šāda veida informācija var sniegt objektivitātes ziņā pilnīgāku priekšstatu par atzarošanas kvalitātes negatīvās ietekmes kvantitatīvo apmēru.

### 3.2.7. Problēmas un turpmākā attīstība kokmateriālu atzarošanā

Nemehanizētā un maz mehanizētā atzarošanā pastāvošās problēmas ir jau sen zināmas, un to risināšanas nepieciešamība ir bijusi galvenais pamatojums mašīnizētas atzarošanas attīstībai. Kokmateriālus atzarojot ar mašīnām, ir parādījušās cita veida problēmas, kas galvenokārt saistītas ar operācijā iegūto kvalitāti. Mašīnizēti atzaroti kokmateriālu kvalitāti pazemina stubra koksnes bojājumi un mizas noplēsumi; atzarošanu izdarīt ne tikai ātri, bet arī kvalitatīvi traucē resni zari, šaurs zaru ieauguma leņķis, atzarojamā stubra līkumainība, dubultgalotne, stubra šķērsgriezuma formas neviendabīgums un citas stubra uzbūves īpatnības. Ir sagaidāms, ka tieši mašīnizētas atzarošanas kvalitātes uzlabojumu nepieciešamība varētu būt par pamatu attīstības virzienam ar mērķi ieviest pilnīgi jauna veida līdzekļu un paņēmieni priekšlikumus zaru ātrai un kvalitatīvai nogriešanai.

Tā kā joprojām daudzās vietās pasaulē vēl atzaro ar motorzāģi, kas ir smags, mazražīgs un arī bīstams darbs, attīstība turpināsies atzarošanas mašīnizācijas līmeņa paaugstināšanas virzienā.

### 3.3. Kokmateriālu sagarumošanas operācijas tehnoloģija

Latviešu valodā operācijas nosaukums laika gaitā ir mainījies no apzīmējumiem „garināšana” un „sagarināšana” uz apzīmējumu **sagarumošana**. Tam par iemeslu ir apsvērums, ka valodnieciskā nozīmē jēdzienu sadalīt garāku kokmateriālu īsākos noteikta garuma gabalos var labāk saprast ar vārdu „sagarumošana”, jo vārdu „sagarināt” var saprast kā tādu, kas nozīmē padarīt kaut ko garāku, nekā tas ir bijis iepriekš.

Sagarumošana ir svarīgākā starp kokmateriālu sagatavošanas pamatdarbu operācijām no koksnes lietderīgas izmantošanas viedokļa. No izvēlētās stumbra sagarumošanas shēmas ir atkarīgs sagatavoto kokmateriālu sortimentu iznākums sadalījumā pēc kvalitātes un arī pēc izmēriem. Šīs operācijas izpilde prasa vislielāko atbildību no tāda viedokļa, ka pieļautās kļūdas ir grūti vai pat vispār neiespējami labot. No sagarumošanas vistiešākajā veidā ir atkarīga iegūstamā peļņa no sagatavoto kokmateriālu realizēšanas.

Kokmateriālu sagarumošanas **mērķis** ir atzarota stumbra (vai stumbra daļas) sadalīšana pa nogriežņiem, iegūstot noteiktiem izmēriem, kvalitātei un citiem sagarumošanas optimizācijas kritērijiem atbilstošus koksnes izejvielu sortimentus.

#### 3.3.1. Prasības kokmateriālu sagarumošanas operācijas tehnoloģijas kvalitātes nodrošināšanai

Tehnoloģijas kvalitātes nodrošināšanas prasības sagarumošanas operācijā pievērš uzmanību tam, lai izvēlētie darba līdzekļi, to lietošanas paņēmieni un izpildes secība, norises vieta, operācijas darbību savietojums ar citām operācijām un pārējie satura elementi ne tikai nodrošinātu vēlamu rezultātu, bet virzītu uz iespēju operācijas novērtējumu atzīt par pilnīgi atbilstošu pašreizējam pasaules līmenim. Galvenās prasības ir šādas:

1. Sagarumošanas shēmas izveles un attiecīgo griezumu izpildes paņēmieniem jānodrošina katra iegūtā stumbra nogriežņa atbilstība noteiktiem izmēriem un kvalitātei.
2. Sagarumošanas norises laikā nav pieļaujams izraisīt stumbra koksnes bojājumus, kas var negatīvi ietekmēt iegūstamo sortimentu kvalitāti.
3. Sagarumošanas operācijas izpilde nedrīkst apdraudēt darba veicēja vai citu personu veselību vai dzīvību, radīt kaitējumus apkārtējai videi.

Sagarumošanas operācijas saturā īpaša nozīme ir lēmuma pieņemšanai par realizējamās shēmas izvēli griezuma vietu noteikšanai, ar kurām tiks iegūts attiecīgā stumbra sadalījums pa izmēru un kvalitātes ziņā atšķirīgiem nogriežņiem. Minētā shēma vistiešākajā veidā nosaka sagarumošanā iegūtā rezultāta kvalitāti. Ar sagarumošanas shēmas izvēli kā sagarumošanas operācijas sastāvelementu šī daļa kokmateriālu sagatavošanas un piegādes tehnoloģiskajā procesā būtiski atšķiras no pārējām, jo pamatojas nevis uz cilvēka fizisku, bet garīgu darbību, izmantojot tikai sava prāta spējas. Arī pašlaik mašinizētajā sagarumošanā plaši lietotie mūsdienu informācijas tehnoloģiju izstrādājumi kalpo galvenokārt kā palīgīdzeklis cilvēka prāta darbības atslogošanai, bet ne pilnīgai aizstāšanai.

Reālos ražošanas apstākļos ne jau katrs sagarumošanas gadījums prasa no operācijas veicēja lielu garīgu piepūli, kas būtu pamatota uz plašām zināšanām gan par koksnes daudzveidīgajām īpašībām, gan par izejvielu kvalitātes prasībām neskaitāmajos koksnes izmantošanas veidos. Konkrētos apstākļos notiekošas ražošanas mērķi nemēdz būt ar tiešu globālu nozīmi, bet pārsvarā ir tādi, kuru sasniegšanas uzdevumu saturs ir zināms un attiecīgo koksnes izejvielu vispārējās kvalitātes prasības ir vienkārši izprotamas un pietiekami labi pazīstamas, jo lielākoties balstās uz ražošanas vēsturiskajā attīstībā pakāpeniski iegūto un no paaudzes paaudzē pārmantoto pieredzi. Visvienkāršākā sagarumošanas shēma ir tad, ja ir jāiegūst primitīvai tālākajai izmantošanai paredzēti kokmateriāli, kuru izmēriem un kvalitātei ir tikai daži ierobežojumi. Shēmas izvēle kļūst komplicētāka reizē ar kokmateriālu sortimentu veidu skaita palielināšanos.

Sagatavojamo kokmateriālu sortimentu veidu skaita palielināšanos mežizstrādē salīdzinoši viegli būtu iespējams ierobežot, pārejot no sortimentu ražošanas atbilstoši tālākās izmantošanas veidam un paņēmieniem atbilstošajām prasībām uz sortimentu ražošanu sadalījumā tikai pa izmēru grupām un sadalījumā pa katrai koku sugai raksturīgajām stumbra koksnes kvalitātes grupām. Tā kā dabiski izveidojusies katras koku sugas stumbra koksnes kvalitāte maz mainās sugas vēsturiskās attīstības gaitā, stumbra sagarumošanas shēmas būtu iespējams unificēt un reizē ar to ne tikai būtiski paaugstināt ražošanas efektivitāti sagarumošanas operācijā, bet kopumā visā kokmateriālu ražošanas un piegādes procesā, it īpaši šī procesa loģistikā. Vienlaikus ar iespēju katram klientam labāk izvēlēties viņa vajadzībām atbilstošas kvalitātes kokmateriālus, uzlabotos klientu apkalpoša-



nas līmenis un samazinātos strīdu skaits starp kokmateriālu piegādātājiem un saņēmējiem.

Neatkarīgi no sortimentu veidu pamatošanas principiem, katrā sagarumošanas shēmas izvēles gadījumā ir nepieciešams vairāk vai mazāk salīdzināt sagarumojamā stumbra izmērus un kvalitāti ar sagarumošanas mērķim atbilstošajām prasībām. Tāpēc sagarumošanas vietai, apgaismojumam, operācijā apstrādājamo kokmateriālu novietojumam un citiem apstākļiem jānodrošina vizuāla novērtējuma iespējamība. Kokmateriālu mērīšanas paņēmieniem un mērinstrumentiem jānodrošina standartos, tehniskajos noteikumos vai citos kokmateriālu sortimentu kvalitāti reglamentējošos dokumentos norādītā precizitāte.

Otrā no iepriekš minētajām sagarumošanas kvalitātes nodrošināšanas prasībām attiecas uz operācijas norisē veicamo darbību tehnisko izpildījumu. Tam jābūt tādām, lai kaut kādā veidā, piemēram, ar iegriezumiem vai iespiedumiem stumbra koksne, plaisām un atplisumiem, stumbra koksnes izrāvumiem, nepieļaujami nelīdzenām griezumu virsmām un tamlīdzīgi nesamazinātu to kvalitāti, kāda sagarumošanā nonākušajam kokmateriālam ir bijusi līdz šīs operācijas uzsākšanas brīdim. Sagarumošanas darbību izpildei tiek izmantoti dažāda tehniskās attīstības līmeņa darba līdzekļi, un katram no tiem sagarumošanas darbību laikā var rasties kādi raksturīgi kvalitātes pazemināšanas gadījumi ar atšķirīgām iespējām no tiem izvairīties. Dažāda veida bojājumu apmēra kritiskie lielumi, kurus nav pieļaujams pārsniegt, parasti tiek norādīti attiecīgajos standartos, tehniskajos noteikumos, līgumos vai tamlīdzīgos izmērus un kvalitātes prasības reglamentējošos dokumentos. Minēto bojājumu rašanās iespējamības samazināšana ir viens no galvenajiem faktoriem, kas pastāvīgi liek vēltīt pūles sagarumošanā izmantojamo darba līdzekļu un to lietošanas paņēmieni uzlabošanas priekšlikumu sagatavošanai un īstenošanai.

Sagarumošanas kvalitātes prasību izpildes nodrošināšana attiecībā uz cilvēku un apkārtējās vides aizsardzību jāņem vērā gan sagarumošanas operācijas norises vietas izvēlē kokmateriālu sagatavošanas un piegādes tehnoloģiskajā procesā, gan jebkuras tehnoloģiskās sastāvdaļas izpildē, sadalot garākus kokmateriālus īsākos nogriežņos. Tā kā sagarumošana tehniski ir iespējama un arī jau sen praktiski tiek izdarīta (ne tikai saistībā ar mežizstrādi) gan stacionāros, gan nestacionāros apstākļos, ir uzkrāta pieredze kā par cilvēku, tā par apkārtējās vides apdraudējumu veidiem un raksturu tieši šajā darbā.

No cilvēku, parasti tiešo darba veicēju, aizsardzības viedokļa sagarumošanas operācijas tehnoloģijā uzmanība, pirmkārt, jāpievērš kokmateriālu novietojumam. Tie nedrīkst patvaļīgi izkustēties un uzkrīst vai uzvelties kustības zonā esošiem cilvēkiem, garākie materiāli nedrīkst būt tā nospriegojušies, lai, sagarumošanas brīdī spriegojumam strauji izzūdēt, atbrīvojušies kokmateriālu gali kļūtu par neizbēgamu apdraudējumu jebkuram priekšmetam vai cilvēkam šo galu kustības sektorā. Kokmateriālu novietojumam jābūt tādām, lai sagarumotājs, lietojot attiecīgos darba līdzekļus, visas sagarumošanas operācijas darbības varētu veikt ērtā darba pozā un nepārsniedzot piepūli, kāda raksturīga attiecīgajai darbībai, rīkojoties ar pareizi novietotiem kokmateriāliem. Otrkārt, darba līdzekļiem un darba videi jāatbilst pastāvošajām ergonomiskajām prasībām.

Nestacionāros apstākļos negatīva ietekme uz apkārtējo vidi var rasties no sagarumošanai izmantojamo mašīnu iedarbības ar troksni, dūmgāzēm, degvielu un eļļošanas materiāliem, putekļiem, augsnes noplēsumiem un iespiedumiem tajā. Stacionāros apstākļos papildus jau daļai no minētā (var nebūt augsnes bojājumi) var rasties pielūzņojumi ar kokmateriālu atgriezumiem, zāģu skaidām, mizu vai citā ar kokmateriālu pārvietošanu un apstrādi saistītā veidā. Līdzīgi, kā tika minēts nedaudz iepriekš, cilvēku un apkārtējās vides aizsardzības nodrošināšanas uzlabojumu nepieciešamība arī iedarbojas kā kokmateriālu sagarumošanas tehnoloģijas pastāvīgu attīstību ietekmējošs faktors.

### 3.3.2. Operācijas tehnoloģiskā struktūra

Operācijas tehnoloģiskā struktūra atbilst tiem atsevišķajiem uzdevumiem, kurus nākas risināt operācijas mērķa sasniegšanai un noteiktām prasībām atbilstošās kvalitātes nodrošināšanai. Operācijas galvenās sastāvdaļas un to izpildes secības sakārtojums ir visai līdzīgs starp visiem kokmateriālu sagarumošanas gadījumiem. Neatkarīgi no sagarumošanas norises vietas un lietotajiem darba līdzekļiem tehnoloģiskajā struktūrā izdalāmas šādas galvenās sastāvdaļas:

1. sagatavošanās kārtējā kokmateriāla sagarumošanai;
2. sagarumojamā kokmateriāla kvalitātes vērtēšana;
3. mērījumu veikšana sagarumošanas vietu noteikšanai;
4. kokmateriāla sagarumošanas shēmas izvēle;
5. sagarumošanas vietu iezīmēšana;
6. sagarumošanas griezumu izpilde;
7. sagarumošanas produktu aizvākšana no darba zonas.

Strādājot ar rokas darba rīkiem vai rokas motorzāģi, sagarumošanu ietekmē tas, cik veiksmīgi ir izdevusies koka nogāšana, jo mainīt stumbra novietojumu var visai ierobežoti. Sagatavošanās sagarumošanai tad ietver stumbra novietojuma stabilitātes novērtējumu, pagrozīšanu attiecībā pret kokmateriāla garenasi vai mainot novietojuma leņķi horizontālā plaknē attiecībā pret apkārtējo situāciju, sagarumošanai traucējošu zaru, krūmu, pameža kociņu, kritalu un tamlīdzīgi novākšanu. Savukārt, strādājot mašīnizēti stacionāros apstākļos, sagatavošanās var būt attiecīga komanda pusautomātiskās vadības sistēmai, garā kokmateriāla mehāniska padošana darba zonā, mehāniskas darbības, lai kokmateriālu nostiprinātu vajadzīgajā stāvoklī turpmāko darbību izpildei. Sagarumojot ar kokmateriālu sortimentu hārvesteru, par sagatavošanos var uzskatīt stumbra pārvietošanu no gāšanas vietas uz tehnoloģiskajam plānojumam atbilstošu sagarumošanas vietu.

Izmantojot sagarumošanas vadības programmas, mašīnas operators datorā ievada koku sugu un sagarumošanas laiku seko līdzī garā kokmateriāla kvalitātei tā garenass virzienā, pārtraucot sagarumošanas automātisko vadību, ja kvalitāte neatbilst jau iepriekš datorā ievadītajā sagarumošanas uzdevumā norādītajām prasībām.

Strādājot ar rokas darba rīkiem vai rokas motorzāģi, pieredzējis mežstrādnieks kvalitātes vērtēšanu bieži vien pilnīgi neapzināti ir uzsācis jau pirms koka nogāšanas, izdarot spriedumus par gāšanu ietekmējošiem apstākļiem tieši pie šī koka. Faktiskā kvalitātes vērtēšana turpinās visās tālākajās darbībās: koka nogāšanā, stumbra atzarošanā un sagarumošanā. Vizuāli iegūto priekšstatu par attiecīgā stumbra kvalitāti mežstrādnieks salīdzina ar šai cirsmā sagatavotā sagarumošanas uzdevuma datiem par tur paredzētajiem kokmateriālu sortimentiem, to izmēriem un kvalitātes prasībām. Ar attiecīgajiem dokumentiem mežstrādnieks ir iepazīstināts jau pirms darbu uzsākšanas cirsmā. Strādnieks vienmēr ir vērtējamā kokmateriāla tiešā tuvumā, tāpēc viņam nav grūti konstatēt kā ārēji saskatāmās koksnes vainas, tā arī tās, kas ir ieslēgtas stumbra koksne un var kļūt saskatāmas tikai tad, ja stumbra griezumus sakrīt ar vainas atrašanās vietu. Strādājot cirsmā ar sortimentu hārvesteru, operators vispārēju priekšstatu par koka kvalitāti iegūst jau koka satveršanas un gāšanas brīdī. Stumbra apstrādes gaitā papildus var konstatēt tādas griezuma vietās esošas vainu pazīmes, ko ir iespējams saskatīt no attāluma. Līdzīgi tas ir sagarumošanā stacionāros apstākļos ar to atšķirību, ka šie kokmateriāli jau ir atzaroāti. Ja stacionāros apstākļos apstrādājamo kokmateriālu apjoms ir liels, dažreiz atmaksājas uzstādīt rūpniecisku datortomogrāfu, kas automātiski konstatē un saglabā elektroniskajā atmiņā kokmateriāla iekšējo makrostruktūru.

Mērījumu veikšanai vienkāršākie ir rokas mērinstrumenti: mērlatas, mērlentes, mērlīnijas un dastmēri. Tos lieto tikai sagarumošanā ar rokas darba rīkiem vai rokas motorzāģi. Lietošanā parocīgākās ir mežstrādnieka mērlentes, jo tās ir pašieritinošas un ar tādu lentes gala stiprinājuma paņēmienu, kas pēc mērījuma nolaišanas ir atbrīvojams no attāluma, lenti vienkārši paraujot. Ar to pašu mērlenti var mērīt arī kokmateriāla caurmēru. Lietojot šādu mērlenti, mērīšanu iespējams apvienot ar citas operācijas, visbiežāk – atzarošanas, izpildi, tādējādi uzlabojot darba laika izmantošanu un paaugstinot darba ražīgumu. Mērot ar citiem rokas mērinstrumentiem, mērīšanu nākas izdarīt kā atsevišķu darbību.

Mašīnizētā sagarumošanā lieto automātiski darbojošās mērierīces. Cirsmas apstākļos parasti izmanto paņēmienu, kurā mērīšanai paredzētās tehnoloģiskā aprīkojuma sastāvdaļas saskaras ar mērāmā kokmateriāla virsmu. Paņēmienu sauc par netiešu tādā nozīmē, ka konstatētie mehāniskie impulsi tiek pārvērsti elektroniskā formā, nosūtīti uz borta datoru, kur attiecīgos izmērus izskaitļo speciāla programma. Mērīšana notiek vienlaicīgi ar atzarošanu un sagarumošanu. Stacionāros apstākļos izmanto gan minētajiem līdzīgus, gan arī tādus mērīšanas principus, ka mērierīces mērīšanas brīdī ar kokmateriālu nesaskaras.

Strādājot ar rokas darba rīkiem vai rokas motorzāģi, sagarumošanas shēmas izvēlei mežstrādnieks nevelta atsevišķu laiku, jo lēmumu pieņemšanu veic reizē ar fiziski izpildāmajām operācijas darbībām – atkarībā no paredzētās tālākās rīcības iezīmē stumbra griezuma vietu vai arī uzreiz izdara griezumu.

Mašīnizētā sagarumošanā shēma izveidojas pakāpeniski, stumbra apstrādes procesam virzoties no kokmateriāla resnākās daļas uz tievāko un sagarumošanas vadības automātiskas darbības programmai izvērtējot sagarumošanas uzdevuma datus, jau apstrādātajā daļā iegūtos izmērus, kā arī datus no datu bāzes par iepriekš apstrādātiem līdzīga izmēra un formas stumbriem un rezultātā iegūstot optimālo sagarumošanas variantu.

Sagarumošanas vietas iezīmē, ja griezumu neizdara uzreiz pēc izvēlētajam sortimentam atbilstošā garuma nomērīšanas. Tam var būt divi iemesli: pieejamo mērinstrumentu nav iespējams lietot reizē ar citām darbībām sortimentu sagatavošanas operāciju kompleksā; stumbra sagarumošanas griezumus var izdarīt tikai pēc tā ievirzīšanas sortimentu joslā.

Cirsmas apstākļos sagarumošanā iegūtie sortimenti tiek novietoti tā, lai būtu pieejami kravas savākšanai ar tehnoloģiskajā procesā paredzēto kokmateriālu pirmējā transporta līdzekli. Koksnes gabalatliekas un zāgskaidas tiek atstātas to rašanās vietās. Stacionāros apstākļos sagarumošanas produkti, kas jāaizvāc no darba zonas, ir ne tikai sagatavotie sortimenti, bet arī jebkura veida koksnes atlikumi, kas radušies kādā no sagarumošanas operācijas atsevišķajām sastāvdaļām. Visbiežāk to izdara ar attiecīgiem transportieriem.

### 3.3.3. Kokmateriālu sagarumošanas darba līdzekļi

Darba līdzekļus iedalot lielākās grupās, to nosaukumi daudz neatšķiras no tiem, kas minēti jau iepriekš aplūkotojās kokmateriālu sagatavošanas operācijās:

- rokas darba rīki;
- rokas motorinstrumenti;
- vairākoperāciju mašīnas;
- stacionāras sagarumošanas līnijas.

Tieši no sagarumošanas kvalitātes viedokļa ļoti būtiska nozīme ir tiem darba līdzekļiem, ar kuriem var nodrošināt mērījumiem vajadzīgo precizitāti, daļēji automatizēt sortimenta izvēles procedūru un iegūt kvalitatīvus griezumus gatavo kokmateriālu galos. Tie ir:

- mērinstrumenti;
- mērinstrumentu kalibrēšanas programmatūra;
- sagarumošanas optimizācijas programmatūra;
- griezējinstrumenti.

Rokas darba rīkus tieši griezumu izdarīšanai kokmateriālu sagarumošanai mūsdienās reti lieto pat mazapjoma mežizstrādē. Tie var būt dažādi šķērszāgi ar sagarumošanai paredzēto kokmateriālu caurmēram atbilstoša izmēra kombinētas formas zobiem. Lai izvairītos no zāga plātnes iespiešanas iezāgējumā cirsmas apstākļos, kur kokmateriāli var nebūt novietoti uz paliktņiem, izmanto plānu, iezāgējuma spraugā iedzenamu ķīli. Kokmateriālu pagriešanai ap garenasi lieto kantāķi.

Lai gan tendence pāriet uz pilnībā mašinizētu sagarumošanu ir novērojama visā pasaulē, daļu apaļo kokmateriālu sagarumo ar ķēdes tipa rokas motorzāģi. Darbā ar šādu zāģi nav vajadzības pēc kādiem palīgriekiem iespiešanas novēršanai. Ja kokmateriāls ir jāpagriež ap tā garenasi, kā palīgriku izmanto kantāķi.

Dažādās kokmateriālu sagarumošanai izmantojamās mašīnas var iedalīt vairākās grupās, pamatojoties uz kādām savstarpējas līdzības pazīmēm:

1. pēc darba vietas maiņas iespējām:
  - pašgājējas;
  - pārvietojamas;
  - stacionāras;
2. pēc izpildāmo darba operāciju skaita:
  - speciālas;
  - vairākoperāciju;
3. pēc darbības rakstura:
  - periodiskas darbības;
  - nepārtrauktas darbības;
4. pēc vienlaicīgi apstrādājamo kokmateriālu skaita:
  - sagarumošanai pa vienam;
  - sagarumošanai grupveidā;
5. pēc kokmateriālu padeves virziena:
  - ar padevi garenvirzienā;
  - ar padevi šķērsvirzienā;
6. pēc griezējinstrumenta tipa:
  - ar ripzāģi;
  - ar ķēdes zāģi;
  - ar nažveida griezni.

Cirsmas apstākļos kokmateriālu sagarumošanai visplašāk lieto kokmateriālu sortimentu sagatavošanas hārvesterus. Darba pamatprincipi ražošanas uzņēmumu piedāvāto hārvesteru modeļiem ir līdzīgi, atšķirības galvenokārt saskatāmas izmēros, konstruktīvajos risinājumos un formas dizai-

nā. Kokmateriālu sagatavošanā strādājot ar t.s. vientvērienu (jeb greifera tipa) hārvesteru, koku gāšanu izdarīt vienlaikus ar tālākajām stumbra apstrādes operācijām nepieļauj tehnoloģiskā aprīkojuma konstruktīvais risinājums, jo visu operāciju veikšanai nepieciešamais tehnoloģiskais aprīkojums ir iebūvēts hārvesterā. Divtvērienu (jeb šasijas tipa) hārvesters mūsdienās gandrīz vairs netiek lietots. Divtvērienu hārvesteram izlices galā uzmontēts tehnoloģiskais mezgls vienīgi koka stumbra satveršanai, nogriešanai no celma un pārvietošanai. Stumbra noturēšanas, caurvilkšanas (padeves), atzarošanas un sagarumošanas ierīces ir atsevišķā vienotā tehnoloģiskajā mezglā, kas balstās uz pašas mašīnas un ir grozāms kā vertikālā, tā horizontālā plaknē. Šāds hārvesters ir piemērotāks lielāku izmēru stumbru apstrādei. Otra svarīga priekšrocība ir iespēja gāzt koku vienlaicīgi ar iepriekš nogāztā koka stumbra atzarošanu un sagarumošanu.

Augšgala krautuvē, bet citreiz arī tieši cirsmā vai nereti pie (uz) pievešanas ceļa sagarumošanai izmanto procesora tipa vairākoperāciju mašīnas. Procesors no hārvesterā galvenokārt atšķiras ar to, ka nav paredzēts koku gāšanai, bet izpilda abas nogāztu koku stumbru apstrādes pamatoperācijas, t.i., atzarošanu un sagarumošanu. Līdzīgi kā tikko iepriekš bija minēts par divu veidu hārvesteriem, arī procesorus iedala pēc tādas pašas pazīmes – vientvērienu un divtvērienu. Lietošanai mazapjoma meža darbos ir konstruēti mazāku izmēru procesori, ko montē uz meža darbiem pielāgota lauksaimniecības traktora. Jāuzskata, ka tie visi ir divtvērienu tipa, jo vispirms apstrādājams stumbrs ir jāsatver un jāpārvieto tā, lai stumbra resgalis tiktu ievietots apstrādes mezgla caurvilkšanas (padeves) ierīcē. Šeit resgali satver ar stumbra padeves ierīci un uzsāk pārvietošanu caur atzarošanas nažu bloku, vienlaicīgi izdarot arī mērīšanu un sagarumošanas shēmai atbilstošos griezumus. Stacionāros apstākļos, kur paredzēts pastāvīgi liels apstrādājamo kokmateriālu apjoms, sagarumošanai parasti ir iekārtots atsevišķs darba iecirknis, kurā ir ielānota un sagatavota vieta kā izejvielu, tā gatavās produkcijas starpoperāciju rezervēm un uzstādīts sagarumošanas darbību veikšanai nepieciešamais aprīkojums, kopumā to dēvējot par sagarumošanas līniju.

Sagarumošanas griezumu izdarīšanai biežāk lieto zāģus, bet tievākiem kokmateriāliem, turklāt tad, ja koksnes tālākajā izmantošanā nav jāņem vērā kokmateriāla gala griezuma gludums un koksnes šķiedru kvalitāte, piemēram, bioenerģijas izejvielu sagatavošanā no koksnes, to dara ar nažveida griežņiem. Sagarumošanai plaši izplatīti ir ķēdes zāģi. Ar tādiem aprīkoti visi mežizstrādē izmantojamie rokas motorzāģi un lielākā daļa kokmateriālu sortimentu sagatavošanas hārvesteru. Sagarumošanā stacionāros apstākļos ķēdes zāģiem ir priekšrocības, ja kokmateriālu caurmērs tuvojas vienam metram vai arī to pārsniedz. Kokmateriālus ar mazāku caurmēru stacionāros apstākļos parasti sagarumo ar ripzāģiem.

Kokmateriālu mērīšanas nepieciešamību nosaka vairāki apstākļi, bet sagarumošanā tā ir viena daļa no šīs operācijas mērķa. Rokas mērinstrumentu grupu veido mērkoki, mērlatas, mērlentes un tamlīdzīgi instrumenti kokmateriālu garuma mērīšanai un mērlīnē, salokāmie mēri, mērlentes, dastmēri (parasti vai elektroniski) un tamlīdzīgi instrumenti kokmateriālu caurmēra mērīšanai. Mašinizētā sagarumošanā kokmateriālu mērīšanai lieto vairākus savstarpēji atšķirīgus principus un to īstenošanai atbilstošu aprīkojumu. Kokmateriāla garuma mērīšanai mašīnas tehnoloģiskajā aprīkojumā tiek iebūvēts zobratīņš ar smailiem zobīņu galiem (vai veltnītis ar asām ribiņām), kas kokmateriāla pārvietošanas brīdī ir pastāvīgā saskarē ar stumbra virsmu. Katra nākamā zobīņa saskare ar kokmateriāla virsmu tiek pārvērsta elektroniskā impulsā un novadīta uz mērījuma aprēķina programmu. Ja hārvesters (vai procesors) ir aprīkots ar kokmateriāla pakāpeniskas padeves ierīci, garuma izmēru aprēķina kā padeves ierīces atsevišķo pārvietoājumu attālumu summu. Šajā gadījumā praktiski tiek izslēgta jebkādas izslīdēšanas iespēja, ko nereti novēro mērīšanas zobratīņa lietošanas gadījumos, bet kokmateriāla apstrāde palēninās, to salīdzinot ar nepārtrauktas darbības padevi, izmantojot caurvilkšanas veltnus vai kāpurlentes. Jāņem vērā, ka dažādu mērīšanas principu izmantošana var būt par cēloni hārvesterā mērījumu atšķirībai no rezultātiem, kas iegūti ar citādāku mērīšanas paņēmieni.

Kokmateriāla caurmēru nosaka, attiecīgajai aprēķinu programmai borta datorā saņemot elektroniskus signālus atbilstoši to apstrādes mezgla sastāvdaļu pagriešanās leņķim, kuras ir pastāvīgā saskarē ar kokmateriāla virsmu iespējami garākā šķēsgriezuma perimetra daļā. Minētajam uzdevumam izmanto atzarošanas nažu vai caurvilkšanas veltnu noturošās daļas, jo tās ir tiešā saskarē ar atbalsta kronšteiniem, un to pagriešanās leņķis mainās atbilstoši kokmateriāla caurmēram. Parasti caurmēru nosaka katrā kokmateriāla garuma centimetrā, bet kā rezultātu datora atmiņā saglabā tikai katrā garuma decimetrā konstatēto mazāko lielumu. Jāņem vērā, ka programma caurmēru aprēķina atbilstoši kokmateriāla virsmai, ko parasti klāj miza. Kļūdainu rezultātu iegūst, ja miza vietām ir noplēsta. Cits iemesls tam, ka iegūtais rezultāts var atšķirties no objektīvi pastāvošā lieluma (praktiski tas ir grūti nosakāms), ir mizas biezuma aprēķina empīrisku formulu vāja atbilstība patiesajam mērāmo kokmateriālu mizas biezuma izmaiņu raksturam kokmateriāla garenass virzie-

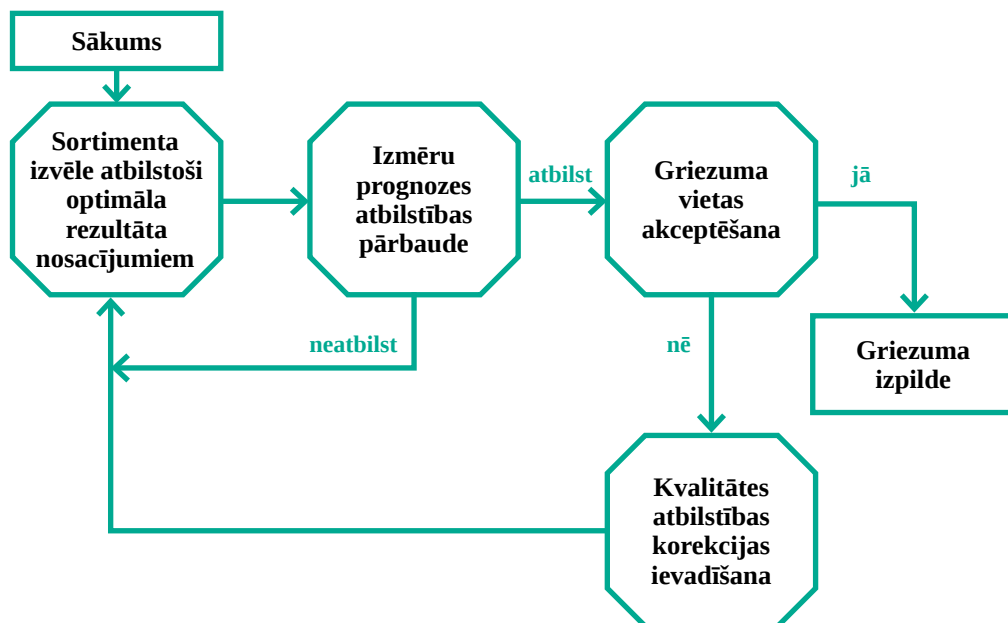
nā. Caurmēra skaitliskā lieluma pārrēķins pēc formulas nepieciešams, ja tas ir jāuzzina kokmateriālam bez mizas.

Automatizētā kokmateriālu garuma un caurmēra mērīšanā, kāda notiek hārvesteros un procesoros, iegūto rezultātu atšķirības no patiesajiem lielumiem nav nemainīgas, bet pakāpeniski var pieaugt līdz nepieļaujami lielam apmēram. Tas var divējādi izraisīt sagarumošanas brāķi. Pirmkārt, ja sagarumošanas vadības programma nesaņem pareizus mērījumu datus, tā pieņem kļūdainus lēmumus sagarumošanas shēmas sastādīšanā. Rezultātā apstrādājamais kokmateriāls tiek sagarumots tā, ka daļa no sagatavotajiem sortimentiem neatbilst to kvalitātes prasībām. Otrkārt, var rasties izmēru neatbilstības brāķis. Tā kā sagarumošanas mašīnu ražīgums ir liels, liels brāķa apjoms var rasties pat ļoti īsā laikā. Lai kritiskie lielumi netiktu pārsniegti, regulāri jāseko līdzī pastāvošajiem atšķirību lielumiem, šim nolūkam izmantojot īpašu procedūru, kalibrēšanu, tajā paredzētos mērinstrumentus un attiecīgo programmas nodrošinājumu borta datorā. Kalibrēšanas procedūras izpildei izvēlas vairākus piemērotus kokus. Procedūras izpildes laikā izvēlētos kokus nogāž un parastajā kārtībā no tiem sagatavo un uz mēra kokmateriālu sortimentus. Šos sortimentus pārmera ar elektronisko dastmēru un mērlenti, to izdarot tādā secībā, kā tiek norādīts dastmēra ekrānā redzamajā instrukcijā. Datus no dastmēra pārvada uz borta datoru un dod komandu aprēķināt atšķirības starp abiem mērīšanas paņēmieniem. Ja atšķirību lielums nav pieļaujams, kalibrēšanas programmā ievada komandu, lai mērījumu aprēķinu programmā automātiski tiktu izdarītas korekcijas un turpmākajā sagarumošanas darbā atšķirības būtu pieļaujamās robežās.

Sagarumošanas automātiskas vadības programmas nodrošinājums hārvestera vai procesora borta datorā ne tikai atslogo operatoru un dod iespēju paaugstināt darba ražīgumu, bet sekmē tādu kokmateriālu sortimentu iznākumu, kas optimāli atbilst cirmsas sagarumošanas uzdevumā norādītajiem nosacījumiem un ierobežojumiem. Pastāv iespēja izvēlēties dažādus sagarumošanas optimizācijas kritērijus, bet visbiežāk tie ir kokmateriālu cena un ražošanas prioritāte. Kā obligāts nosacījums vienmēr tiek norādīti garuma un caurmēra izmēri katram cirmsā iespējamam sortimentam. Uzsākot kārtējā stumbra apstrādi, sagarumošanas vadības programma saņem operatora norādīto koku sugas nosaukumu un pirmos izmēru datus, kas, stumbra apstrādei turpinoties, strauji papildinās, dodot iespēju sagatavot prognozi par stumbra tālākajā daļā iespējamiem sortimentiem, kas atbilstu sagarumošanas uzdevumam. Izmantojot dinamiskās programmēšanas un tīkla aprēķinu metožu kombināciju, sagarumošanas vadības programma izdara aprēķinus, uz kuru pamata tiek pieņemts lēmums par konkrēta sortimenta optimālu atbilstību visiem kritērijiem. Procedūra cikliski tiek atkārtota katras griezuma vietas izvēlei, lai no pārējā stumbra atdalītu kārtējo nogriezni (sk. 3.6. attēlu).

3.6. attēls

### Stumbra griezuma vietas izvēles shēma pusautomātiskā sagarumošanā ar hārvesteru



IT programmu izstrāde optimālas stubbru sagarumošanas pusautomātiskai vadībai balstās uz standartizētiem pamatnoteikumiem un principiem. Pasaulē ir plaši pazīstams Zviedrijā izstrādāts šādu pamatnoteikumu un principu kopums (*Standard for Forest Data and Communications*; saīsināts apzīmējums: „StanforD”; sākotnēji ieviests 1989. gadā), kas pastāvīgi tiek atjaunināts un papildināts ar uzlabojumiem, no jauna ik pēc diviem gadiem apstiprinot starptautiskā, tieši šo jautājumu risināšanai nodibinātā institūcijā. Kopš izstrādes brīža 1991. gadā pastāvīgi tiek attīstīta sistēma „SilviA”, kuru izmanto optimālas stubbru sagarumošanas pusautomātiskas vadības īstenošanā vajadzīgo failu radīšanai un lietošanai. Konkrētas borta datoru sistēmas saistās ar noteiktiem hārvesterus ražojošiem uzņēmumiem, piemēram:

- „Valmet Maxi Manager” („Komatsu” izstrādājumiem);
- „OPTI 4G” („Ponsse” izstrādājumiem);
- „motomit IT” un „motomit PC” („AFM”, „Lako”, „Logmax”, „Keto”, „Kesla”, „Waratah” izstrādājumiem).

Jebkurā no šīm sistēmām ir failu grupas sagarumošanas uzdevuma un ar to saistītās sākuma informācijas ievadīšanai un izmantošanai katra apstrādājamā kokmateriāla optimālas sagarumošanas shēmas īstenošanā (APT faili), iegūtās produkcijas uzskaitēi un raksturošanai (PRD faili), kalibrēšanas un kontrolmērījumu norises uzturēšanai un rezultātu saglabāšanai.

### 3.3.4. Sagarumošanas operācijas vieta kokmateriālu sagatavošanas un piegādes tehnoloģiskajā procesā

Teorētiski sagarumošanas operācija var notikt jebkurā kokmateriālu sagatavošanas un piegādes tehnoloģiskā procesa vietā:

- pie celma;
- pie (uz) pievešanas ceļa;
- augšgala krautuvē;
- stacionāros apstākļos lejasgala krautuvē.

Sagarumošana pie celma attiecināma tikai uz darbu ar rokas darba rīkiem, ieskaitot rokas motorzāģus. Darba vides raksturojumu no operācijas prasību izpildes iespēju viedokļa negatīvāku padara nepieciešamība darba veicējam pastāvīgi atrasties mainīgu un bieži vien nelabvēlīgu klimatisko un meteoroloģisko apstākļu ietekmē. Tā kā darbs turklāt ir fiziski smags un bīstams, tā lietojuma samazināšanas nepieciešamību galvenokārt nosaka neatbilstība mūsdienu ergonomiskajām prasībām. Šo sagarumošanas operācijas norises vietu vērtējot pēc atbilstības tālākajai procesa sastāvdaļai, t.i., kokmateriālu pirmējam transportam, pozitīva ietekme izpaužas tādā veidā, ka tiek iegūti kokmateriāli, kas pēc izmēriem ir piemēroti pievešanai ar forvarderu, reizē ar to sagādājot tās priekšrocības, kas raksturīgas forvarderam, salīdzinot to ar citiem kokmateriālu pirmējā transporta līdzekļiem. Negatīvu ietekmi var izraisīt savākšanai ar forvarderu ne vienmēr labvēlīgākais to garo kokmateriālu novietojums, kurus pārvietot mežstrādniekam nav bijis pa spēkam.

Stubbru sagarumošanu tieši pie (uz) pievešanas ceļa parasti izdara ar kādu no kokmateriālu sagatavošanas vairākoperāciju mašīnām. Visbiežāk tas ir hārvesters, jo ar to kokus arī nogāž. Procesorus lieto retāk, jo tad kokiem jābūt nogāztiem iepriekš. Lietot gāšanu ar rokas motorzāģi nav ieteicams no darba bīstamības un smaguma viedokļa, bet mašīnu koku gāšanai un saiņošanai ir vērts izmantot vienīgi apstākļos, kad iepriekš sagatavotu stubbru saiņu treilēšana nevar būt pietiekami ražīga, piemēram, ja vidējais kokmateriālu pārvietošanas attālums no cirsmas līdz krautuvei pie izvešanas ceļa ir liels. No meža kopšanas viedokļa ir ieteicams izmantot lauksaimniecības traktoram uzmontējamu procesoru krājas kopšanas cirtēs, jo tā attālumu starp tehnoloģiskajiem koridoriem var palielināt pat līdz 100 metriem. Reizē ar to pie pievešanas ceļa nonāk vairāk kokmateriālu, sekmejot ražīguma palielināšanos kokmateriālu pievešanā.

Krautuvē pie izvešanas ceļa kokmateriālus sagarumo ar procesoru, dažreiz ar pārvietojamu sagarumošanas mašīnu. Ir vairāki raksturīgākie gadījumi tehnoloģiskā procesa plānošanai, paredzot kokmateriālu sortimentu sagatavot augšgala krautuvē. Viens no tiem ir mežizstrāde tādos kalnu apstākļos, kur kokus iespējams gāzt vienīgi ar rokas motorzāģi. Uz augšgala krautuvi ar trošu sistēmu no cirsmas nogādā atzarotus vai neatzarotus stubbrus. Otrā gadījumā strādā pēc tehnoloģijas, uz lejasgala krautuvi vedot nepilna garuma stubbrus vai garkokus. Trešajā gadījumā cirmā kokus gāž ar gāšanas un saiņošanas mašīnām, stubbrus ar visiem zariem treilē uz augšgala krautuvi, lai tur atzarotu un sagarumotu pa sortimentiem.

Stacionāros apstākļos lejasgala krautuvē parasti sagarumo atzarotus stumbrus vai garkokus. To dara valstīs, kurās lielāka vai mazāka daļa mežizstrādes kopapjoma notiek tādos apstākļos, kur stumbru tehnoloģijas izmantošanas priekšrocībām ir pārsvars salīdzinājumā ar sortimentu tehnoloģiju.

### 3.3.5. Priekšnoteikumi sekmīgai sagarumošanas operācijas izpildei

Raugoties no kokmateriālu sagarumošanā iegūstamo kokmateriālu kvalitātes viedokļa, ir atzīmējami vairāki priekšnoteikumi, kuru īstenošanās pastāvīgs nodrošinājums neapšaubāmi sekmē iegūto kokmateriālu kvalitātes pilnīgāku atbilstību attiecīgajām prasībām, bet kuri netiek izvirzīti citās mežizstrādes operācijās:

1. Sagarumojamam stumbram jābūt labi pieejamam kā no kvalitātes vērtēšanas, tā uzmērīšanas un griezumam izpildes viedokļa.
2. Izmantojami tikai verificēti mērinstrumenti, kas nodrošina sortimentu sagatavošanas noteikumos norādīto precizitāti.
3. Automātiskās uzmērīšanas ierīces kalibrējamas tik bieži, lai nodrošinātu sortimentu sagatavošanas noteikumos norādīto precizitāti.
4. Sagarumošanas optimizācijas kritērijiem jābūt labi saprotamiem un viegli lietojamiem.

No stumbra kvalitātes vizuālas vērtēšanas viedokļa sagarumošanai ar motorzāģi cīsmā ir skaidri saskatāmas priekšrocības. Katra koka stumbrs aplūkošanai ir pieejams jau pirms gāšanas, vismaz no trim sānu virsmas pusēm un resgaļa griezumā to tiešā tuvumā var redzēt atzarošanas laikā, kad tas jau atrodas uz zemes; stumbra iekšējā struktūra labi atklājas reizē ar katru turpmāko sagarumošanas griezumam. Tā kā kokmateriālu sagatavošanā ar motorzāģi nemēdz strādāt diennakts tumšajā laikā, apgaismojums sagarumošanu neietekmē vairāk nekā koku gāšanu vai stumbru sagarumošanu.

Raugoties no griezumam izpildes iespēju viedokļa, var uzskatīt, ka kokmateriāla pieejamības priekšnosacījuma izpilde visvairāk atkarīga no mežstrādnieka prasmes savu rīcību pieskaņot katras konkrētās darba vietas apstākļiem darba veikšanas brīdī. Par labu atzīstams tāds stumbra novietojums, ja visas sagarumošanas griezumam vietas ir ērti pieejamas, bet koksnes šķiedru spriegojums stumburā netraucē izdarīt zāģējumus perpendikulāri stumbra garenasij, iegūstot līdzenu kokmateriāla gala virsmu bez „naga”, šķiedru izrāvuma, gāšanas plaisas vai atplisuma.

Kokmateriālus cīsmā vai augšgala krautuvē sagarumojot mašīnizēti, lielākās grūtības sagādā kvalitātes vērtēšana no mašīnas operatora kabīnes, jo nav iespējams kokmateriālu aplūkot no visām pusēm, turklāt vājāk saskatāmas koksnes vainas var palikt nepamanītas arī redzamajā kokmateriāla sānu virsmā vai gala griezumā. Apstrādājamā stumbra redzamība noteikti ir labāka skaidrā laikā, dabiskā apgaismojuma apstākļos un ar nosacījumu, ka hārvestera operatoram tieši saskatāma ir kokmateriāla labāk apgaismotā puse, nevis tā, kas ir ēnā.

Uzmērīšana darbā ar hārvesteru tiek traucēta tajos gadījumos, kad stumbri nav piemēroti apstrādei ar hārvesteru, jo ir pārāk resni, likumaini, sazarojušies, ar resniem un šaurā leņķī pret stumbru augošiem zariem, ar lieliem puniem, apledojuši u.tml.

Strādājot ar hārvesteru, sagarumošanas griezumam droša un kvalitatīva izpilde ir iespējama, ja vien stumbrs ir piemērots apstrādei atbilstoši tehnoloģiskā mezgla raksturojumam. Uzmanība pievēršama resnu stumbru novietojumam sagarumošanas brīdī, lai gara sortimenta nozāģēšanas darbības noslēgumā tā smaguma spēks nebūtu par cēloni serdes plaisai, gāšanas plaisai vai atplisumam, jo sortimenta brīvais gals nav bijis pietiekami atbalstīts pirms attiecīgā griezuma uzsākšanas.

### 3.3.6. Kokmateriālu sagarumošanas operācijas norise

Kokmateriālu sagarumošanas operācijas norise ir atkarīga no:

- sagarumošanas operācijas izpildes vietas;
- lietotajiem darba līdzekļiem;
- sagarumošanas uzdevuma.

Analizējot sagarumošanas norisi, ir svarīgi noskaidrot gan katras sastāvdaļas raksturojumu atsevišķi, gan savstarpējā noteiktas izpildes secības sasaistē iegūto visas operācijas raksturojumu. Operācijas norise būtiski atšķiras no citām apaļo kokmateriālu sagatavošanas un piegādes pamatdarbu operācijām ar to, ka viens no šīs operācijas uzdevumiem, konkrēti stumbra sagarumošanas shēmas izvēle, nav vērsts uz fiziskas darbības izpildi, bet prasa prāta piepūli, lai izšķirtos par no-

teikta lēmuma pieņemšanu, izvēloties piemērotāko starp vairākiem iespējamiem variantiem. Lai atsevišķi analizētu sagarumošanas norisi, no operāciju kompleksa formāli jāatdala tās darbības, ko izpilda sagarumošanas operācijas uzdevumu veikšanai. Gan darbā ar motorzāģi, gan ar hārvesteru operāciju komplekss sākas ar koka gāšanu. Tā kā koku gāšanas mērķis ir koka stumbru novietot labi pieejamā stāvoklī turpmāko operāciju izpildei, par vienlaicīgi notiekošo atzarošanas un sagarumošanas sākuma momentu jāuzskata brīdis, kad stumbrs ar visiem zariem pēc tā atdalīšanas no celma ir nonācis tādā stāvoklī, ka ir iespējams vienlaicīgi uzsākt abas minētās operācijas.

Kokmateriālu sortimentu sagatavošanā ar motorzāģi konkrēta fiziska sagarumošanas darbība sākas ar stumbra resgaļa griezuma nolīdzināšanu (ja tas ir nepieciešams pirmā sortimenta kvalitātes prasību izpildei). Lēmuma pieņemšanai par šāda zāģējuma nepieciešamību atsevišķs laiks netiek tērēts, jo resgaļa kvalitāti strādnieks ir novērtējis, pienākot tam tuvāk no tās vietas, kur viņš drošā attālumā ir bijis koka gāšanās brīdī. Kokmateriālu garumu mēra ar mežstrādnieka mērlenti, un šī darbība sākas uzreiz pēc resgaļa griezuma nolīdzināšanas, mērlentes fiksatoru nostiprinot resgaļa griezumā. Tā kā kokmateriāla caurmēru ierobežo ar tā mazāko pieļaujamo lielumu vai ar pieļaujamo intervālu starp mazāko un lielāko izmēru, to parasti nosaka vizuāli, un ar to pašu mērlenti mēra tikai šaubīgajos gadījumos, vai caurmērs ir prasībām atbilstošs. Lai mērītu garumu, ir jāpārvietojas gar stumbru virzienā no resgaļa uz tievgali. Pārvietojas, atrodoties pa kreisi no stumbra (skatoties galotnes virzienā), jo vienlaicīgi jāpilda atzarošanas darbības. Tajās vietās, kur stumbram nav zaru (parasti resgaļa daļā), pārvietošanās ātrums ir atkarīgs tikai no tiem apstākļiem, kas var traucēt iešanu, tāpēc patērēto laiku var attiecināt uz sagarumošanas operāciju. Tiklīdz ir nogriežami zari, pārvietošanās ievērojami paildzinās, jo laiks tiek tērēts arī rīcībai ar motorzāģi zaru nozāģēšanā. Atsevišķi uz sagarumošanas operāciju tad var attiecināt tikai tādu laika patēriņu, kāds nepieciešams, ejot gar stumbra daļu bez zariem. Pārvietojoties gar stumbru, reizē tiek iegūta vizuāla informācija par tā kvalitāti. Šaubīgos gadījumos ar mērlenti var izmērīt zara caurmēru vai kādu koksnes vainu, lai konstatētu tās pieļaujamību paredzētajam sortimentam. Nonākot tādā attālumā no stumbra resgaļa, kur jāizdara zāģējums pirmā sortimenta atdalīšanai no atlikušās stumbra daļas, ir jāapstājas, lai šo zāģējumu izdarītu vai arī lai griezuma vietu iezīmētu. Zāģējumam (ieziņmēšanai) patērētais laiks attiecas uz sagarumošanas operāciju. Līdzīgā veidā norise atkārtojas pie tālāk galotnes virzienā paredzētajiem sortimentiem. Uz sagarumošanu attiecināma arī mērlentes ieritināšana un pārkabināšana.

Pēc sagarumošanas isākos un tievākos sortimentus saliek kopā pa sortimentu veidiem. Stumbra un gatavo sortimentu pārvietošanai un krautnēšanai patērētais laiks ir jāattiecina uz sagarumošanas operāciju, jo tai ir jānoslēdzas ar to, ka iegūtie produkti (sortimenti un atgriezumi) novietoti atbilstoši tehnoloģiskajam plānojumam. Darbību norise līdzīgi atkārtojas pie katra nākamā kokmateriālu sagatavošanai paredzētā koka. Operāciju kompleksā kā atsevišķa norise notiek vienīgi koku gāšana. Stumbra atzarošanā un sagarumošanā ir saskatāmas tādas darbības, kas vienlaicīgi attiecas uz abām šīm operācijām, un tādas, kas attiecināmas tikai uz vienu no tām un pārmaiņus notiek tādā secībā, kas konkrētajiem apstākļiem ir piemērotākie. Pāriešana pie nākamā apstrādājamā koka (vai stumbra) nepieciešama katrā no operācijām, tāpēc to formāli var attiecināt uz jebkuru no tām.

Kokmateriālu sortimentu sagatavošanā ar hārvesteru par atzarošanas un sagarumošanas operāciju vienlaicīgas darbības sākumu jāuzskata brīdis, kad pēc stumbra nogriešanas no celma tālāk sekojošā resgaļa pārvietošanā uz to vietu, kur pēc atdalīšanas no tālākās stumbra daļas jānovietojas pirmajam nogriežnim, hārvestera tehnoloģiskais mezgls ir tādā stāvoklī, ka var sākt stumbra pārvietošanu caur tehnoloģisko aprīkojumu reizē ar mērījumiem un zaru nogriešanu (ja šajā stumbra daļā tādi ir). Hārvestera operators līdz šim brīdim jau ir paspējis novērtēt stumbra resgaļa daļas kvalitāti un pieņemt lēmumu par to, vai ir nepieciešamība nolīdzināt gala griezumu, nozāģējot koksnes ripu, vai pat sākt stumbra pārvietošanu caur tehnoloģisko mezglu līdz vietai, kur kvalitāte ir uzlabojusies, lai varētu sākt pirmā sortimenta izvēlei nepieciešamo pārvietojumu.

Operatora prāta darbības pievēršanās stumbra sagarumošanai ir sākusies reizē ar kārtējā gāzama koka izvēli. Reizē ar koka izvēli hārvestera operators iegūst vizuālu informāciju par koka sugu, izmēriem kopumā un lielāko daļu ārēji saskatāmo koksnes vainu (piemēram, likumainība, resgaļa blīzums, puni, nokaltuši un trupējuši zari, saussāns, sasveķojums, piepes, sānu plaisas, padēls, dubultgalotne, greizšķiedrainība, mehāniski bojājumi u.c.), kas varētu ietekmēt stumbra sagarumošanai nepieciešamo kvalitātes vērtējumu. Pēc stumbra atdalīšanas no celma informācija par kvalitāti papildinās ar resgaļa griezuma plaknes vizuālu vērtējumu, vai tajā nav saskatāms iekrāsojums, trupe, lielainums, mizas ieaugums, rievotais blīzums, kukaiņu kāpuru ejas, plaisas, mehāniski bojājumi un citas vainas.

Turpmākais darbs atzarošanā un sagarumošanā notiek pusautomātiski. Hārvestera borta datorā esošā sagarumošanas vadības programma iegūst un piedāvā, parādot uz borta datora ekrāna,



datu par programmas izvēlēto kokmateriālu sortimentu. Tas ir optimālais rezultāts, kas pamatots matemātiskos aprēķinos, kompleksi izmantojot dinamiskās programmēšanas (matemātikā, datorzinātnē, ekonomikā un bioinformātikā dinamiskā programmēšana ir metode, lai atrisinātu sarežģītas problēmas, sadalot tās vienkāršākās pakārtotās problēmās) un tīkla aprēķinu principus (tīkla teorija ir datorzinātņu un tīklu zinātņu joma, daļa no grafu teorijas). Hārvestera operatoram par programmas piedāvājumu ir jāpieņem apstiprinošs vai noraidošs lēmums, kas balstīts uz vizuālu apstrādājamā stumbra kvalitātes vērtējumu. Pieredzējis operators savu uzskatu par kokmateriāla kvalitāti vērtējamā stumbra daļā iegūst momentāni un programmas darbībā spēj iejaukties arī pirms sākotnēji paredzētās zāģējuma vietas sasniegšanas, tāpēc programma var uzsākt atkārtotus aprēķinus atbilstoši operatora ievadītajai norādei.

Sagarumošanas norise ar hārvesteru nav vienveidīga arī tādā nozīmē, ka tieši tajā operāciju kompleksa daļā, kas attiecas uz sagarumošanu, pastāv prasība iegūtos sortimentus novietot atsevišķi pa to veidiem, turklāt, novietojot tādā leņķī pret pievešanas ceļa garenasi, kas ir piemērotākais to iekraušanaī, forvarderam savācot kravu. Garākus un smagākus kokmateriālus parasti cenšas novietot paralēli un tuvāk pievešanas ceļam, bet no īsākajiem kokmateriāliem veido nelielus saiņus stateniski pret pievešanas ceļu.

### 3.3.7. Kokmateriālu sagarumošanas operācijas vērtēšana

Sagarumošanas operācijas rezultātus, līdzīgi citiem darbiem mežizstrādē, var vērtēt gan pēc darba ražīguma, gan patērētās enerģijas, tomēr atbilstoši operācijas mērķim par svarīgākajiem uzskatāmi rezultāti attiecībā uz atbilstību koksnes racionālas izmantošanas prasībām. Neapšaubāmi, katrā atsevišķā cismā kokmateriālu sagarumošanas mērķis nav iegūt pašus labākos rezultātus attiecībā uz teorētiski iespējamo sadalījumu pa kvalitātes ziņā atšķirīgām apaļo kokmateriālu sortimentu grupām, kāds varētu būt iespējams konkrētajam cismas kokmateriālu krājas sadalījumam pa koku sugām, izmēriem un pēc kvalitātes. Brīvā tirgus apstākļos patiesais mērķis ir reāli pastāvošo cismas krāju sadalīt pa to sortimentu grupām, kādus nepieciešams ražot atbilstoši ar klientiem noslēgtajiem kokmateriālu piegādes līgumiem, lai rezultātā no šajā cismā sagatavoto kokmateriālu pārdošanas iegūtu maksimālo peļņu. No šāda viedokļa tehnoloģiski atšķirīgus kokmateriālu sagarumošanas variantus savstarpēji var salīdzināt pēc starpības, kāda ir starp sortimentu iznākuma maksimāli iespējamo vērtību naudas izteiksmē visu veidu sortimentiem kopā un iespējamo iznākuma vērtību katrā tehnoloģiski atšķirīgajā sagarumošanas variantā. Tādējādi, piemēram, var noteikt, cik liela ir atšķirība starp stumbru sagarumošanu ar rokas motorzāģi un ar sortimentu sagatavošanas hārvesteru. Tā kā operācijas struktūrā ietilpst arī sagarumošanas shēmas izvēle, minētā veida salīdzinājumam lielākā mērā ir tehnoloģiska, nevis ekonomiska jēga. Praktiski šāda veida uzdevumu iespējams risināt tikai īpaši šim nolūkam organizētos pētījumos, jo vienus un tos pašus koku stumbrus reāli nav iespējams sagarumot, izmantojot dažādus sagarumošanas tehnoloģiskos paņēmienus.

### 3.3.8. Problēmas un turpmākā attīstība kokmateriālu sagarumošanas operācijā

Kokmateriālu sagarumošanas operācijā saskatāmas šādas problēmas:

- sagarumošanai paredzēto kokmateriālu kvalitātes vērtēšanas iespējas no mašīnas kabīnes;
- vienotu kokmateriālu kvalitātes prasību trūkums;
- mērījumu rezultātu atbilstības nodrošinājums faktiskajiem izmēriem;
- operatoru kvalifikācija un motivācija.

Attiecībā uz operatora iespējām no savas darba vietas pietiekami labi novērtēt kokmateriāla kvalitāti raksturojošās īpašības ir paredzama nevis redzamības uzlabošana, bet tādu ierīču ieviešana, kas spēj ātri un precīzi novērtēt kokmateriāla iekšējo struktūru, lai iegūto informāciju tūlīt varētu izmantot sagarumošanas automatizētas vadības programmā, tādējādi operatoru atbrīvojot no kvalitātes vērtēšanas. Citādā ziņā sagarumošanas operāciju var būtiski vienkāršot, ražošanā plaši ieviešot unificētas sortimentu izmēru un kvalitātes prasības, kas dod iespēju samazināt gan sagatavojamo kokmateriālu sortimentu veidu skaitu, gan kvalitātes prasību daudzveidīgumu un biežu mainīgumu. Tādas ir pazīstamas jau vairākus gadu desmitus, bet ir vāji atbalstītas no koksnes izejvielu pircēju puses, kuri saskata šķietamu apdraudējumu savu ražošanas uzņēmumu saimnieciskajai darbībai. Mērījumu precizitātes paaugstināšanai sagarumošanā ar mašīnām pašreizējie

paņēmienu, kur nevar izvairīties no kokmateriāla virsmas nevienmērīguma negatīvās ietekmes, sagaidāma pāreja uz tādiem mērīšanas principiem, ka mērierīču elementiem garuma un caurmēra noteikšanā nav jāsaskaras ar kokmateriālu. Joprojām turpināsies mašinizētas sagarumošanas plašināšanās. Kad sagarumošana tiks pilnīgāk automatizēta, būtiski atvieglosies operatora darbs, un tādējādi šīs profesijas apgūšana kļūs vienkāršāka; tādējādi to kā savas profesionālās darbības virzienu varētu izvēlēties plašāks personu loks nekā līdz šim.

## 4. KOKMATERIĀLU PIRMĒJĀ TRANSPORTA OPERĀCIJAS TEHNOLOĢIJA

Koksnes izejvielu ražošanā cirmā sagatavoto apaļo kokmateriālu pārvietošana līdz transporta ceļam notiek bezceļa teritorijā, nepieciešamības gadījumā iepriekš veicot vajadzīgos palīgdarbus, lai to būtu iespējams izdarīt ar šādiem apstākļiem piemērotiem kokmateriālu pārvietošanas līdzekļiem. No tehnoloģiskā viedokļa šī cirsma darbu fāzes sastāvdaļa būtiski atšķiras no apstrādes rakstura operācijām, jo nemainās kokmateriālu izmēri un forma, bet vienīgi to teritoriālās atrašanās vieta un novietojuma veids. Parasti cirmā katrs atsevišķs kokmateriāls atrodas tehnoloģiskajam plānojumam atbilstošā vietā un novietots ar vairākiem citiem kokmateriāliem kopējā krājumā tikai tajos gadījumos, ja tas ir nepieciešams un ja ir vajadzīgie darba līdzekļi. Pirmējā transporta laikā cirmā sagatavotos kokmateriālus savāc, pārvieto līdz krautuvei pie izvešanas ceļa un tur sakrauj grēdās, vienlaicīgi sašķirojot pa sortimentiem atkarībā no koku sugas, izmēriem un kvalitātes. Šo darbību kopums vienmēr ir saistīts ar lielu enerģijas izlietojumu, pastāvīgu atkarību no dabiskajiem apstākļiem un negatīvu ietekmi uz apkārtējo vidi, tāpēc bieži vien ir pats svarīgākais mežizstrādes izpildē sasniegtās efektivitātes faktors. Tikko minētais ir iemesls pašlaik pasaules mērogā pastāvošajai lielajai to variantu daudzveidībai, kādi ir iespējami un reāli tiek izmantoti šīs tehnoloģiskā procesa sastāvdaļas īstenošanai mežizstrādē.

Apzīmējot kokmateriālu pirmējo transportu kā tehnoloģiskā procesa operāciju, tiek lietoti dažādi termini, ko izvēlas tā, lai uzreiz rastos priekšstats par kokmateriālu pārvietošanas veidu. Latviešu valodā operācijas nosaukumam lieto vārdu **pievešana**, ja pārvietošanas laikā kokmateriāli uz transporta līdzekļa novietoti tā, ka nesaskaras ar zemi. Šo operācijas apzīmējumu lieto ne tikai nepārprotamos gadījumos, piemēram, vedot mašīnas (vai piekabes) kravas tilpnē novietotus kokmateriālus, bet arī vedot īsākus kokmateriālus, kas nostiprināti kravas satveršanas ierīcē (piemēram, skavās, apņemti ar aptvertrosi vai ķēdi u.tml.). To pašu apzīmējumu lieto, pa gaisu ar helikopteru pārvietojot tam piekarinātus kokmateriālus. Operācijas apzīmējumam vārdu **treilēšana** izmanto tad, ja kokmateriālu pārvietošanas veids ir vilkšana pa zemi neatkarīgi no tā, cik liela daļa no velkamā kokmateriāla saskaras ar atbalsta virsmu. Treilēšanai izmanto traktoros bez kravas tilpnēm, kā arī speciālas, parasti kalnu apstākļiem paredzētas, trošu sistēmas.

Pirmējā transporta operācijas mērķis ir panākt, lai visi cirmā sagatavotie kokmateriāli tiktu nogādāti vietā, no kuras tos ir iespējams transportēt pa vispārējas nozīmes sauszemes ceļiem, dažkārt arī pa ūdeni. Ir iespējami gadījumi, kad ar pirmējo transportu kokmateriālus uzreiz nogādā līdz lejasgala krautuvei tālākā transporta sākuma punktā vai pat klienta lejasgala krautuvē.

### 4.1. Prasības tehnoloģijas kvalitātes nodrošināšanai kokmateriālu pirmējā transportā

Galvenās izpildes kvalitāti nodrošinošās prasības kokmateriālu pirmējā transportā ir vērstas trīs virzienos: darba objekts, darba veicējs, apkārtējā vide. Tās ir:

1. Pārvietošanas veidam un paņēmienu jābūt tādiem, lai kokmateriāli nezaudētu sagatavošanas laikā iegūto kvalitāti.
2. Kokmateriālu pirmējā transporta operācijas norise nedrīkst apdraudēt darba veicēju un citu personu veselību vai dzīvību.
3. Kokmateriālu pirmējā transporta veidam un paņēmienu jānodrošina apkārtējās vides aizsardzības prasību izpilde.

Izplatītākie pārvietošanas veidi kokmateriālu pirmējā transportā ir **vešana un vilkšana**. Pilnīgi izvairīties no kokmateriālu bojājumiem nav iespējams nevienā no abiem minētajiem.

Kokmateriālus var vest, novietotus kravas tilpnē, uz kūleņa ar saspiedējstatņiem, vairoga vai citām transporta līdzekļa sastāvdaļām, kas ir piemērotas kravas noturēšanai brauciena laikā. Īsāki kokmateriāli vešanas laikā var atrasties iekarīnātā stāvoklī, ja tie ir stingri saspiesti ar satvērēja skavām. Vešanas laikā krava ir pietiekami pasargāta no bojājumiem, atskaitot nelielus iespaidumus sānu virsmā tiem kokmateriāliem, kas tieši saskaras ar statņiem, skavām, kūleņiem, aptverošajām trosēm vai ķēdēm. Atsevišķi lielāki kokmateriālu bojājumi mēdz rasties kravas savākšanas, iekraušanas un izkraušanas laikā. Biežāk tie ir mizas noplēsumi, bet iespējami arī dziļāki iespaidumi koksnē, iepļisumi vai pat lūzumi.

Kokmateriālu vilkšanā pa zemi ir liela mehānisku bojājumu iespēja, pārvietojamiem kokmateriāliem aizķeroties aiz celmiem, saknēm vai akmeņiem, iesprostojoties starp tiem vai citiem šķēršļiem. Gandrīz neizbēgama ir notriepšanās ar visdažādākajām daļiņām, kas ir grunts sastāvā. No tā var izvairīties, ja ir dziļš sniegs vai ilgstošs kailsals.

Darba veicēju apdraudējums ir atkarīgs ne tikai no pārvietojamo kokmateriālu un vietas apstākļu raksturojuma, bet vēl lielākā mērā no darba mehanizācijas. Var droši apgalvot, ka darba veicēju apdraudējums kokmateriālu pirmējā transportā samazinās reizē ar to, kā samazinās iesaistīto personu nepieciešamība operācijas elementu izpildē rīkoties tieši ar pārvietojamiem materiāliem. Vismazākais apdraudējums parasti ir tad, ja darbs ir pilnībā mašinizēts un visas operācijas sastāvdaļas var paveikt, vadot attiecīgos izpildmehānismus no kabīnes. Tā kā apdraudējumu cēlonis var būt arī paši pirmējā transporta līdzekļi, ar risku jāreķinās jebkurā no kokmateriālu pārvietošanas gadījumiem. Pirmējā transporta norises plānošanā un vadībā vienmēr jāņem vērā pastāvošie dabiskie apstākļi: grunts nestspēja, meteoroloģiskie apstākļi, mikro- un makroreljefs, ūdens noteces vietas u.tml.

Darba līdzekļu un to lietošanas paņēmieni iedarbības sekas, kokmateriālus pārvietojot cīrsmā un tālāk līdz tiešai tuvumā esošai krautuvei, izpaužas kā dažāda veida pārveidojumi un bojājumi augsnē vai dziļāk gruntī, zemsegā un zemsedzē, kociņu un koku saknēs, stumbros un vainagā. Kontrolējot mežizstrādes darbu izpildes kvalitāti, parasti pirmām kārtām pārlicinās par meža mašīnu iebraukto sliežu dziļumu un augšanai atstājamo koku bojājumiem. Kokmateriālu pirmējā transporta negatīvā ietekme uz apkārtējo vidi visvairāk izpaužas, pastāvot lielai neatbilstībai starp norises vietas apstākļu raksturojumu un lietotajiem darba līdzekļiem. Visbiežāk šāda neatbilstība novērojama, cenšoties kokmateriālus treilēt vai pievest ar traktoru, ja iepriekš pievešanas ceļa vieta nav sagatavota vai arī to nav bijis iespējams sagatavot tā, lai brauktuves izturība būtu pietiekama attiecīgajam traktoram.

## 4.2. Operācijas tehnoloģiskā struktūra

Kokmateriālu pievešanā vai treilēšanā ar traktoriem, līdzīgi arī nemehanizētos pirmējā transporta darbos un zināmā mērā pat darbā ar trošu sistēmām kalnu apstākļos, tehnoloģiskās struktūras lielākās sastāvdaļas ir:

1. transporta līdzekļa pārvietošanās bez kravas;
2. kravas savākšana;
3. transporta līdzekļa pārvietošanās ar kravu;
4. kokmateriālu novietošana krautuvē pie izvešanas ceļa.

Galveno tehnoloģiskās struktūras sastāvdaļu norise katrā konkrētā gadījumā ir atkarīga no lietotajiem transporta līdzekļiem un norises vietas raksturojuma.

## 4.3. Darba līdzekļi kokmateriālu pirmējā transportā

Visus mūsdienās pasaulē lietojamus līdzekļus kokmateriālu pārvietošanai no to sagatavošanas vietas cīrsmā līdz vispārējās nozīmes transporta ceļam var iedalīt divās grupās:

- nemehanizētie;
- mehanizētie.

### 4.3.1. Nemehanizētie līdzekļi kokmateriālu pirmējā transportā

Nemehanizēts kokmateriālu pirmējais transports pasaulē vēl joprojām tiek lietots, un tam par iemeslu var būt vēlēšanās nodarīt iespējami mazāku kaitējumu apkārtējai videi, mazs plānotais transporta darba apjoms, labvēlīgi apstākļi, kas dod priekšrocību noteikta paņēmiena izvēlei, ekonomiski apsvērumi u.c.

Nemehanizēta kokmateriālu pirmējā transporta paņēmieni var tikt realizēti divos principiāli atšķirīgos veidos:

- izmantojot darba dzīvniekus;
- izmantojot gravitāciju.

Darba dzīvnieku, arī cilvēka, fiziskā spēka lietojums kokmateriālu pārvietošanai ir pazīstams jau kopš tālas senatnes. Mūsdienās to joprojām izmanto apstākļos, kuros nav iespējama vai arī, no kādiem svarīgiem viedokļiem raugoties, nav ieteicama moderno mehanizācijas līdzekļu izmantošana. Tas var būt kalnu apstākļos, vietās ar vāji attīstītu satiksmes ceļu tīklu, īpašu dabas aizsardzības prasību gadījumos, novācot nedaudzus kokus mazapjoma darbos, citreiz arī cenšoties ņemt vērā sabiedrības iebildumus pret mašīnu lietojuma paplašināšanos dabas vidē. Parasti kā papildu aprīkojums ir nepieciešams aizjūgs un arī attiecīgajiem apstākļiem piemērotas ierīces, lai ar darba dzīvnieka (vai cilvēka) attīstīto vilcējspēku varētu vienlaicīgi pārvietot vairāk kokmateriālu, to izdarīt ātrāk vai ar mazāku piepūli.

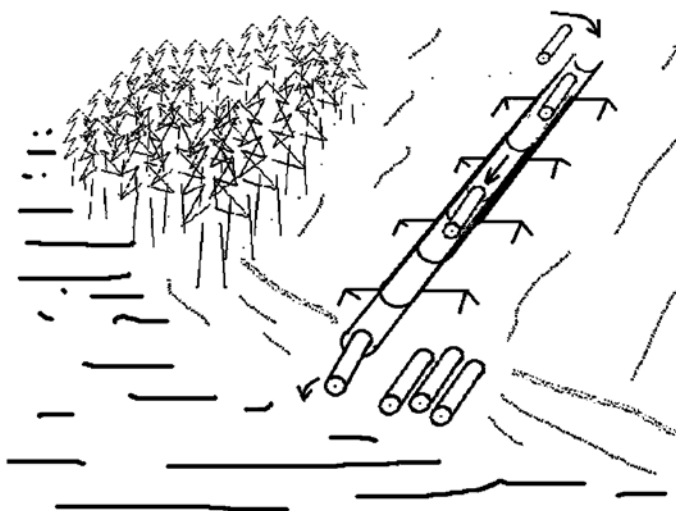
Nemehanizētā pievešanā rīkojas tikai ar apaļo kokmateriālu sortimentiem, bet ne ar pilna garuma stumbriem. Sortimentu nav vienādi pēc izmēriem, tāpēc pārvietošanas paņēmieni atšķiras atkarībā no tā, vai no cirsmas uz augšgala krautuvī jāpiegādā garie vai īsie kokmateriāli. Nemehanizēta pirmējā transporta norises vietas apstākļu ziņā lielākā nozīme ir tam, vai darbs jāveic laikā, kad nav sniega, vai tad, kad zemi klāj sniegš.

Strādājot ar zirgu, garos kokmateriālus parasti pārvieto, tos velkot, ja attālums ir neliels, bet lielākā attālumā ved ratos vai ragavās. Īsos kokmateriālus ved iekrautus divričos, ratos vai ragavās. Garo kokmateriālu vilkšanai kā tehnoloģisku aprīkojumu izmanto troses vai ķēdes cilpeni, kokmateriāla galam uzliekamu divpusēju vai trīspusēju skavu (divi no skavas lokiem balstās pret zemi, kokmateriāla galu noturot nedaudz paceltā stāvoklī), ilksis ar kūleni, ragaviņas ar kūleni vai divričus ar arku.

Gravitācijas spēku kokmateriālu pārvietošanai izmanto tikai kalnu apstākļos, lai nogāzes augstākā vietā sagatavotus kokmateriālus nogādātu zemāk, tos vispirms novietojot dabiskā grunts padziļinājumā vai speciāli šim nolūkam paredzētā teknē tā, ka kokmateriāla garenass sakrīt ar nogāzes slīpuma virzienu, un tad iekustinot, lai smaguma spēka ietekmē pārvietošanās pa nogāzi uz leju turpinātos (sk. 4.1. attēlu). Tāda veida pārvietošanu apkārtējās vides aizsardzības mūsdienu noteikumi vairs nepieļauj pa dabiskiem grunts padziļinājumiem.

#### 4.1. attēls

#### Plastmasas vai metāla teknes apaļo kokmateriālu slidināšanai uz leju pa nogāzi



### 4.3.2. Mehanizēti kokmateriālu pirmējā transporta darba līdzekļi

Prasības mežā izmantojamam transporta līdzeklim var būt pat savstarpēji pretrunīgas, jo tam jābūt reizē gan ar ļoti augstu manevrēšanas spēju starp dažādiem šķēršļiem, gan lietojamam zemas grunts nestspējas apstākļos, gan ražīgam, gan izturīgam un tajā pašā laikā arī vienkāršam, lētam, apkārtējai videi nekaitējošam un darba darītāju neapdraudošam utt. Cenšoties ievērot minētās prasības, ir izveidojusies situācija, ka pašlaik pasaulē mehanizētajam kokmateriālu pirmējam transportam izmanto:

- traktoros;
- vairākoperāciju mašīnas;
- trošu sistēmas;
- lidaparātus.

#### 4.3.2.1. Traktori kokmateriālu pirmējā transportā

Traktoros mehanizētā kokmateriālu pirmējam transportam izmanto visplašāk, jo salīdzinājumā ar citiem iespējamiem mehanizācijas līdzekļiem tiem ir divas svarīgas priekšrocības:

- augstas manevrēšanas spējas;
- vienkārša tehnoloģiskā iekārta.

Visu kokmateriālu transportam iespējamo traktoru galvenā savstarpējā atšķirība ir to ritošās daļas tips:

- kāpurķēžu traktori;
- riteņtraktori.

Izvēloties starp minētajiem diviem tipiem izmantošanai kokmateriālu pievešanā vai treilēšanā, biežāk izvēle ir par labu riteņtraktoriem. To nosaka priekšrocības, kādas riteņtraktoriem ir salīdzinājumā ar kāpurķēžu traktoriem:

- vieglāki;
- lētāki;
- ar augstāku lietderības koeficientu;
- ātrāki;
- nebojā ceļa segumu;
- ar augstām manevrēšanas spējām;
- mazāk bojā meža vidi;
- ar labāku amortizāciju.

Uzskaitītās riteņtraktoru priekšrocības nepavisam nenozīmē, ka tās ir spēkā, salīdzinot jebkurus divus no šiem traktoru tipiem. Korekti salīdzinot, traktori jāizvēlas no vienas un tās pašas klases pēc attīstītā vilces spēka, līdzīga paredzētā lietošanas mērķa, piederības līdzīgai tehniskās attīstības līmeņa stadijai, līdzīgas sasniegtās fiziskās un morālās novecošanas pakāpes u.tml. Vismazāk ir jāšaubās par to, ka riteņtraktors varētu būt vieglāks, lētāks, ceļa segumu un meža vidi mazāk bojājošs nekā citādā ziņā līdzvērtīgs kāpurķēžu traktors.

Pasaules mežizstrādes praksē pastāv uzskats – kāpurķēžu traktora galvenās priekšrocības izpaužas darbā kalnu apstākļos vai dziļa sniega gadījumos (sniega segas biezums pārsniedz metru). Pateicoties ievērojami masīvākai traktora ritošajai daļai, kāpurķēžu traktora smaguma centrs ir tuvāk atbalsta virsmai, tāpēc šāda tipa traktors kalnu nogāzēs labāk saglabā stabilitāti, nekā to spēj riteņtraktors. Masīvāka ritošā daļa palīdz arī dziļa sniega apstākļu pārvarēšanā.

Kopumā pasaulē mežizstrādē lieto ļoti daudz dažāda veida traktoru. Kokmateriālu pievešanai vai treilēšanai lietojamie traktori savstarpēji atšķiras:

1. pēc traktoram sākotnēji paredzētā uzdevuma:
  - speciālie, kas konstruēti tieši izmantošanai kokmateriālu pirmējam transportam noteiktos apstākļos;
  - pielāgotie, piemēram, paredzēti lauksaimniecībai, bet pēc papildu aprīkošanas izmantojami darbam mežizstrādē;
2. pēc paredzētā darba apjoma:
  - lielapjoma ražošanai;
  - mazapjoma darbiem;

3. pēc tehnoloģiskā aprīkojuma;
  - ar trošu aprīkojumu;
  - ar hidroceltni;
  - ar saiņu satvērēju;
4. pēc galvenajiem tehniskajiem rādītājiem:
  - pēc vilktspējas;
  - pēc kravnesības;
  - pēc pārgājības.

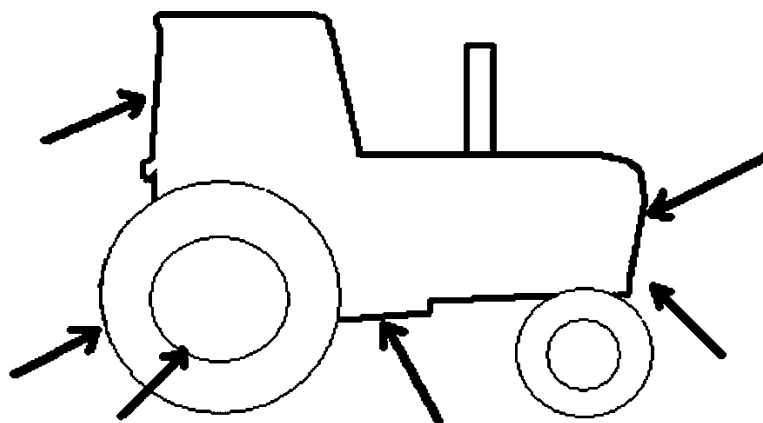
Speciālos traktoros visbiežāk izmanto lielapjoma ražošanā. Tā kā to konstrukcija izstrādāta atbilstoši meža apstākļiem, tie ir piemērotāki labu rezultātu sasniegšanai gan no ražīguma viedokļa, gan traktora vadītājam nodrošināto darba apstākļu ziņā, un tāpat arī apkārtējās vides aizsardzības pienācīgā nodrošināšanā. Speciālie traktori var būt dārgāki nekā pielāgotie, jo to pieprasījums nav tik liels kā, piemēram, lauksaimniecības traktoriem.

Pielāgotos traktoros parasti lieto tad, ja kokmateriālu pirmējā transporta darba apjoms ir neliels, jo darba veicēja rīcībā esoša lētāka traktora izmantošana kopumā ir izdevīgāka, bet ražīguma zaudējumam, kā arī neērtākiem vadītāja darba apstākļiem ir otršķirīga nozīme. Pielāgojot traktoru meža darbiem, parasti to apgādā ar šādu aprīkojumu (sk. 4.2. attēlu):

- aizsargrežģis aizmugures logam;
- riteņu ķēdes;
- ventiļu aizsargi;
- bruņu plātne traktora apakšdaļas aizsargāšanai;
- pretsvars traktora priekšpusē;
- radiatora aizsargs.

#### 4.2. attēls

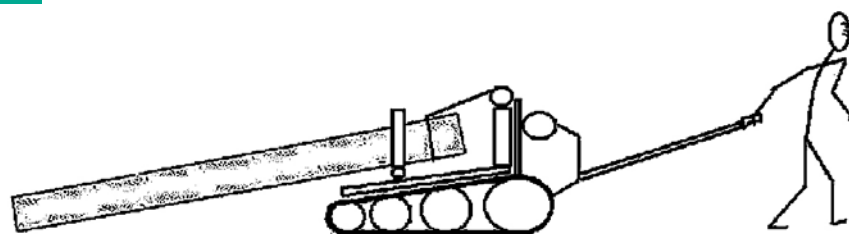
Pielāgojot traktoru meža darbiem, uzmanība jāpievērš ar bultām norādītajām vietām.



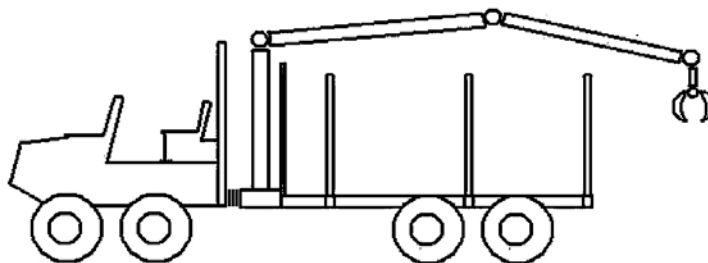
Tikko minētais par speciālajiem un pielāgotajiem traktoriem nav jāsaprot tā, ka reālos ražošanas apstākļos lielapjoma ražošanā nevarētu būt gadījumi, kad pirmējam transportam lieto pielāgotus traktorus vai arī kad speciālos traktorus ražo tikai lielapjoma ražošanai. Arī lielapjoma ražošanā ir iespējamās tādas apstākļu kombinācijas, kuru iestāšanās gadījumā ir izdevīgi pirmējam transportam izmantot pielāgotus traktorus.

Mūsdienās tirgū tiek piedāvāti daudzi maztraktoru un minitraktoru modeļi, kuru konstrukcijas paredzētas speciāli mazapjoma darbiem. Galvenā atšķirība starp maztraktoriem un minitraktoriem ir tāda, ka maztraktora vadītājs brauciena laikā vienmēr atrodas uz traktora, bet minitraktoru (t.s. dzelzs zirgu) vadītājam ir iespēja vadīt ar dīseles palīdzību, ejot kājām traktoram pa priekšu (sk. 4.3. attēlu).

## 4.3. attēls



a – minitraktors (dzelzs zirgs)



b – maztraktora tipa forvarders.

**Kokmateriālu pirmējā transporta traktoru tehnoloģiskais aprīkojums.** Lai ar traktoru veiktu pirmējā transporta operācijas uzdevumus, tā uzbūvē kā svarīga sastāvdaļa ir tehnoloģiskais aprīkojums. Tas ir paredzēts:

1. kravas savākšanai;
2. kravas nostiprināšanai brauciena laikā;
3. kokmateriālu novietošanai krautuvē.

Labāku priekšstatu par trim minētajiem tehnoloģiskā aprīkojuma veidiem var iegūt, tos apskatot saistībā ar tām operācijas struktūras sastāvdaļām, kurās šo aprīkojumu izmanto. Operācijas norises secībā pirmā sastāvdaļa, kur nepieciešams tehnoloģiskais aprīkojums, ir kokmateriālu kravas savākšana.

Kokmateriālu pārvietošanā kā lokanu un pietiekami izturīgu saiti bieži vien lieto no tievām tērauda stieplītēm ar īpašiem paņēmieniem savītu **trosi**. Pirmējā transportā trošu aprīkojumu lieto garo kokmateriālu, galvenokārt atzarotu vai neatzarotu stumbru, treilēšanai, velkot tos pilnībā pa zemi (to lieto reti) vai puspaceltā stāvoklī. Atsevišķos gadījumos var izmantot īso kokmateriālu saiņu pievešanai, ar trosi cieši apņemto saini novietojot uz treilēšanas traktora vairoga. Parasti aprīkojuma komplektā ir uz vinčas spoles uztinama un no tās notinama savākšanas trosē, kurai var pievienot un atvienot īsākus, speciāli izgatavotus troses vai ķēdes nogriežņus, cilpeņus, kas aprīkoti ar speciālu armatūru, lai pārvietojamos kokmateriālus varētu piekabināt savācējtrosei. Troses cilpeņi ir vieglāki un lētāki, bet ar tiem ir grūti aptvert tievus kokmateriālus, jo trosē, pateicoties tās elastīgumam, vienmēr cenšas atliekties taisna. Cita trošu cilpeņu negatīvā īpašība ir trosi veidojošo stieplīšu trauslums, kas ir par iemeslu to pārlūšanai. Atsevišķu stieplīšu lūzumi praktiski nesamazina troses izturību, bet var būtami sadurt rokas strādniekam, kurš cilpeņi cenšas aplikt kokmateriālam. Ķēdes cilpeņi ir gan smagāki, gan dārgāki nekā no troses gatavotie. Var rasties grūtības aplikt ķēdes cilpeņi resnam kokmateriālam, kas cieši pieguļ atbalsta virsmai. Toties tie cieši aptver kokmateriālu, tos lietojot, nav jābaidās no roku savainojumiem, tie ir viegli piekabināmi traktora vilcējsijai (vilcējsija ir traktora aizmugurē uz trīs punktu uzkares piestiprināta izturīga metāla plāksne, kuras izgriezumos var iekabināt kokmateriāliem aplikto cilpeņu brīvos galus). Aprīkojuma komplektācijā vēl mēdz būt ierīce savācējtroses atbalstam un pareiza virziena nodrošināšanai, trosi notinot no spoles (trosi velkot pie kokmateriāliem) un uztinot spolei (pievelkot kokmateriālus). Šo ierīci var iestiprināt speciālā arkā, kas kalpo kā balsts kokmateriālu galiem, kuri tiek pacelti uz augšu, savācējtrosi uztinot spolei. Brauciena laikā kokmateriālu gali var atspiesties pret vairogu vai pat balstīties uz tā. Vairogs var būt paceļams augstāk un nolaižams zemāk. Aprīkojums var ietvert arī vinčas ieslēgšanas un izslēgšanas tālvades ierīci. No darba drošības viedokļa vienmēr svarīga sastāvdaļa ir speciāls aizsargrežģis traktora aizmugurē.

**Hidroceltni** (mēdz saukt arī par hidromanipulatoru) kokmateriālu savākšanai var lietot arī kokmateriālu treilēšanā, bet visvairāk to lieto pievešanā, lai vispirms savāktu cīrsmā sagatavotos kokmateriālu sortimentus un tad tos kravas tilpnē varētu vest līdz augšgala krautuvei. Neatkarīgi no tā, kura veida pirmējam kokmateriālu transportam hidroceltni izmanto, tas sastāv no atbalsta, izlices un satvērēja (greifera), dažreiz arī sānu balstiem (autrīgiem). Izlicei pašai par sevi arī ir vairākas sastāvdaļas, lai varētu mainīt tās sniegumu (attālumu līdz kravas satveršanas vietai) un satvērēja celšanas augstumu. Kā izlice, tā satvērējs ir grozāmi attiecībā pret iedomātu vertikālu asi stiprinājuma centrā. Pagriešanas leņķis uz vienu un otru pusi var būt ierobežots vai neierobežots. Celtņa balsts ir nostiprināts uz traktora, pievešanā ar meža piekabi tas var būt arī uz piekabes. Hidroceltņa darbību vada no traktora kabīnes. Ar hidroceltni aprīkoti treilēšanas traktoriem kravas savākšanas aprīkojuma komplektācijā vēl jābūt uz traktora nostiprinātam grozāmam atbalsta kūlenim kopā ar speciālas formas, parasti hidrauliski darbināmiem, saspiedējstatņiem. Dažreiz meža mašīnu ražotāji piedāvā iespēju pēc klienta izvēles ar hidroceltni papildus apgādāt treilēšanas traktorus, kuriem trošu aprīkojums paredzēts kā ražojuma bāzes variants. Izmantojot hidroceltni pievešanā, otra svarīga sastāvdaļa tehnoloģiskajā aprīkojumā ir kravas tilpne ar atbalsta kūleņiem un sānu statņiem. Mazapjoma darbam paredzēts maztraktors hidroceltņa vietā var tikt aprīkots ar vienkāršas konstrukcijas trošu celtni, kas ir daudz lētāks, turklāt ar trosi var aizsniegt kokmateriālus daudz lielākā attālumā no traktora, nekā tas būtu iespējams ar hidroceltni. Jārēķinās, ka no drošības viedokļa darbs ar trošu celtni ir bīstamāks, jo darba veicējam jābūt tiešā saskarē ar kokmateriālu, to piekabīnot, atkabīnot vai mēģinot pagriezt vēlamajā virzienā.

Pasaules mērogā bieži vien lieto treilēšanas traktorus, ar tehnoloģiskajā aprīkojumā esošo **saiņu satvērēju** paņemot jau iepriekš ar koku gāšanas–saiņošanas mašīnu sagatavotus neatzarotu stumbru saiņus. Strādājot ar šādu traktoru, ražīgums treilēšanā ir augsts, jo laiks praktiski tiek patērēts gandrīz tikai braucienam ar kravu un bez tās. Aprīkojuma galvenās sastāvdaļas ir balsts, kurā iestiprināta īsa, uz leju un augšu hidrauliski sasverama izlice. Tai šarnīrveidā pievienots satvērējs ar lielu, izlices celstspējai atbilstošu šķērsgriezuma laukumu starp satvērēja žokļiem. Dažreiz izlici var nedaudz izbīdīt, palielinot tās snieguma attālumu. Pēc būtības uz kravas savākšanu, strādājot ar šādu treilēšanas traktoru, var attiecināt tikai saiņa satveršanai izlietoto laiku, kas salīdzinājumā ar visu vienas kravas treilēšanas cikla laiku nav liels. Ar saiņu satvērēju apgādātu treilēšanas traktoru tehnoloģiskā aprīkojuma komplektācijā pēc klienta izvēles papildus var tikt ietverta treilēšanas vinča.

Otrs saiņu satvērēja lietošanas virziens kokmateriālu pirmējā transportā ir īso kokmateriālu saiņu pievešana, brauciena laikā to noturot satvērējā. Tādus salīdzinoši nelielas celstspējas saiņu satvērējus lieto mazapjoma darbos, bieži vien jaunāku mežaudžu kopšanas cirtēs un tad, ja pievešanas attālums nav pārāk liels, to salīdzinot ar vienā braucienā pārvedamo kokmateriālu tilpumu. Ar šādiem satvērējiem var pārvietot arī garākus kokmateriālus. Ja saiņu satvērējam ir pietiekami liela celstspēja, pēc satveršanas kokmateriāli ir no zemes pilnīgi atrautā stāvoklī. Ja celstspēja nav pietiekama, garo kokmateriālu treilē puspaceltā stāvoklī.

Brauciena laikā kravai jābūt droši nostiprinātai, lai tā neapdraudētu ne apkārtējos, ne transportlīdzekli un tā vadītāju un vajadzīgajā galapunktā nonāktu nesabojāta. Vislabāk šīs prasības izdodas izpildīt, kokmateriālus vedot speciāli šim nolūkam paredzētā kravas tilpnē. Ar cita veida paņēmieniem, kas ir vienkāršāki, nav vajadzīgs īpašs aprīkojums, bet reizē ar šo ieguvumu dažreiz nākas zaudēt kvalitāti.

Kravas nostiprināšanai pirmējā transporta laikā tiek izmantotas šādas tehnoloģiskā aprīkojuma sastāvdaļas:

#### 1. treilēšanā:

- kokmateriālus velkot pilnībā pa zemi:
  - traktora kāsis, cilpeņi;
  - traktora kāsis, īsa savācējtrose, divpusēja skava;
  - traktora kāsis, īsa savācējtrose, cilpeņi;
- kokmateriālus velkot piepaceltā stāvoklī:
  - savācējtrose, trīspusēja skava;
  - savācējtrose, cilpeņi, treilēšanas konuss;
- kokmateriālus velkot puspaceltā stāvoklī:
  - vilcējsija, cilpeņi;
  - vairogs ar vilcējsiju augšdaļā, cilpeņi;
  - vairogs, savācējtrose, cilpeņi;
  - arka, savācējtrose, cilpeņi;
  - kūlenis ar saspiedējstatņiem;
  - saiņu satvērējs;



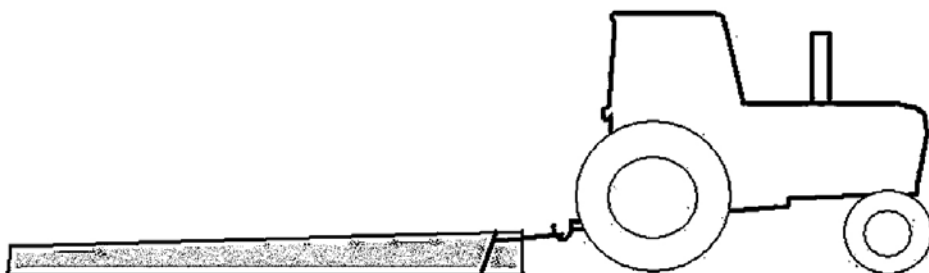
## 2. pievešanā:

- kokmateriālus noturot ar kravas satveršanas ierīcēm:
  - vairogs, savācējtrose, cilpeņi;
  - arka, savācējtrose, cilpeņi;
  - saiņu satvērējs;
- kokmateriāliem atrodies kravas tilpnē:
  - kuleņi, statņi.

Velkot kokmateriālus pilnībā pa zemi (sk. 4.4. attēlu), iespējamais reisa kravas lielums ir atkarīgs ne tikai no traktora attīstītā vilces spēka. Biežāk tas ir atkarīgs no kokmateriālu satveršanai un noturēšanai izvēlēta aprīkojuma. Ja tiek lietoti vienīgi cilpeņi, vienam braucienam kokmateriālus var paņemt tikai tādā skaitā, cik cilpeņu ir iespējams uzkabināt kāšim. Parasti skaits nepārsniedz vairāk kā divus vai trīs cilpeņus. Lai paņemtu vairāk kokmateriālu, papildus jālieto īsa (apmēram 1...2 m) savācējtrose, kam var pievienot vajadzīgo cilpeņu skaitu. Šīs troses vienā galā jābūt cilpai vai citam viegli traktora kāšim uzkabinājamam elementam, bet otrs gals noslēdzas ar nepieciešamības gadījumā viegli noņemamu sprostierīci, kas neļauj trosi pievienotajiem cilpeņiem no tās noslidēt.

### 4.4. attēls

#### Kokmateriāla vilkšana pa zemi, ap to aplikto cilpeņi piekabīnot traktora kāšim



Tā kā cilpeņi dažreiz ir grūti aplikt, tā vietā kokmateriāla galam var uzlikt savācējtrošes galā nostiprinātu divpusēju skavu, nedaudz iespiežot koksni skavas loku galos izveidotos dzelkšņus. Traktoram sākot vilkt, dzelkšņi iespiežas dziļāk un nodrošina skavas ciešu sasaisti ar velkamo kokmateriālu. Šādā veidā kokmateriālus treilē pa vienam, tāpēc reizē ar treilēšanas attāluma palielināšanos strauji samazinās ražīgums.

Kokmateriālus velkot pilnībā pa zemi, ir ne tikai liela vilkšanas pretestība, bet notiek aizķeršanās pat aiz niecīgiem virsmas paaugstinājumiem. Ja nav sniega un zeme nav sasalusi, tiek noplēsti zemesdaļas augi un zemsega, kokmateriāli notriepjas ar dažādām grunts daļiņām tādā mērā, ka tas var ierobežot tālāko izmantošanu.

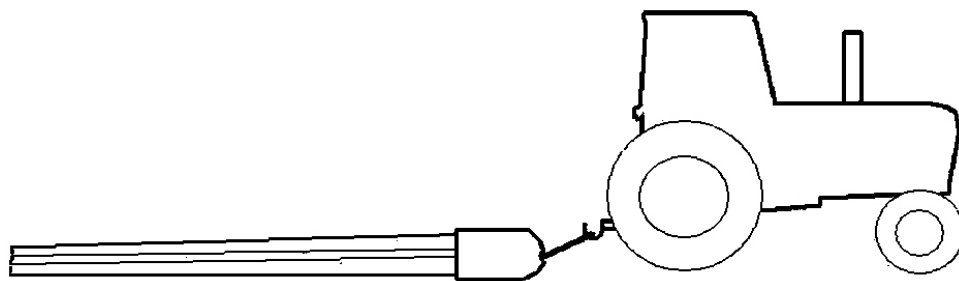
Minētās negatīvās izpausmes iespējams būtiski samazināt, pat tikai nedaudz paceļot uz augšu velkamo kokmateriālu priekšējos galus (to mēdz saukt par novietojumu piepaceltā stāvoklī). Viens no paņēmieniem, kā to var panākt, ir lietot trīspusēju skavu ar pietiekami lieliem skavas loku izliekumiem. Lai kā arī kokmateriāls vilkšanas brīdī pagrieztos ap savu garenasi, skava pret virsmu balstīsies ar divu loku izliekumiem, reizē noturot kokmateriāla galu nedaudz paceltu. Kā cita veida paņēmieni var minēt t.s. treilēšanas konusa izmantošanu (sk. 4.5. attēlu). Šī palīgierīce jānovieto uz velkamā kokmateriāla gala, savācējtroši virzot caur nelielu atveri ierīces koniskās daļas pašā galā.

Sākot vilkt, kokmateriāla gals ievirzās palīgierīces koniskajā priekšdaļā un līdz ar to nedaudz tiek pacelts attiecībā pret apkārtējo zemes līmeni. No aizķeršanās kokmateriāla galu labi pasargā palīgierīces gludā virsma un priekšdaļas koniskā forma. Jāatzīst, ka neviens no abiem minētajiem paņēmieniem nav plaši ieviesties mežizstrādes praksē. Zināšanas par tiem galvenokārt var noderēt, lai iepazīstinātu ar mazāk pazīstamiem attiecīgās problēmas risinājumiem un reizē rosinātu meklēt principiāli atšķirīgus variantus, ja rodas tāda nepieciešamība.

Treilēšanā visbiežāk lieto paņēmienus kokmateriālu pārvietošanai puspaceltā stāvoklī, jo tā pilnībā var izvairīties no velkamo kokmateriālu priekšējo galu aizķeršanās, daudz mazāka nekā velkot pilnībā pa zemi ir notriepšanās ar grunts daļiņām, mazāks kaitējums tiek nodarīts arī zemesdaļas augiem un zemsegai.

## 4.5. attēls

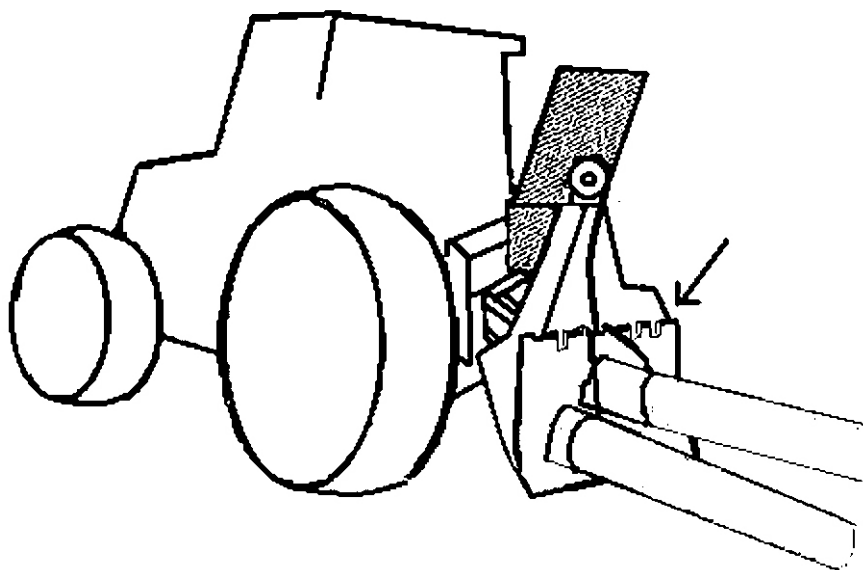
## Kokmateriālu vilkšana pa zemi ar treilēšanas konusu



Strādājot ar pielāgotu traktoru mazapjoma mežizstrādē, kā vienkārša, viegli izgatavojama un lēta palīgierīce ir vilcējsija, ar kuras palīdzību treilējamo kokmateriālu priekšgalus var pacelt pietiekami augstu no zemes. Savācot kravu, treilējamus kokmateriālus ar savācējtroši un cilpeņiem vispirms pievelk līdz vilcējsijai, kas tajā brīdī ir nolaista iespējami zemu. Cilpeņus, cik vien var, tik īsi iekabina vilcējsijas izgriezumos. Hidrauliski ar trīs punktu uzkares palīdzību ceļot vilcējsiju uz augšu, reizē paceļ arī kokmateriālu galus. Tā reizē ar treilēšanas priekšrocībām puspaceltā stāvoklī brauciena laikā pilnīgi tiek atslogota savācējtrose. Parasti kā vilcējsija ir izmantojams arī vairogs (sk. 4.6. attēlu), ko ražotāji piedāvā treilēšanas tehnoloģiskā aprīkojuma komplektā, kurš paredzēts montēšanai uz meža darbiem pielāgota traktora.

## 4.6. attēls

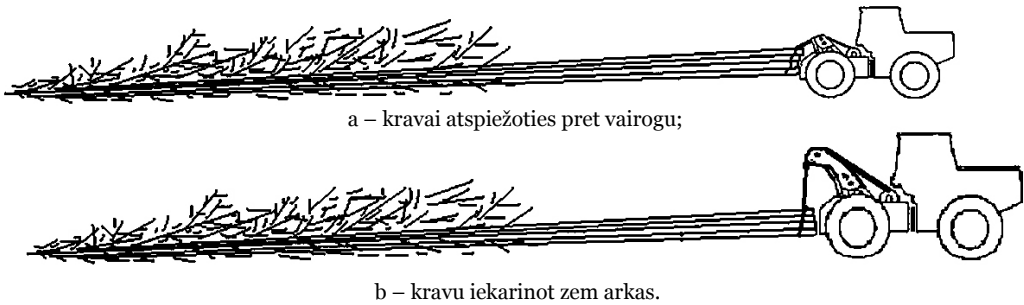
## Vairoga augšējā malā ir iegriezumi cilpeņu piekabināšanai (sk. bultiņas virzienā)



Lielapjoma darbam mehanizētā veidā izmanto speciālos treilēšanas traktorus ar trošu aprīkojumu, un kravas noturēšanai brauciena laikā izmanto vienu no diviem variantiem. Vienā no tiem kokmateriālus notur savācējtrose ar cilpeņiem, kokmateriālu galiem vai nu balstoties uz vairoga, vai tikai atspiežoties pret to. Otrā variantā tāpat ir savācējtrose ar cilpeņiem, bet kokmateriālu priekšējie gali atrodas brīvi iekarinātā stāvoklī zem arkas (sk. 4.7. attēlu). Tie nav nekādā citādā veidā atbalstīti vai pret kaut ko atspiedušies, jo arkas izvirzījums ir pietiekami tālu no traktora aizmugures. Šādu variantu var realizēt tikai traktoriem ar tāda lieluma masu un izmēriem, lai salīdzinoši tālu uz aizmuguri esošā smagu kokmateriālu piekares vieta nespētu būtiski ietekmēt smaguma spēka sadalījumu traktora garenass virzienā un apdraudēt traktora vadāmību un stabilitāti brauciena laikā.

4.7. attēls

Treilēšanas traktors ar trošu aprīkojumu



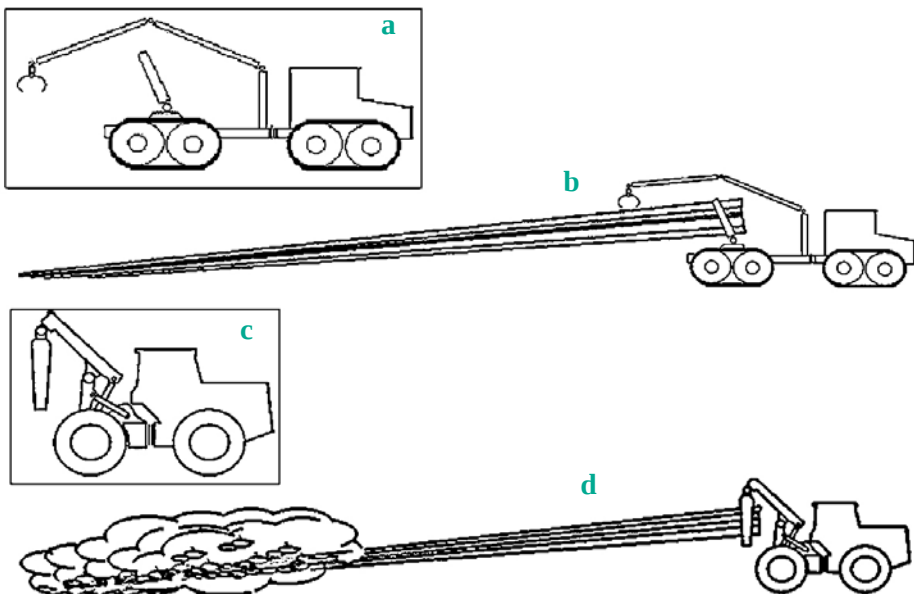
Mūsdienu tehniskās attīstības līmenim atbilstošu un pilnībā mašinizētam darbam paredzētu treilēšanas traktoru tehnoloģiskajā aprīkojumā kokmateriālu noturēšanas elementi atšķiras atkarībā no tā, vai kravu var savākt, kokmateriālus uzlasot pa vienam, vai arī kā parasti lietojamais paņēmieni ir jau iepriekš sagatavota kokmateriālu saiņa satveršana un treilēšana (sk. 4.8. attēlu).

Pa vienam kokmateriālam – vai dažreiz, kopā saliekot dažus tuvāk atrodošos, – kravu savāc ar hidroceltni. Parasti šāda treilēšanas traktora kravnesība pārsniedz to kokmateriālu daudzumu, ko cismā iespējams savākt no vienas traktora stāvvietas. Tāpēc katra paņemtā kokmateriāla vienu galu (parasti tas ir resgalis) ar hidroceltni novieto uz treilēšanas traktora kūleņa, kas ir apgādāts ar hidrauliski darbināmiem saspiedējstatņiem. Pirms pārbrauciena un arī tad, kad krava ir savākta, uz kūleņa novietotos kokmateriālus no abām pusēm cieši aptver ar saspiedējstatņiem, lai brauciena laikā neviens kokmateriāls neizslīdētu. Kūlenim ir iespēja pagriezties uz vienu un otru pusi ap vertikālo asi.

Pilnīgi mašinizētai treilēšanai izmantojot traktorū ar saiņu satvērēju, nekādi papildu elementi kravas noturēšanai brauciena laikā netiek paredzēti. Kad satvertā saiņa gals ir pacelts uz augšu transporta stāvoklī, traktors uzsāk braucieni, kokmateriālu saiņa galam esot aptvertam ar satvērēja skavām un atrodoties iekarīnātā stāvoklī zem izlīces gala.

4.8. attēls

Kokmateriālu mašinizēta treilēšana

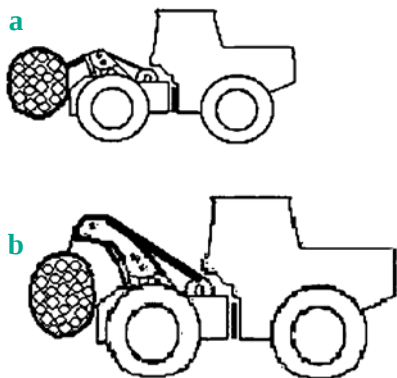


a – treilēšanas traktors ar hidroceltni un grozāmu kūleņi ar saspiedējstatņiem;  
 b – atzarotu stumbru treilēšana; c – treilēšanas traktors ar saiņu satvērēju; d – neatzarotu stumbru treilēšana.

Atsevišķos gadījumos ar speciālajiem trošu aprīkojuma treilēšanas traktoriem līdz augšgala krautuvei var pievest piemērota izmēra saiņos jau iepriekš savāktus (parasti ar rokām) īsos kokmateriālus. Saiņiem jābūt krautiem uz paliktņiem, lai saini varētu apņemt ar savācējtroši vai garu cilpeni. Brauciena laikā sainis nesaskaras ar zemi (sk. 4.9. attēlu), bet atbalstās pret vairogu (ja ir maza vai vidēja lieluma traktors) vai atrodas brīvi iekarinātā stāvoklī zem arkas (ja ir liela izmēra traktors bez vairoga).

## 4.9. attēls

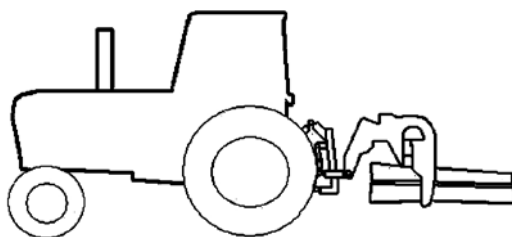
## Īso kokmateriālu saiņa vešana ar treilēšanas traktoru



a – sainis atspiežas pret vairogu;  
b – sainis iekarināts zem arkas.

## 4.10. attēls

## Kokmateriālu saiņa vešana ar meža darbiem pielāgota traktora saiņu satvērēju



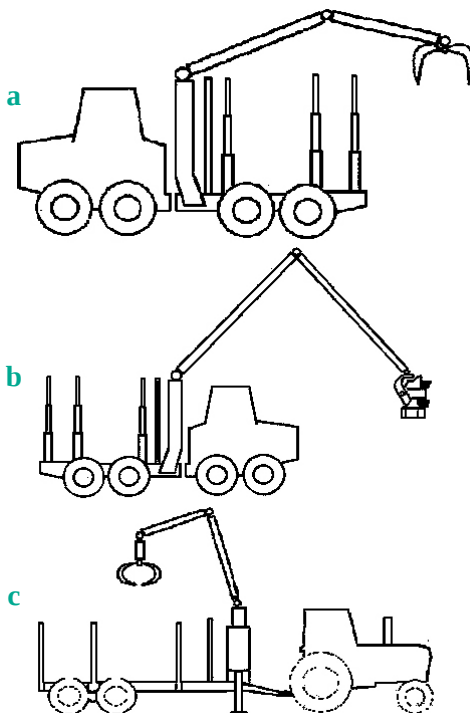
Kā brauciena laikā kravu noturoša ierīce parasti tiek izmantoti tikai pielāgotiem traktoriem paredzēti saiņu satvērēji, lai pievestu kokmateriālus mazapjoma mežizstrādē (sk. 4.10. attēlu).

Speciālos mašinizētai stumbru treilēšanai paredzētos traktoros īso kokmateriālu saiņu pievešanai mēdz izmantot ļoti reti. Tas nenozīmē, ka to vispār nebūtu iespējams izdarīt. Galvenais iemesls ir tas, ka cirsmu darbos, kur mašinizēti sagatavo un treilē neatzarotus stumbrus, īsie kokmateriāli nav sastopami.

Izplatītākais pārvietošanas paņēmiens kokmateriālu pievešanā ir to vešana īpaši šim nolūkam paredzētā kravas tilpnē (sk. 4.11. attēlu). Ar to tiek panākts labs rezultāts kā no kvalitātes, tā drošības viedokļa, paņēmiens nav sarežģīts, aprīkojums ir vienkāršs konstrukcijas uzbūves nozīmē. Tilpne izveidota uz traktora aizmugurējās daļas, kā tas ir forvarderiem, vai arī tā ir meža piekabes galvenā sastāvdaļa. Ir pietiekami, ka šādā tilpnē vienlaidus grīdas vietā ir atbalsta kūleņi, bet slēgtus sānu bortus aizstāj statņi. Attālums starp statņiem tilpnes garenass virzienā ir tāds, lai arī paši īsākie iekraujamie kokmateriāli atbalstītos vismaz pret diviem. Tilpnes šķersgriezumam apakšējā daļā parasti ir

## 4.11. attēls

## Kokmateriālu pievešana kravas tilpnē



a – forvarders; b – hārvarders; c – darbam mežā pielāgots traktors ar piekabī.

sašaurinājums, lai krava starp ritošo daļu būtu iespējami zemāk, tādējādi panākot to, ka piekrautas tilpnes smaguma centrs arī atrodas zemāk, tāpēc transporta līdzeklis ir stabilāks. No drošības viedokļa tilpnes priekšdaļā nepieciešams izturīgs aizsargrežģis.

Kokmateriālu novietošanai krautuvē pirmējā transportā izmantojamiem traktoriem nemēdz būt īpaši šim nolūkam paredzēts tehnoloģiskais aprīkojums. Prasības, kur un kā krautuvē piegādātie kokmateriāli jānovieto, ir atkarīgas no mežizstrādes tehnoloģiskā procesa norises vispārējā plānojuma. Ja atbilstoši plānotajam procesam uz augšgala krautuvi ir jāpiegādā neatzaroti vai atzaroti stumbri, krava vienkārši jānovieto tur, kur ir piemērotākā vieta tālāk izdarāmās operācijas norisei. Atšķirības starp veidiem, kā to izdarīt, nosaka treilēšanas traktora tehnoloģiskais aprīkojums.

Ļoti vienvēidīga ir kravas novietošana, treilēšanā lietojot traktoru ar saiņu satvērēju. Pēc kravas pievilksanas līdz paredzētajai vietai krautuvē ir divas iespējas:

1. atvērt satvērēja žokļus, iepriekš sasverot izlicī un satverto saini tādējādi nolaižot līdz zemei;
2. atvērt satvērēja žokļus, ļaujot kokmateriāliem brīvi nokrist līdz zemei.

Pirmo no minētajiem paņēmieniem izmanto tad, ja ir ieteicamāk pietreilēto saini atstāt kompaktākā stāvoklī. Savukārt pēc otrā paņēmiena rīkojas, ja vēlamāka ir kokmateriālu izkļiedēšanās.

Pēc treilēšanas ar traktoru, kuram kravas savākšanai ir hidroceltnis, arī iespējami divi kravas novietošanas paņēmieni krautuvē:

1. atvērt saspiedējstatņus, sasvērt atbalstošo kūleni (ja tas konstruktīvi iespējams) tā, lai krava balstītos uz to kūleņa daļu, kas ļauj kravai vieglāk noslidēt, pēc tam, braucot uz priekšu, atbrīvoties no kravas;
2. atvērt saspiedējstatņus un kokmateriālus izkraut ar hidroceltni.

Ar pirmo paņēmieni panāk, ka kokmateriāli nedaudz izkļiedējas. Izkraujot ar hidroceltni, kokmateriālus var sakraut hidroceltna tehniskajiem rādītājiem atbilstoša izmēra krautnē.

Pēc kokmateriālu pietreilēšanas ar trošu aprīkojuma traktoru, vispirms jāatbrīvo savākšanas trose, lai, braucot ar traktoru uz priekšu, tā brīvi tītos no spoles, ļaujot paceltajiem kokmateriālu galiem nonākt līdz zemei un pilnīgi atslābt cilpeņu nostiepumam, līdz kļūst iespējama to atkabināšana un tie nevar veidot kokmateriālu aptverošu cilpu. Šādā stāvoklī ieslēdzot savācējtroses uztīšanu, pabeidz cilpeņu atbrīvošanu no kravas un pievelk līdz traktoram tā, lai tie būtu braucienam bez kravas paredzētajā stāvoklī.

Pievelkot īsos kokmateriālus ar saiņu satvērēju, attiecīgajā krautnē tos var novietot, piebraucot atpakaļgaitā. Krautnes augstumu ierobežo tehniski iespējamais satvērēja celšanas augstums.

Pievelkot kravas tilpnē novietotu kokmateriālus, attiecīgajā krautnē tos sakrauj ar traktora tehnoloģiskajā aprīkojumā esošo hidroceltni. Atsevišķos gadījumos pievestos kokmateriālus var uzreiz iekraut izvešanas transporta ritošajā sastāvā.

**Kokmateriālu pirmējā transporta traktoru tehniskie rādītāji.** Izvēloties noteiktiem apstākļiem piemērotu traktoru kokmateriālu pirmējam transportam, viens no svarīgākajiem informācijas avotiem ir ražotāju sagatavotie tehniskie rādītāji. Tajos vispirms norāda traktora tipu (kādam mērķim paredzēts, ritošās daļas tips u.tml.) un trīs vispārējos rādītājus:

1. motora jauda;
2. masa;
3. galvenie izmēri:
  - garums;
  - platums;
  - augstums.

Samērā labu priekšstatu par traktoru var iegūt jau no minētajiem vispārējiem rādītājiem. No galvenajiem izmēriem svarīgākais ir platums, jo no tā ir atkarīgas traktora manevrēšanas spējas meža vidē, ar tehnoloģiskajām brauktuvēm aizņemtā platība un traktora šķērsstabilitāte. Bez vispārējiem rādītājiem vēl tiek doti daudzi specifiskie, pēc kuriem var spriest kā par traktora tehnoloģiskās izmantošanas iespējām, tā uzturēšanu tehniskā kārtībā. No tehnoloģiskā viedokļa vispirms

svarīgi zināt tos, pēc kuriem var spriest par traktora veiktspēju pirmējā transporta uzdevumu izpildei. Tādi rādītāji ir:

- ātrums;
- traktora vilces spēks;
- vinčas vilces spēks;
- kravnesība;
- hidroceltna:
  - celšanas moments;
  - izlīces sniegums;
- saiņu satvērēja žokļu šķērslaukums.

Hidroceltna celšanas moments (izsaka kNm vienībās) ir labāk izmantojams rādītājs nekā celtspēja. Katram celtnim tas ir konstants lielums. Zinot tā skaitlisko lielumu, celtspēju (kN) var aprēķināt pie jebkura praktiski iespējamā izlīces snieguma attāluma.

Par traktora piemērotību darbam šķēršļotā vietā var iegūt priekšstatu pēc šādiem rādītājiem:

- klīrenss;
- šķērsstabilitāte;
- garenstabilitāte;
- vertikālā šķēršļa pieļaujamais augstums;
- spiediens uz augsni.

Meža darbos izmantojamam traktoram klīrenss nav ieteicams mazāks par 500 mm. Ja klīrenss ir lielāks, ir vieglāk pārvarēt dažādus šķēršļus, bet jārēķinās ar to, ka attiecībā pret atbalsta virsmu palielinās traktora smaguma centra augstums, tāpēc samazinās stabilitāte. Spiedienu uz augsni raksturo skaitliskie lielumi tālāk norādītajās robežās (kPa):

- riteņtraktori 80...160
- kāpurķēžu traktori 40...65
- zirgs apm. 120
- cilvēks 30...40
- purvainām vietām pieļaujamais spiediens <10...20

Tehniski grūti ir izgatavot traktoru, kura attīstītais spiediens uz atbalsta virsmu būtu tik mazs, lai ar šo traktoru varētu droši strādāt purvainās vietās arī tad, kad nav bijis ilgstošs sals. Kā piemēru var minēt darbam vietās ar zemu grunts nestspēju ražotāju piedāvāto maztraktoru „TERRI 34”. Šī traktora spiediens uz augsni ir 46 kPa, un tas tomēr ir pat vairāk nekā cilvēka radītais spiediens.

#### 4.3.2.2. Citi mehanizācijas paņēmieni kokmateriālu pirmējā transportā

**Vairākoperāciju mašīnas** kokmateriālu pirmējā transportā var lietot gan pievešanai, gan treilēšanai. Var teikt, ka kopumā tās nav ieguvušas tik plašu lietojumu kā speciālie kokmateriālu treilēšanas un pievešanas traktori, ja šai grupai pieskaita forvarderus, kas faktiski drīzāk gan uzskatāmi par vairākoperāciju mašīnām, jo reizē ar pievešanu var sekmīgi strādāt arī kraušanas un šķīrošanas darbos. Stumbru tehnoloģiskā procesa variantos treilēšanu var veikt ar gāšanas–treilēšanas vairākoperāciju mašīnu. To var darīt tad, ja līdz krautuvei pie izvešanas ceļa ir iespējams piegādāt neatzarotus stumbrus. Tādējādi treilēt ar vairākoperāciju mašīnu izdevīgi tikai gadījumos, kad ar šādu variantu tiek iegūti labāki ražošanas rezultāti, nekā lietojot gāšanas–saiņošanas un saiņu treilēšanas mašīnu komplektu. Mežizstrādi veicot atbilstoši sortimentu tehnoloģiskā procesa struktūrai, pazīstamākā vairākoperāciju mašīna, ko izmanto arī pievešanai, ir hārvarders. Tā kā ir pierādījies, ka hārvarderu izdevīgi lietot vienīgi mežaudzes izmēru un struktūras ziņā ļoti ierobežotos apstākļos, tas ir noteicošais apstāklis ierobežojumiem hārvarderu izmantošanai pievešanā. Hārvardera tehnoloģiskā aprīkojuma sastāvdaļas, ko izmanto kokmateriālu pievešanai, ir hidroceltnis un kravas tilpne. Paņēmieni attiecībā uz kravas savākšanu var būt dažādi atkarībā no tā, vai pēc sagarumošanas kokmateriāli nonāk uz zemes vai arī uzreiz kravas tilpnē.

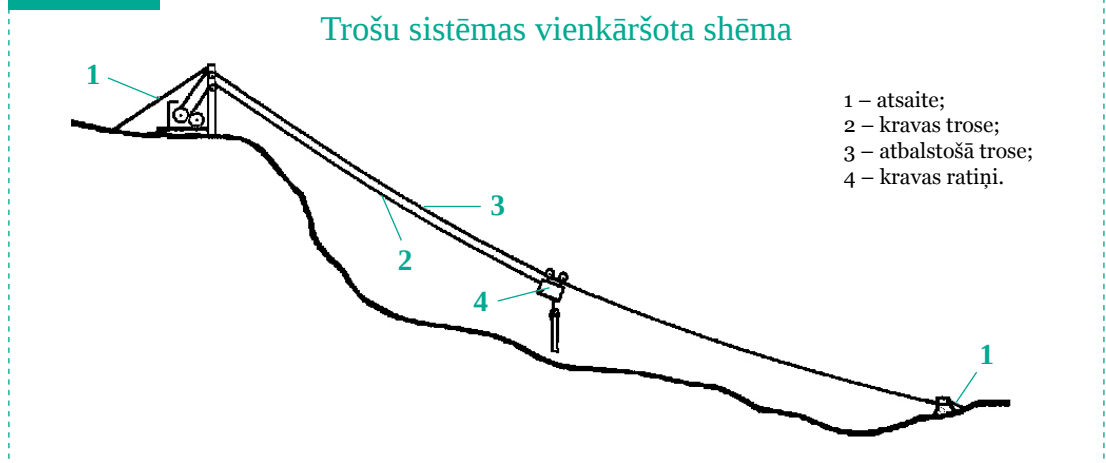
**Speciālas trošu sistēmas** kokmateriālu pārvietošanai no cirsmas uz krautuvi pie izvešanas ceļa nākas lietot apstākļos, kad izvešanas ceļš ir tieši pie cirsmas, bet apstākļi ir neatbilstoši, raugoties no to piemērotības viedokļa darbam ar mašīnām cirsmas teritorijā. Visbiežāk tas ir kalnu mežos tajās vietās, kur nogāžu slīpums ir lielāks nekā pieļaujams saskaņā ar mašīnu stabilitātes rādītājiem. Iepriekšējā gadsimta 50. gados mežizstrādē Latvijā vienkāršas trošu sistēmas ir lietotas ar nolūku pilnīgāk mehanizēt ne tikai kokmateriālu treilēšanu, bet reizē arī krautnēšanu un iekraušanu izvešanas ritošajā sastāvā, jo tajā laikā nebija pieejamas labas mobilas mašīnas minēto

operāciju veikšanai. Joprojām pilnībā aktualitāti nav zaudējis jautājums par iespēju viegli pārvietojamas un nesarežģītas trošu sistēmas lietot cirmās ar zemu grunts nestspēju, kur pievešanas ceļa nostiprināšanai nereti izmanto daudz kokmateriālu, tādā veidā samazinot rūpnieciski lietojamās koksnes izejvielu resursus.

Tā kā ar vienā vietā uzstādīto trošu sistēmu ir jācenšas kokmateriālus līdz augšgala krautuvei pie izvešanas ceļa nogādāt ne iespējami lielākas platības, vinčas spolēm ir jābūt ar nepieciešamajam trošu garumam atbilstošu ietilpību. Jārēķinās ar to, ka darba trosi kokmateriālu vilkšanai līdz tiem nav iespējams aizvilkt ar cilvēka spēku. Šim nolūkam ir cita, parasti tievāka, trose, kurai spēks jāattīsta virzienā no krautuves uz cirsma. Kokmateriālus darba trosei piekabina ar cilpeņiem. Vēl ir vajadzīgas troses atsaitēm mastu (nepieciešams, lai velkamie kokmateriāli mazāk ķertos aiz šķēršļiem) un virziena maiņas trišu nostiprināšanai. Ar tikko minētajām trosēm būtu pietiekami, ja kokmateriālus vilktu pilnībā pa zemi (no lielāka attāluma) vai puspacelti (no tuvāka attāluma). Treilēšanai pilnīgi pa gaisu (sk. 4.12. attēlu) nepieciešami arī kravas ratiņi, tos atbalstoša trose un masts kokmateriālu pārvietošanas virzienam pretējā sistēmas galā. Sistēma jāpārceļ, tiklīdz visi attiecīgajā cirmas daļā aizsniedzamie kokmateriāli ir paņemti. Krautuvei tuvākajā sistēmas galā izmanto pārvietojamu mastu, kas ir uzmontēts lielas kravnesības automobilim vai kāpurķēžu traktoram. Atkarībā no izvešanas ceļa atrašanās vietas, kokmateriālus ar attiecīgu trošu sistēmu pārvieto gan pa nogāzi uz leju, gan uz augšu.

4.12. attēls

Trošu sistēmas vienkāršota shēma



No **lidaparātiem** ražošanas apstākļos pasaulē atsevišķās vietās lieto tikai helikopterus, lai kokmateriālus piegādātu līdz augšgala krautuvei pie izvešanas ceļa vai arī līdz lejasgala krautuvei no tādām cirmām kalnu apstākļos, kuras nav tuvu izvešanas ceļam un kuru kopējais izvešanai pieejamais kokmateriālu apjoms nav tik liels, lai atmaksātos jauna ceļa būve. Piegādes attālumu un ekonomiski izdevīgu kokmateriālu apjomu galvenokārt nosaka helikoptera ekspluatācijas dārdzība un mazais reisa kravas apmērs. Helikopters ir apgādāts ar kravas trosi un cilpeņiem. Tehnoloģiskajam aprīkojumam jābūt ar ļoti augstu drošības pakāpi, jo no augstuma krītošs kokmateriāls var apdraudēt ne tikai cirmā strādājošos, bet dažādus objektus gan lidojuma maršruta joslā, gan krautuvē un tās apkārtnē.

## 4.4. Priekšnoteikumi sekmīgai operācijas izpildei

Vispārējā veidā priekšnoteikumus sekmīgai kokmateriālu pirmējā transporta operācijas izpildei var izteikt šādi:

1. Pārvietojamiem kokmateriāliem jābūt labi pieejamiem no grunts nestspējas, reljefa, koku, celmu, akmeņu, ciņu un citu traucēkļu izvietoējuma, kā arī no pašu kokmateriālu novietoējuma viedokļa.
2. Izvēlētajiem pirmējā transporta līdzekļiem jābūt piemērotiem un attiecīgi sagatavotiem, lai tos varētu izmantot darbam konkrētajos meža apstākļos.
3. Operācija jāveic kvalificētiem un labi motivētiem darbiniekiem.
4. Operācijas norisi nevajadzētu traucēt meteoroloģiskiem vai citiem iepriekš grūti paredzamiem apstākļiem.

Uzskaitīto priekšnoteikumu īstenošanas iespēja ir atkarīga no trim faktoru grupām: dabiskajiem, tehniskajiem un cilvēku rīcības izraisītajiem.

Pirmējam transportam paredzēto kokmateriālu pieejamība ir atkarīga kā no dabiskajiem un tehniskajiem, tā cilvēka darbības radītajiem faktoriem. Tieši dabiskie apstākļi galvenokārt nosaka grunts īpašības, mikro- un makroreljefu, akmeņu, ciņu un citu dabiski izveidojošos šķēršļu daudzumu, lielumu un izvietojumu. Apstākļus veidojošo elementu kombinēšanās visdažādākajā veidā rada iespējamo gadījumu daudzveidību, un praktiski nav iespējams katram atsevišķajam gadījumam pieskaņoties ar tikai tam paredzētiem darba līdzekļiem un to lietošanas tehnoloģiskajiem paņēmieniem. Grunts nestspēju pa atšķirīgām grupām mēdz iedalīt atkarībā no tā, kādos meteoroloģiskos apstākļos ir iespējama meža mašīnu pārvietošanās pa cirsma. Reljefa īpatnību un mašīnu pārvietošanos traucējošu cita veida šķēršļu sastopamību cirmā iedala pēc tā, cik lielas grūtības to klātbūtne sagādā darbam ar mašīnām, kas pārvietojas pa zemi. Attiecībā uz reljefu atsevišķi vērtē nogāžu slīpumu kalnu apstākļos, kā robežvērtības norādot, vai ir iespējama pārvietošanās ar riteņu vai kāpurķēžu mašīnām.

Raugoties uz transportējamo kokmateriālu pieejamību saistībā ar novietojumu cirmā, jāatzīst, ka tas ir cieši saistīts ar mašīnu pārvietošanās iespējām: jo mašīna var labāk pārvietoties visā cirsmas teritorijā, jo reizē ar to palielinās iespēja jebkuru cirmā sagatavoto kokmateriālu novietot transporta līdzeklim piemērotā vietā. No šāda viedokļa var uzskatīt, ka dabiskie apstākļi ietekmē arī kokmateriālu novietojumu. Tomēr lielāka tiešā ietekme uz iespēju katru sagatavoto kokmateriālu novietot transporta līdzeklim piemērotākajā vietā ir tam, ar kāda tehniskās attīstības līmeņa darba līdzekļiem un ar kādiem tehnoloģiskiem paņēmieniem notiek kokmateriālu sagatavošanas operācijas. Ja kokmateriālus sagatavo ar motorzāģi, to novietojumu vēlamajā vietā var panākt vienīgi ar attiecīgiem tehnoloģiskiem paņēmieniem. Reizē parādās arī cilvēka faktora ietekme, jo vajadzīgos darba paņēmienus labāk pārzina un vairāk ir motivēts lietot kvalificētāks un meža nozares īpatnības pilnīgāk izpratošs darbinieks. Kokmateriālu sagatavošanā ar tāltvēriena hārvesteru būtiska nozīme ir gan tehnoloģiskās iekārtas tehniskajam raksturojumam, it sevišķi hārvestera izlices snieguma attālumam, gan operatora prasmei. Transporta līdzekļa piemērotību dotajiem apstākļiem vairāk ietekmē tas, kāda tehniskās attīstības līmeņa darba līdzekļi ir pieejami vispār, kādi ir attiecīgā ražošanas iecirkņa rīcībā un kā iesaistīto cilvēku rīcība ir ietekmējusi lēmumu ar konkrēto darba līdzekli veikt kokmateriālu pirmējo transportu dotajos apstākļos. Dabisko apstākļu ietekme sākotnēji izpaužas tā, ka tie ir kā cēlonis tieši tādām, bet ne citādām attiecīgās cirsmas raksturojumam, un vēl arī tā, ka tie ar lielāku vai mazāku nozīmību ir bijuši starp kritērijiem, kas ņemti vērā, izstrādājot transporta līdzekļa konstrukciju.

Vispilnīgākā atbilstība starp pirmējā transporta norises vietas raksturojumu un lietojamā darba līdzekļa piemērotību ir tajos gadījumos, kad darba līdzeklis tieši šādam vietas raksturojumam ir paredzēts jau tā konstrukcijas izstrādes laikā. Transporta līdzekļa nespēja vienlīdz efektīvi strādāt visa lietošanas diapazona robežās ir uzskatāma par tehniska rakstura faktoru, kura ietekme jāņem vērā, izvēloties pirmējā transporta līdzekli kādiem konkrētiem mežizstrādes apstākļiem.

Starp iepriekš grūti paredzamiem tieši meteoroloģiskie apstākļi kokmateriālu pirmējo transportu var traucēt visbiežāk. Lai gan cilvēka spēkos nav meteoroloģiskos apstākļus mainīt, pastāv dažādi paņēmieni, ar kuriem negatīvo ietekmi uz darba norisi var samazināt vai pat pilnībā izslēgt. Labus rezultātus var dot tāds paredzēto cirsmu izstrādes secības plānojums ilgākam laika periodam, lai no pirmējā transporta iespējamības viedokļa nelabvēlīgākajos gadalaikos darbs notiktu tajās vietās, kur nepiemēroti laikapstākļi transporta līdzekļu pārvietošanās iespējas varētu ietekmēt vismazāk. Cirsmu izstrādes secības plānojumā jāparedz iespēja pārcelt mežizstrādi uz citu tuvāku vietu, ja neparedzētu apstākļu dēļ kādā no cirmām darbs ir jāpārtrauc.



## 4.5. Kokmateriālu pirmējā transporta norises vieta

Kokmateriālu pirmējā transporta tiešās norises vieta ir tā, kur attiecīgais transporta līdzeklis atrodas operācijas visu sastāvdaļu izpildes laikā. Tikai atbrīvojoties no kravas, tā ir kāda daļa augšgala krautuves teritorijā, bet visas pārējās darbības notiek, atrodoties uz pievešanas ceļa. Kopumā pievešanas ceļus raksturo:

- pievešanas virziens;
- ceļa platums;
- attālums starp blakus esošiem ceļiem;
- ceļa vietas sagatavošanas veids;
- ceļa noslogojums;
- pievešanas attālums:
  - vidējais;
  - optimālais.

Cirsmas izstrādes tehnoloģiskajā shēmā pievešanas virziens ir starp svarīgākajiem elementiem, jo var ietekmēt kokmateriālu sagatavošanas operāciju varianta izvēli. Praktiski nav iespējams gadījums, ka pievešanas virziens kādā no cirmā esošajiem pievešanas ceļiem būtu pilnīgi pretējs vispārējam kokmateriālu pievešanas virzienam šajā cirmā. Pievešanas virziena izvēle ir ļoti svarīga šķēršļotā, sevišķi kalnainā vai ar ūdens noteces vietām bagātā, apvidū.

Ceļa platums ir saistīts ar pievešanas transporta līdzekļa izmēriem, bet tam var būt maksimāli pieļaujamā lieluma ierobežojums. Latvijā šis ierobežojums ir četri metri, to pamatojot ar sējvietu (vai stādvieta) savstarpējo attālumu meža atjaunošanā.

Lai tehnoloģiskajām vajadzībām izmantotā cirsmas platība nepārsniegtu 20%, attālumam starp pievešanas ceļiem jābūt 20 metri.

Ceļa vietas sagatavošanas nepieciešamību nosaka grunts nestspēja, celmu augstums, arī mikroreljefs cirmā. Lai pievešanai sagādātu vislabvēlīgākos apstākļus, pilnīgi bez ceļa vietas sagatavošanas nevar iztikt nevienā cirmā, jo vismaz papildu darbs pievešanu netraucējoša celmu augstuma nodrošināšanai var būt vajadzīgs pat sausos apstākļos ar labu grunts nestspēju. Mitros un bieža kūdras slāņa apstākļos pievešanas traktoru pārvietošanās var būt neiespējama pat pēc visu cirmā pieejamo ceļa nostiprināšanas materiālu izlietojuma.

Visi cirmā iekārtotie pievešanas ceļi nekad nevar tikt noslogoti pilnīgi vienādi. Ir atsevišķi kokmateriālu savākšanas ceļi, kur pievešanas traktors iebrauc tikai vienu reizi, bet krautuves tuvumā vienmēr pa kādu ceļa posmu tiek pārvesti visi cirsmas kokmateriāli, tāpēc tos dēvē par maģistrālajiem ceļiem. Vēl ir iespējami savienojšie ceļi, kurus iekārto tāpēc, lai samazinātu atsevišķu reisu maršruta garumu, un arī t.s. vienvirziena ceļi, pa kuriem braukšana iespējama tikai turp- un atpakaļgaitā. Sliktos pārgājības apstākļos visgrūtāk ir uzturēt kārtībā maģistrālos ceļus. No tikko aprakstītā var secināt, ka pievešanas ceļi savstarpēji atšķiras pēc:

- uzdevuma;
- noslogojuma;
- izvietojuma cirmā.

Ceļi cirmā jāieplāno tā, lai kokmateriālu savākšanu sāktu ceļa tālākajā daļā un tad, pārvietojoties krautuves virzienā, pakāpeniski savāktu pilnu kravu. Tādējādi samazinās pārvietošanās attālums ar pilnu kravu un kokmateriālu pievešana notiek ražīgāk. Pievešanas ceļi īpaši rūpīgi jāplāno meža kopšanas cirtēs, jo plānojums ļoti ietekmē kopjamās audzes kvalitāti pēc mežizstrādes pabeigšanas. Meža kopšanas ciršu izstrādē pievešanas ceļiem jābūt iespējami taisniem, jo tā samazinās atstājamās audzes bojājumi. Pievešanas ceļu plānošanā jāievēro:

1. Attiecībā pret elektropārvades līnijām un citiem ceļiem pievešanas ceļam jābūt orientētam perpendikulāri.
2. Bīstamo zonu norādošajiem apzīmējumiem elektropārvades līniju tuvumā jābūt nepārprotamiem un skaidri saskatāmiem.
3. Ja cirmā ir grāvji vai citas ūdens noteces vietas, ir jāizvairās no šādu vietu šķērsošanas ar pievešanas ceļu.
4. Nav pieļaujama mašīnu pārvietošanās pa ūdeni, noteču pielūzņošanu.
5. Iekārtotie pagaidu tilti pēc to izmantošanas jānovāc.
6. Meža kopšanas cirtēs ciršanas atliekas jānovieto uz pievešanas ceļiem, lai labāk pasargātu atstājamo koku saknes no bojājumiem kokmateriālu pievešanas laikā.

Kokmateriālu pievešanas attālums ir viens no svarīgākajiem rādītājiem mežizstrādes plānošanā, vadībā, kontrolē un sasniegto rezultātu vērtēšanā. Pievešanas vidējā attāluma izmaiņas pat tikai par dažiem desmitiem metru var ievērojami ietekmēt gan ražīgumu, gan izmaksas. Optimālais pievešanas attālums ir tāds lielums, kas nodrošina minimālās izmaksas kokmateriālu piegādei no cirsmas līdz klienta krautuvei. Vienkāršākajā gadījumā tā ir pievešanas un izvešanas izmaksu summa, pārrēķinot uz kokmateriālu tilpuma vienību. Var teikt, ka optimālais lielums tiek sasniegts brīdī, kad pievešanas izmaksu samazinājums, tuvinot krautuvi cirsmā, izlīdzinās ar izvešanas izmaksu palielinājumu, izvešanas attālumam kļūstot garākam. Optimālais pievešanas attālums ir noderīgs kokmateriālu sagatavošanas un piegādes loģistikas risinājumu salīdzinājumos realizēšanai akceptējamā varianta izvēlē.

## 4.6. Kokmateriālu pirmējā transporta operācijas norise

Kokmateriālu pirmējā transporta operācijas norises izklāsta saturs tā uzbūves vispārējā formā ir līdzīgs citām darba operācijām: tajā jābūt katras sastāvdaļas detalizētam aprakstam, kurā ir izklāstīts, kas, kā un kāpēc jā dara, lai nonāktu pie kvalitatīva rezultāta. Aprakstā jānorāda arī uz to, cik lielu daļu tā aizņem no visas operācijas, kas var apdraudēt sekmīgu katras sastāvdaļas izpildi. Iespējamais savstarpēji būtiski atšķirīgo operācijas norises variantu skaits sniedzas vairākos desmitos, jo ir vesela virkne to ietekmējošu apstākļu.

Pirmējā transporta norisi vienmēr ietekmē vairāku apstākļu kompleksa iedarbība: vietas un laika apstākļi, transporta līdzekļi, tiešie darba izpildītāji. Nav iespējamās jebkuras kombinācijas starp ietekmētājiem, un arī iespējamās pēc iedarbības atšķiras tādā mērā, ka pat kvalitatīvā nozīmē pieņemami operācijas rezultāti tomēr nav vienādi. Šajā apskatā tiks runāts tikai par principiāli atšķirīgākajiem.

### 4.6.1. Kokmateriālu kravas savākšana pirmējā transporta operācijā

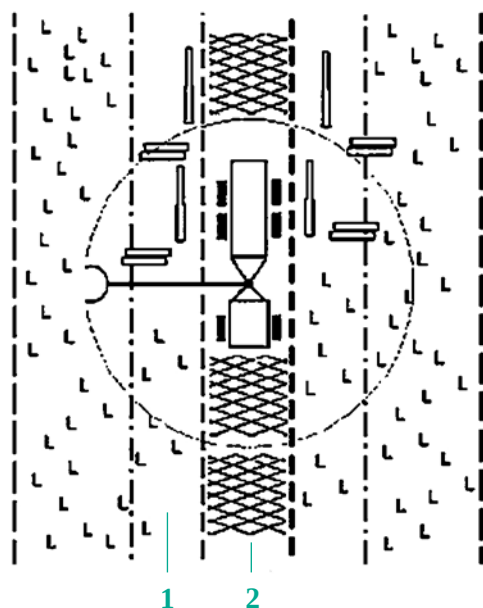
Kokmateriālu piegāde no cirsmas līdz krautuvei pie izvešanas ceļa vismazāk no cita veida kravu transportēšanas atšķiras tad, ja tos ved šim nolūkam piemērotā kravas tilpnē. Tie ir gadījumi, kuros transporta līdzeklis ir forvarders, darbam mežā pielāgots traktors ar meža piekabi, maztraktors ar speciālu piekabi, zirgs (vai cits darbam izmantojams dzīvnieks) ar speciālu aizjūgu. Kokmateriāli, kurus paredzēts transportēt ar kādu no minētajiem transporta līdzekļiem, parasti cirsmā nav visi vienā vietā, tāpēc vajadzīgais kravas apjoms ir jāsavāc pa atsevišķām cirsmas tehnoloģiskajā plānojumā norādītām sagatavotajiem kokmateriālu novietojuma vietām.

Visbiežāk kravas tilpnē iekrautus no cirsmas uz krautuvi ved klienta prasībām atbilstošus apaļo kokmateriālu sortimentus, tāpēc kā pievešanas tehnoloģijas norisi ietekmējošs faktors jāņem vērā sortimentu skaits un arī katra veida īpatsvars kopējā pievešanas apjomā. Kokmateriāliem vajadzētu būt tā sašķirotiem pa sortimentu veidiem jau to sagatavošanas laikā, lai, pievešanai paredzēto kravu savācot, tie nesajauktos, un, kravu izkraujot augšgala krautuvē, nebūtu jātērē papildu laiks atkārtotai šķirošanai.

Kokmateriālu pievešanā ar forvarderu kārtējās kravas savākšanu uzsāk cirsmas iespējami tālākā vietā no augšgala krautuves. Reisa kravu savāc pa atsevišķiem forvardera stāvpunktiem (sk. 4.13. attēlu).

4.13. attēls

Steļas izstrādes tehnoloģiskās shēmas fragments ar iezīmētu forvardera stāvpunktu



1 – sortimentu josla; 2 – pievešanas ceļa josla

Vienveidīgu sortimentu skaits katrā no stāvpunktiem nemēdz būt liels, tāpēc slejas daļas garums, kurā var savākt pilnu forvardera kravu, nekad nav tikai pāris desmiti metru. Slejas daļas garums kravas savākšanai ir atkarīgs no slejas platuma, audzes krājas, sortimenta veida īpatsvara kopējā apjomā un reisa kravas lieluma. Kokmateriālu iekraušana kravas tilpnē notiek pa atsevišķiem cikliem. Vienam iekraušanas ciklam patērētais laiks ir mazāks, ja kokmateriāla un celtna izlīces savstarpējais novietojums ir tāds, ka cikla izpildes brīdī nerodas nepieciešamība satvērēju daudz grozīt vai pārtvert citā vietā attiecībā pret kokmateriāla smaguma centru. Kustību skaits ciklā ir atkarīgs no tā, cik tālu no forvardera un kādā leņķī pret tā garenasi atrodas iekraujamais kokmateriāls. Kravas savākšanas laikā kādā daļā no forvardera stāvpunktiem hidroceltni izmanto mežizstrādes atlieku novietojuma sakārtošanai, jo ar tām var būt piesegti iekraujamie kokmateriāli, vai arī tās neatrodas uz pievešanas ceļa tur, kur nepieciešams pastiprināt ceļa brauktuvi.

Līdzīgi kravas savākšana notiek arī pievešanā ar meža piekabi, kuru velk meža apstākļiem pielāgots traktors, maztraktoru ar kravas tilpni vai zirgu aizjūgam paredzētiem kokmateriālu pārvadāšanas ratiem.

Hidroceltni kokmateriālu savākšanai lieto pilnīgi mašinizētā treilēšanā. Kravu savāc pa atsevišķiem traktora stāvpunktiem no tādas platības, kurā kokmateriāli, visbiežāk tie ir neatzaroti vai atzaroti stumbri, ar hidroceltni ir aizsniedzami un novietojami uz kūleņa bez īpašiem papildu pārvietojumiem. Katrā atsevišķā iekraušanas ciklā hidroceltna izlīci pagriež kokmateriāla virzienā, ar satvērēja skavām stumbru aptver netālu no resgaļa griezuma, pievelk tuvāk traktoram un tad, ceļot stumbra resgali uz augšu, pāri saspiedējstatnim vai pa vidu starp tiem (tas atkarīgs no paņemamā stumbra un traktora savstarpējā novietojuma), novieto uz kūleņa. Kad uz kūleņa novietoti visi no viena stāvpunkta savākšanai pieejamie stumbri, aizver saspiedējstatņus, lai uzkrutie stumbri no kūleņa nenoslīdētu, un tad pabrauc līdz nākamajam stāvpunktam. Savākšanas ciklus atkārti līdz brīdim, kad savākta pilna krava.

Kokmateriālu savākšana izdarāma visātrāk, ja pirmējam transportam izmanto jau iepriekš sagatavotu saiņu pārvietošanai paredzētu satvērēju. Garos kokmateriālus treilē puspaceltā stāvoklī, bet īsos ved, tiem atrodoties ar satvērēja skavām aptvertā stāvoklī un paceltiem uz augšu, lai tie nesaskartos ar zemi. Kravas savākšana pēc būtības ir izdarīta reizē ar kokmateriālu sagatavošanas operācijām, tāpēc laiks saiņa paņemšanai jātērē, lai, pabeidzot braucienu bez kravas, ar traktoru izdarītu nepieciešamās manevrēšanas kustības un nostātos tā, ka ar satvērēja skavām varētu sāni aptvert, satvērēju nolaižot pietiekami zemu. Ja sainis ir jāpapildina ar kokmateriāliem, ja to gali ir jānolīdzina vai arī jāizdara vairāk manevrēšanas kustību pirms satvērēja skavas iespējams uzvirzīt sāni, visu minēto darbību veikšanai jātērē papildu laiks.

Fiziski smags un bīstams darbs kravas savākšanai jāveic visos tajos gadījumos, kuros katrs no kokmateriāliem pirms pārvietošanas jāņem ar cilpeni. Tas ir jādara nemehanizētā garo kokmateriālu treilēšanā, treilēšanā ar traktoriem, kokmateriālus pārvietojot ar trošu iekārtām kalnu apstākļos un pirmējā transportā pa gaisu ar helikopteru. Norises darbības un laika patēriņš atšķiras gan starp minētajiem pirmējā transporta variantiem, gan katra varianta ietvaros atkarībā no norises vietas apstākļiem.

#### 4.6.2. Pirmējā transporta laikā augšgala krautuvē piegādāto kokmateriālu novietošana

Kokmateriālus pievedot ar forvarderu, visbiežāk kravā ir viena veida vai dažu savstarpēji labi atšķiramu veidu sortimenti. Izkraušanas norise sākas ar darbībām, lai pārietu no forvardera gaitas vadības uz rikošanos ar hidroceltni, pēc tam notiek pa atsevišķiem cikliem. Dažreiz norise var papildināties, ja krautnē kāda kokmateriāla gals ir izvīzīts uz āru un to, ar izlīces kustībām viegli iešūpojot satvērēju un uzsitot, ievīzītu krautnē vienā plāknē ar pārējo kokmateriālu galiem. Gadījumos, kad kravas tilpnē ir bijuši savākti dažādās krautnēs novietojami kokmateriāli, izkraušanas norises ilgumu papildina laiks pārbraucieniem pie attiecīgajām krautnēm. Līdzīgi izkraušanai no forvardera kravas tilpnes, kokmateriālus augšgala krautuvē izkrauj no citiem pirmējā transporta līdzekļiem, kas aprīkoti ar hidroceltni (no meža piekabes, ko velk meža apstākļiem pielāgots traktors, maztraktora kravas tilpnes vai no zirgu aizjūgam paredzētiem kokmateriālu pārvadāšanas ratiem).

Treilēšanā ar traktoru, kam ir hidroceltnis un kūlenis ar saspiedējstatņiem, augšgala krautuvē piegādātos stumbrus iespējams novietot divējādi. Ja nav nepieciešams uzkrāt lielākas kokmateriālu rezerves, atver saspiedējstatņus un, traktoram braucot uz priekšu, kravas priekšgals noslīd no kūleņa. Pēc atbrīvošanās no kravas traktors apgriežas braukšanai kravas novietojumam perpendikulārā virzienā un ar vairākiem īsiem turp un atpakaļ virziena braucieniem, izmantojot buldozera vērstuvi traktora priekšgalā, uz zemes novietotos kravas stumbrus sastumj ciešāk kopā. Tā kā traktoram ir

hidroceltnis, nepieciešamības gadījumā var lietot otru kravas novietošanas paņēmieni, stumbrus pēc saspiedējstatņu atvēršanas pa vienam vai vairākiem kopā sakraujot krautnē uz zemes vai paliktņiem. Izkraušana tādējādi sastāv no atsevišķiem cikliem. Pēc visu stumbru izkraušanas nepieciešamības gadījumā tie krautnē jāsaspiež ciešāk kopā, to darot līdzīgi kā tikko apskatītajā pirmajā kravas novietošanas paņēmienā.

Ja kokmateriālus līdz augšgala krautuvei piegādā traktors ar satvērēju iepriekš sagatavotu saiņu paņemšanai, kravas novietošana dažkārt var būt sarežģītāka nekā saiņa paņemšana cīsmā. Traktorus ar lielu kravnesību parasti izmanto neatzarotu stumbru saiņu treilēšanai puspaceltā stāvoklī. Augšgala krautuves teritorija nekad nav iespējama tik liela, lai katru pietreilēto stumbru saini novietotu atsevišķi. Lielāka krautne jāveido tam pašam treilēšanas traktoram, ar kuru vilkts neatzaroto stumbru sainis. Iebraucot krautuvē ar saini, traktors ar visu kravu vispirms dodas šķērsām pāri iepriekšējā saiņa galotnēm, tad pagriežas paralēli iepriekšējam sainim un, turpinot gaitu, panāk, ka atvilktais sainis ir nedaudz ieslīpi pāri iepriekšējam. Tad saiņa stumbru resgaļu daļu pagrūž ciešāk pie iepriekšējā saiņa, pavirzoties ar traktoru atpakaļgaitā, un pēc tam atvilkto saini atbrīvo no satvērēja tvēriena. Pagriežoties ar traktoru pilnīgi pretējā virzienā, ar buldozera vērstuvi traktora priekšgalā un izdarot vairākus traktora turp- un atpakaļgaitas braucienus, nobeidz krautnes izlīdzināšanu un sablīvēšanu visā krautnē atrodošos stumbru garumā.

Pievedot saiņu satvērējā paņemtus īsos kokmateriālus no zemes pilnīgi atrautā stāvoklī, krautuvē pie attiecīgās krautnes traktors piebrauc atpakaļgaitā, kustoties perpendikulāri pret krautnes garuma virzienu un tik tālu, ka novietojamais sainis ir pilnībā novietots krautnē. Tad kokmateriālus atbrīvo no satvērēna un nepieciešamības gadījumā nolīdzina to galus.

Treilēšanā ar trošu aprīkojuma traktoru iebraukšanai krautuves teritorijā un turpmākai kustībai jāizvēlas tāda trajektorija, lai panāktu, ka kokmateriālu krava pēc cilpeņu atkabināšanas novietotos iepriekš paredzētajā vietā un atbilstoši plānotajai orientācijai attiecībā pret citiem objektiem krautuvē. Kad traktors līdz šai vietai ir atvilcis pašu pirmo kravu, tas ir jāapstādina un tad jāatslābina cilpeņu nostiepums, lai tos bez grūtībām varētu atkabināt. Daļa no atkabinātajiem cilpeņiem ir cieši iespiesti starp kokmateriāliem, tāpēc cilpeņus necenšas izvilkt ar rokām, bet to izdara, braucot ar traktoru uz priekšu vai uztinot trosi vinčas spolei. Kravas atbrīvošanā izklidējušos kokmateriālus var sastumt ciešāk kopā ar vairogu traktora aizmugurē vai buldozera vērstuvi traktora priekšgalā. Gadījumos, kad jāveido lielāka krautne, kurā kokmateriāli ir vairākās kārtās cits virs cita, piebraucot ar kārtējo kravu pie krautnes tālākā gala, kravas priekšgalu pārvelk ieslīpi pāri un tad, pagriežoties ar traktoru braukšanai tieši gar krautni, kravu novieto virs krautnē jau iepriekš esošajiem kokmateriāliem. Labs paņēmieni ir atbrīvot vinčas spoli, kad krava vēl ir ar priekšgalu uz krautnes tālākā gala, ar traktoru nostāties krautnes priekšgalā un tad, uztinot trosi spolei, krautnes tālākajā galā atstāto kravu uzvilkt virs krautnē esošajiem kokmateriāliem.

#### 4.6.3. Pārvietošanās bez kravas un ar kravu kokmateriālu pirmējā transportā

Kokmateriālu pievešanā ar forvarderu brauciena attālums bez kravas parasti ir garāks nekā braucienā ar kravu. Tam par iemeslu ir divi apstākļi. Viens no tiem ir attālumu starpība starp punktu, kurā forvarders sāk kravas savākšanu un vietu, kurā kravas savākšanu pabeidz. Tā kā kravas savākšanu parasti uzsāk iespējami tālāk cīsmā, attālums braucienā bez kravas ir garāks vismaz par kravas savākšanai nepieciešamās slejas daļas garumu. Otrs iemesls ir iespēja operatoram vadīt forvarderu gaitā uz priekšu un neveikt sarežģītus apgriešanās manevrus, ja bez kravas brauc pa pievešanas ceļu, kurš ir paralēls tam ceļam, kur paredzēta kravas savākšana un uz to pārbrauc pa savienojosu ceļu. Strādājot šādā veidā, forvarders var pārvietoties ātrāk, to retāk pārslugo ar manevrēšanu starp dažādiem šķēršļiem un arī meža vide tiek bojāta mazāk.

Tādus pašus spriedumus var izteikt par braucieniem bez kravas pievešanā ar meža piekabi, kas ir komplektā ar hidroceltni un darbam mežā pielāgotu traktoru.

Pievešanā ar maztraktoru brauciena maršruts bez kravas var gandrīz precīzi sakrist ar braucieniem, vedot kravu. Ar šo transporta līdzekli starp šķēršļiem mežā var pārvietoties, tāpat arī apgriezties braukšanai pretējā virzienā, izvēloties maršrutu pa piemērotākām vietām, tajā pašā laikā, pateicoties nelielajiem izmēriem un labajām manevrēšanas spējām, neapdraudot atstājamās kokus un neradot būtisku kaitējumu meža videi.

Arī treilēšanā ar speciālo traktoru, kam ir hidroceltnis, kravu sāk savākt no tālākas vietas cīsmā, tomēr tas nevar izraisīt būtisku atšķirību starp brauciena attālumu bez kravas un ar kravu, jo jāpaņem visi kokmateriāli, tāpēc savākšanas attālums nav liels. Attālums braucienam bez kravas un ar kravu ļoti precīzi sakrīt kokmateriālu pārvietošanā ar saiņu satvērēju. Tāpat parasti nav ie-

meslu, lai tas būtiski atšķirtos visos dažādajos gadījumos, kad jāpārvieto ar cilpeņiem piekabināti kokmateriāli.

Lietojot kādu no traktoriem, jāreķinās, ka apstākļiem tajā vietā, kur brauciens bez kravas tiek pabeigts, jābūt tādiem, lai būtu iespējamas nepieciešamās manevrēšanas kustības, nostājoties kravas savākšanai.

Dažos no kokmateriālu pirmējā transporta gadījumiem norise braucienā ar kravu var notikt ievērojami atšķirīgi no brauciena bez kravas. To var teikt par visiem tiem gadījumiem, kad pirmējā transporta līdzekļa tehnoloģiskajā aprīkojumā kā viens no pamatelementiem vai arī tikai kā papildu elements ir vinča. To var izmantot, lai pirms grūti pārbraucamas vietas atbrīvotos no kokmateriālu kravas, iepriekš to apņēmot ar vinčas trosi. Kad ar traktoru bez kravas, vienlaicīgi trosei notinoties no spoles, ir pārbraukts šaubīgajai vietai, kravu ar trosi no jauna pievelk traktoram un novieto parastajā stāvoklī, kādā ar šo traktoru kokmateriālus pārvieto.

## 4.7. Kokmateriālu pirmējā transporta operācijas izpildes rezultātu vērtēšana

Kokmateriālu pirmējā transportā galvenie virzieni operācijas izpildes rezultātu vērtēšanā ir ražīguma, enerģijas izlietojuma un apkārtējai videi nodarītā kaitējuma noteikšana. Paraugoties uz šiem trim rādītājiem no to kvalitātes izpratnes viedokļa, uzreiz saskatāma būtiska atšķirība starp pirmo no minētajiem un abiem pārējiem: kvalitatīvā ziņā nepārprotami labāks ir skaitliski lielāks ražīgums, bet pretēji tas ir attiecībā uz izlietoto enerģiju un videi nodarīto kaitējumu. Aplūkosim, uz kādiem apsvērumiem jābalstās, meklējot paņēmienus minēto rādītāju kvantitatīvā vērtējuma iegūšanai.

Paveikto darbu transportā pirmām kārtām raksturo trīs dažādu veidu rezultāti. Tie ir no vienas uz citu vietu pārvestās kravas apjoms, attālums starp šīm vietām un patērētais laiks. No šo rezultātu viedokļa salīdzinot alternatīvus variantus, priekšroka dodama tam, kuru īstenojot īsākā laikā lielāku kravu var nogādāt lielākā attālumā. Parasti norāda noteiktā laika periodā pievesto kokmateriālu apjomu, to papildinot ar piezīmi par pievešanas attālumu (sk. 4.1. un 4.2. formulu).

(4.1.)

$$R_m = \frac{T_m k_{izm} q}{t_p}$$

$R_m$  – ražīgums kokmateriālu pievešanā maiņā, m<sup>3</sup>;  
 $T_m$  – maiņas ilgums;  
 $k_{izm}$  – darba laika izmantošanas koeficients;  
 $q$  – reisa krava, m<sup>3</sup>;  
 $t_p$  – viena darba perioda ilgums;  
 $t_1$  – pārvietošanās ilgums bez kravas;  
 $t_2$  – kravas savākšanas ilgums;  
 $t_3$  – pārvietošanās ilgums ar kravu;  
 $t_4$  – kravas novietošanas ilgums.

(4.2.)

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

Enerģijas izlietojumu var noteikt pēc izlietotā degvielas daudzuma. Lai noteiktu izlietojuma lietderīgumu, jāizdara salīdzinājums ar teorētiski nepieciešamo enerģijas daudzumu, kāds nepieciešams tāda paša lieluma masas pārvietošanai tādā pašā attālumā.

Ražošanas apstākļos daudz biežāk nekā darba ražīguma un enerģijas izlietojuma izmaiņām ir jāseko līdz kokmateriālu pievešanā lietojamo transporta līdzekļu ietekmei uz apkārtējo vidi. Sevišķi svarīgi tas ir visos no kailcirtes atšķirīgajos cirtes veidos, kur dziļas traktora iebrauktas sliedes, ceļa platums un ceļu aizņemtās platības īpatsvars uz tālākai augšanai atstāto audzes daļu var radīt ilgi saglabājošos negatīvu ietekmi.

## 4.8. Problēmas un attīstības iespējas kokmateriālu pirmējā transporta operācijā

Iemesli problēmām kāda tehnoloģiskā procesa īstenošanai ir šim procesam uzstādīto prasību neapmierinoša izpilde. Pirmējā transporta operācijā problēmas visbiežāk rada transporta līdzekļa nepiemērotība kokmateriālu pārvietošanas apstākļiem. Pat parasti labos grunts apstākļos pēc ilgāka lietus var izrādīties, ka pievešanas ceļš ir kļuvis neizbraucams. Pārmitros grunts apstākļos

izņēmuma kārtā dažreiz var nākties izmantot arī daļu no mazvērtīgākiem kokmateriāliem, ja šo zaudējumu iespējams kompensēt ar to kokmateriālu kvalitāti un apjomu, kurus izdodas piegādāt līdz izvešanas ceļa krautuvei. Tā kā Latvijas apstākļos tāda stipruma un ilguma sals, kas var palīdzēt ierīkot pietiekami izturīgu pievešanas ceļu pārmitrā cirmā, nemēdz būt bieži, meklējams cits risinājums. Viens no tādiem ir jauna veida vairākkārtēji izmantojama, no atsevišķiem būvelementiem saliekama ceļa stiprinājuma lietošanas paplašināšana. Ir apsverama arī vienkāršāku, parasti kalnu apstākļiem paredzētu, trošu sistēmu izmantošana. Paaugstinoties vispārējam tehniskās attīstības līmenim, turpinās tādu traktoru konstrukciju meklējumi, kurus varētu lietot apstākļos ar zemu gruntis nestspēju.

Izmēģinājumi Skandināvijas valstīs ir parādījuši, ka vērā ņemamu degvielas patēriņa samazinājumu kokmateriālu pievešanā ar forvarderu var dot pāreja uz t.s. hibrīda tipa ritošās daļas piedziņu no katrā ritenī iebūvētiem elektromotoriem, kuri elektrisko strāvu saņem no ģenerators, ko savukārt griež dīzeļmotors.

Pasaules mērogā mežizstrāde bieži vien notiek grūti pieejamos kalnu apstākļos, tāpēc sagaidāmi jauni kokmateriālu pirmējā transporta priekšlikumi tieši šādiem apstākļiem.

## 5. TEHNOLOĢISKAIS PLĀNOJUMS CIRSMU IZSTRĀDĒ

Cirsmas izstrādes tehnoloģiskā plānojuma sagatavošana ir viena no svarīgākajām sastāvdaļām starp tām darbībām, kas jāizdara vēl pirms mežizstrādes darbu praktiskas uzsākšanas kādā noteiktā vietā. Mežizstrādes tehnoloģiskā procesa rezultātus var ietekmēt daudzu tādu apstākļu kombinācijas, kas izcīršanai paredzētajām mežaudzēm ir atšķirīgas, tāpēc to kvantitatīvajam un kvalitatīvajam raksturojumam uzmanība jāpievērš jau pirms kokmateriālu sagatavošanas un piegādes darba operāciju izpildes sākuma. Plānojot konkrētas cirsmas izstrādes tehnoloģiju, tiek panākta vajadzīgā atbilstība starp darbu norises vietu raksturojošām īpašībām un rīcībā esošo darba līdzekļu lietošanas paņēmieni piemērotību. Paļauties uz to, ka labus rezultātus attiecīgās cirsmas izstrādē varētu iegūt bez iepriekšējas iepazīšanās ar tās dokumentēto raksturojumu un reāli pastāvošo stāvokli dabā, nozīmē radīt palielinātu risku, ka varētu rasties dažāda veida ražošanas brāķis ekonomiskā, sociālā, ekoloģiskā, tehniskā vai citu aspektu ziņā.

Cirsmas tehnoloģiskā plānojuma pamatdokuments ir izstrādes shēma. Tas ir grafiskā formā sagatavots cirsmu raksturojošo svarīgāko tehnoloģisko apstākļu un šīs cirsmas izstrādē vērā ņemamo galveno nosacījumu vienkāršots attēlojums.

### 5.1. Cirsmas izstrādes tehnoloģiskās shēmas mērķis un uzdevumi

Cirsmas izstrādes tehnoloģiskās shēmas sagatavošanas mērķis ir dokumenta formā sniegt pamatotus norādījumus visām ar attiecīgās cirsmas darbiem tieši saistītajām personām par darba operācijās iesaistīto tehnoloģisko elementu teritoriālo izvietojumu. Cirsmas izstrādes gaitā tehnoloģisko elementu izvietojums pastāvīgi mainās reizē ar paveikto darbu apjomu, bet šo izmaiņu laikā ir pastāvīgi jāsauglabā tāds stāvoklis, kas nodrošina kvalitātes prasību izpildi katrā no darba operācijām.

No teiktā ir saprotams, ka shēmā nevar parādīt visas ražošanas apstākļos reāli iespējamās situācijas, sākot no cirsmas izstrādes sākuma momenta līdz pat pilnīgam darbu nobeigumam. Cirsmas izstrādes shēma parāda tehnoloģisko elementu savstarpējo izvietojumu, kas vislabāk var nodrošināt mežizstrādes tehnoloģijas vispārējo uzdevumu izpildi konkrēto apstākļu situācijā. Šī iemesla pēc vispārējie cirsmas izstrādes tehnoloģiskās shēmas uzdevumi maz atšķiras no mežizstrādes tehnoloģijas uzdevumiem:

1. Nodrošināt visu cirmā veicamo pamatdarbu un palīgdarbu operāciju pastāvīgu savstarpēji saskanīgu norisi.
2. Garantēt darba aizsardzības un drošības prasību pilnīgu ievērošanu visā cirsmas izstrādes laikā.
3. Sekmēt specifisku mežsaimnieciska rakstura prasību ievērošanu.
4. Nodrošināt apkārtējās vides aizsardzības vispārējo un īpaši konkrētajā vietā pastāvošo noteikumu pilnīgu ievērošanu.

Cirsmā veicamo pamatdarbu un palīgdarbu operāciju pastāvīgas savstarpēji saskanīgas norises jēdziens ietver veselu rindu atsevišķi izteiktu, bet vienlaicīgi izpildāmu prasību kā attiecībā uz darbības vietu, tā attiecībā uz darbības laiku. Lai gan tehnoloģiskajā shēmā darbības laiks netiek norādīts, par to var spriest netiešā veidā.

Sagatavojot tehnoloģisko shēmu konkrētai cirsmā, tur veicamo darba operāciju veidi un skaits ir zināmi jau iepriekš, jo shēmas sastādīšanas brīdī jābūt pieejamam gan cirsmas raksturojumam, gan ziņām par paredzēto izstrādes tehnoloģijas variantu un darba līdzekļiem šī varianta īstenošanai. Ja, piemēram, ir paredzēts cirsmā sagatavot kokmateriālu sortimentus, to darot ar sortimentu sagatavošanas hārvesteru, loģiskā pamatdarbu operāciju secībā kā pirmā vienmēr ir koka gāšana ar tūlīt tai sekojošām, vienlaicīgi izpildāmām atzarošanas un sagarumošanas operācijām. Cirsmas pamatdarbus šajā gadījumā noslēdz kokmateriālu sortimentu pievešana. Darbu saskanīgai norisei no cirsmas izstrādes tehnoloģiskās shēmas plānošanas viedokļa kokmateriālu sagatavošanas operācijās, ja cirsmā paredzēta viena hārvesteru izmantošana, šoreiz nav jāpievērš uzmanība, jo to garantē hārvesteru darbības princips. Darbu norises savstarpējā saskaņotība būtu jāplāno, ja minētajā cirsmā vajadzētu vienlaicīgi nodarbināt vairākus hārvesterus. Pareizi sagatavotā izstrādes tehnoloģiskajā shēmā jābūt parādītam, kā kokmateriālu sagatavošanas operāciju kompleksa norises vietas cirsmā ir plānotas tajā laikā, kad tur vienlaicīgi strādā visvairāk hārvesteru.

Turpinot minēto piemēru attiecībā uz kokmateriālu pievešanas operācijas vietas norādi tehnoloģiskajā shēmā, to pieskaņojot kokmateriālu sagatavošanas operāciju kompleksam, varētu spriest, ka vietas izvēle jāpamato ar nepieciešamo starpoperāciju rezervju lielumu, kurš garantē augstu pievešanas ražīgumu. Tā kā minētās rezerves varētu līdzināties pat visas cirsmas kokmateriālu apjomam, pievešanas norises vietas izvēli pamato nevis no tikko minētā viedokļa, bet no darba drošības viedokļa. Shēmā pievešanas vietu parasti norāda tajā attālumā no koku gāšanas vietas, par kuru tuvāk šai vietai nedrīkst plānot nekādu citu, bet vienīgi gāšanā (vai ar to reizē notiekošajā operāciju kompleksā) iesaistīto darbu veicēju atrašanos.

Pēc cirsmas izstrādes tehnoloģiskās shēmas ir iespējams spriest par saskaņojumu starp cirsmā izpildāmajiem palīgdarbiem un pamatdarbiem kā izpildes vietas, tā laika nozīmē. Ja shēmā ir redzams pievešanas ceļš, uz kura, spriežot pēc krustiska iesvītrojuma, ir novietotas mežizstrādes atliekas, un turpat redzams arī pievešanas transportlīdzekļa apzīmējums, tad šajā gadījumā, pirmkārt, ir redzama ceļa ierīkošanas palīgdarbu vieta. Otrkārt, pievešanas transportlīdzekļa apzīmējums norāda, ka pa šo ceļu jau notiek kokmateriālu pievešana. No tā jāsecina, ka izpildes laika ziņā pievešanas ceļa ierīkošanas palīgdarbi šajā cirsmas vietā jau ir pabeigti. Ja pirms kokmateriālu sagatavošanas ar hārvesteru ir plānota pameža novākšana, lai hārvesteri spētu strādāt ražīgāk, pameža novākšanas vietai jābūt cirsmā norādītai. Pareizāk to būtu norādīt vēl neizstrādātajā cirsmas daļā, bīstamās zonas attālumā no hārvesteru darba vietas. Tā kā praktiski ir iespējams, ka pirms hārvesteru darba uzsākšanas pamežs ir novākts jau visā cirsmā, nav īpašas nozīmes pameža novākšanas palīgdarbu norisi censties parādīt citur kā vienīgi tur, kur tas ir svarīgi no drošības viedokļa.

Cirsmas tehnoloģiskajā shēmā mēdz būt norādes, kas pievērš uzmanību darba aizsardzības prasību ievērošanai (attālumi starp darba vietām, bīstamo zonu norādošas zīmes), specifiskām mežsaimnieciskā rakstura prasībām (saudzējamas paaugas apzīmējums, norāde uz cirsmas robežošanu ar jaunaudzi) vai apkārtējās vides aizsardzībai (ūdens noteces vietas, īpaši aizsargājami objekti).

## 5.2. Cirsmas izstrādes tehnoloģisko shēmu praktisks lietojums

Mežsaimnieciskajā ražošanā cirsmas izstrādes tehnoloģisko shēmu praktisks lietojums sākas jau ar shēmas sagatavošanu, jo tā notiek vēl pirms cirsmas izstrādes sākuma, un tad parasti ir vienkāršāk izdarīt izmaiņas paredzētā tehnoloģijas varianta un izvēlēto darba līdzekļu komplektācijā. Tehnoloģiskajai shēmai ir nepārvērtējama pozitīva loma visā cirsmas izstrādes laikā. It sevišķi tas izpaužas pašos pirmajos izstrādes uzsākšanas brīžos. Ja shēma ir labi sagatavota, mežizstrādē nodarbinātajiem pilnībā var izpalikt iepazīšanās ar cirsmu dabā un izstrādi ietekmējošu apstākļu klātbūtni tajā. Tāpat cirsmas izstrādes darbu tālākajā norisē labi sagatavota shēma nodēd kā drošs pamatojums, lai problemātiskās situācijās izšķirtos par noteikta lēmuma pieņemšanu. Tehnoloģiskā shēma ir neiztrūkstošs dokuments, lai analizētu notikumu gaitu un novērtētu rīcības pamatotību tad, ja ir jāizskata darbā noticis negadījums un jāatklāj tā cēloņi.

Ārpus ražošanas jomas tehnoloģiskās shēmas izmanto nozares profilam atbilstošā profesionālajā apmācībā visos izglītības līmeņos, tāpat arī zinātniskajā pētniecībā. Ir grūti iedomāties, kā izglī-

tojamos uz mežizstrādi attiecināmos tematos būtu iespējams iepazīstināt ar to reāli pastāvošo gadījumu daudzveidību, kāda ir sastopama reālos ražošanas apstākļos, ja to nebūtu iespējams parādīt, izmantojot attiecīgas tehnoloģiskās shēmas. Tehnoloģiskā shēma kā mežizstrādes procesa variantu grafiska attēlojama forma ir noderīga visos ar šo tematu saistītas informācijas uzkrāšanas, šķirošanas, analīzes, vērtēšanas, pavairošanas, izplatīšanas un tamlīdzīgu darbību gadījumos.

### 5.3. Dati cirsmas izstrādes shēmas sastādīšanai

Cirsmas izstrādes tehnoloģiskās shēmas sastādīšanai vajadzīgi divēja veida dati. Viena veida dati raksturo izstrādājamo cirsmu un tādas cirsmas tuvumā esošus apstākļus, kurus nedrīkst ignorēt šīs cirsmas tehnoloģijas plānojumā. Šos datus var apvienot zem nosaukuma „Izstrādājamās cirsmas raksturojums”. Raksturojuma sākumā noteikti jānorāda ziņas par cirsmu pēc īpašuma piederības, ģeogrāfiskās un administratīvās atrašanās vietas. Šai cirsmu identificējošajai informācijai seko dati par cirtes veidu, cirsmas platību, cirsmas kontūru ar tajā norādītiem cirsmas galvenajiem izmēriem, novietojumu attiecībā pret paredzēto izvešanas ceļu, cirsmā piegulošo teritoriju aprakstu. Piegulošo teritoriju aprakstā noteikti jānorāda jaunaudzju esamība, tāpat arī no cirsmas atšķirīga īpašuma piederība. Apkārtnē jāraksturo pēc piemērotības kokmateriālu krautuves ierīkošanai, autovilcienu apgriešanās vietai, strādnieku atpūtas mājīņas novietojumam, degvielu un smērvielu uzglabāšanai, mežizstrādes mašīnu stāvvietai ilgākos darba pārtraukumos, strādnieku transporta līdzekļu novietojumam. Cirsmas datus jābūt informācijai par bīstamo koku skaitu un izmēriem, pameža un paaugas esamību, grunts nestspēju, mikro- un makroreljefu, ūdens noteces un sevišķi pārmitrām vietām, stāvām nogāzēm, dziļām bedrēm u.tml. Nepārprotami jānorāda cirsmā vai tiešā tuvumā esošās trases elektroenerģijas pārvadei, sakaru līnijām, gāzei vai naftas produktiem, tāpat arī stigas, ceļi un takas. Daļu no minētajiem datiem var iegūt tikai cirsmas apsekojumos dabā.

Otra veida dati satur ziņas par paredzēto tehnoloģiskā procesa variantu, lietošanai plānotajām mašīnām un motorinstrumentiem, mežizstrādes atlieku izmantošanas, meža atjaunošanas un augšnes sagatavošanas veidu, cirsmas izstrādes laiku, kokmateriālu sortimentu raksturojumu, mežizstrādes mašīnu apgādi ar degvielu un smērvielām.

### 5.4. Cirsmas shēmā parādāmie elementi

Lai cirsmas shēmu nepārbļīvētu ar apzīmēm un tādējādi ļautu tajā saskatīt svarīgāko informāciju, tajā parādāmi tikai jau iepriekš minēto shēmas uzdevumu izpildes nolūkam nepieciešamie elementi.

Atbilstoši apakšnodaļas sākumā minētajam par cirsmas izstrādes shēmas mērķi, ka tajā jāparāda tehnoloģisko sastāvdaļu savstarpējais izvietojums, reizē ar operāciju savstarpējo saskaņojumu kā vietas, tā laika nozīmē tādos apstākļos, no kuriem kāda daļa ir kā argumentējoši tādā ziņā, ka dotajā situācijā nav maināmi, visi shēmu sastādošie elementi ir iedalāmi divās savstarpēji atšķirīgās grupās. Vienā no tām var apkopot tos shēmas elementus, kas raksturo cirsmu kā tehnoloģiska procesa norises vietu, bet otrā – tos elementus, kas ir saistīti ar cirsmā izpildāmajām tehnoloģiskajām darbībām.

Shēmas elementi, kas raksturo cirsmu kā tehnoloģiska procesa norises vietu, ir šādi:

1. cirsmas robežu līnijas;
2. cirsmas galveno izmēru skaitļi;
3. kokmateriālu izvešanas ceļa apzīme;
4. cirsmas izstrādes tehnoloģisko plānojumu ietekmējošo objektu (saudzējama paauga; ūdens noteces un sevišķi pārmitras vietas; stāvas nogāzes; dziļas bedres; trases elektroenerģijas pārvadei, sakaru līnijām, gāzei vai naftas produktiem; stigas; ceļi; takas; ar cirsmu robežojās jaunaudzis un cita īpašnieka teritorija u.tml.) apzīmes.

Cirsmas robežu līnijas tehnoloģiskās shēmas attēlā parāda kontūru, kas dod labu priekšstatu par cirsmas formu un platības lielumu. Mērogu robežu attēlošanai izvēlas tādu, lai visi shēmas elementi būtu labi saskatāmi un savstarpēji atšķirami.

Izmērus skaitliski norāda visām cirsmas kontūru veidojošām robežām. To dara ar tādu apsvērumu, ka skaitliskais norādījums uzreiz izsaka dabā pastāvošo lielumu un tādējādi atvieglo shēmā attēlotās informācijas uztveri. Reizē tiek izslēgta kļūdišanās iespēja tajos gadījumos, kad attēlā nav precīzi ievērots izvēlētais mērogs.



Kokmateriālu izvešanas ceļa apzīme shēmā jāparāda tādā garumā, lai iepriekš minētajā mērogā varētu attēlot krautuves laukuma robežas un dabā pastāvošajai situācijai pietiekami precīzi atbilstošu novietojuma orientējumu attiecībā pret cirsmas kontūru.

Tehnoloģisko plānojumu ietekmējošos objektus shēmas attēlā parāda ar labi saprotamām apzīmēm. Objektus ārpus cirsmas robežām var norādīt ar īsu, nepārprotamu vārdisku apzīmējumu, ja tur norādāmo objektu nav daudz. Mērogs jāievēro attiecībā uz šo objektu novietojuma orientāciju attiecībā pret cirsmas robežām. Lai arī apzīmējumus neattēlo mērogā, tiem jābūt gan savstarpēji samērīgiem, gan jāpieskaņojas tiem shēmas elementiem, kas zīmēti mērogā. Apzīmējumi nedrīkst izskatīties nesamērīgi lieli vai, tieši otrādi, tik mazi, ka var rasties grūtības tos identificēt.

Ar cismā izpildāmajām tehnoloģiskajām darbībām saistīti šādi shēmā attēlojami elementi:

1. sleju robežu līnijas;
2. sleju izstrādes secību norādošs skaitlis;
3. slejas izstrādes virziena apzīme;
4. joslu robežu līnijas;
5. slejas un joslu platuma mērlīnijas un skaitliskie lielumi;
6. pievešanas (treilēšanas) ceļa apzīme;
7. kokmateriālu pievešanas (treilēšanas) virziena apzīme;
8. apzīme ciršanas atlieku novietošanai uz pievešanas ceļa;
9. tālākai izmantošanai sakrautu ciršanas atlieku apzīme;
10. cismā izklīdētu ciršanas atlieku apzīme;
11. neizstrādātās mežaudzes daļas apzīme;
12. izstrādātās mežaudzes daļas apzīme;
13. darba operāciju norises vietu apzīmes;
14. koku gāšanas virziena apzīme;
15. sagatavoto kokmateriālu apzīmes;
16. bīstamās zonas apzīmes;
17. cirsmas izstrādē nepieciešamā aprīkojuma objektu (strādnieku atpūtas mājiņa, mežizstrādes mašīnu stāvvietas, degvielu un smērvielu novietne, ugunsdzēsības piederumu komplekta atrašanās vieta, strādnieku transporta līdzekļu novietne u.tml.) apzīmes;
18. kokmateriālu krautuves robežu līnijas;
19. kokmateriālu izvešanas virziena apzīme.

Sleja ir cirsmas daļa, no kuras kokmateriālus uz krautuvi pie izvešanas ceļa piegādā pa vienu pievešanas ceļu. Tik mazās cismās, kur visus kokmateriālus var pievest pa vienu pievešanas ceļu, teritorijas iedalījums slejās nepastāv. Cirsmas iedalījums slejās un pievešanas ceļu izvietojums cismā ir savstarpēji cieši saistīti tehnoloģiskās shēmas elementi. Visbiežāk pievešanas ceļa novietojums sakrīt ar slejas garenasi, un tikai nedaudzos īpašos apstākļos atrodas vienā vai otrā slejas malā. Pievešanas ceļa vietu izvēlas, cenšoties atrast pirmējā transporta līdzekļiem piemērotākās vietas cismā un tajā pašā laikā panākt, lai vidējais kokmateriālu pievešanas attālums būtu iespējami mazāks. Tie nav vienīgie kritēriji, jo vienmēr jārēķinās ar to, lai ar ceļiem aizņemtā platība būtu mazāka, pēc iespējas tiktu izslēgti atstājamo koku bojājumi kokmateriālu pārvietošanas laikā, kā arī lai tiktu ievēroti vēl dažādi citi apstākļi.

Pret cirsmas garenasi slejas var būt orientētas trīs pamatvirzienos (sk. 5.1. attēlu): paralēli cirsmas garenasij (garensleju variants), perpendikulāri garenasij (šķērssleju variants) vai slīpi pret garenasi (slīpsleju variants). Sleju robežas cirsmas shēmā mēdz attēlot ar raustītu līniju.

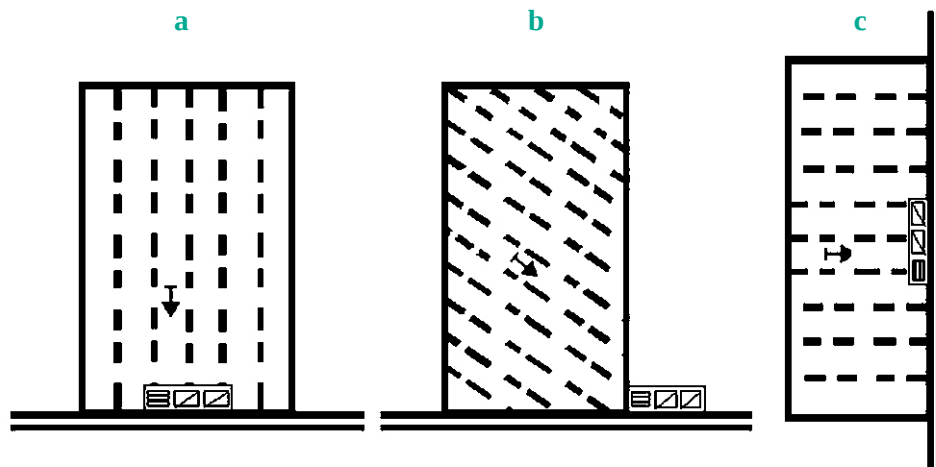
Gadījumos, kad drošības prasību izpildes garantēšanai vai arī saistībā ar kādiem citiem apstākļiem slejas vajag izstrādāt noteiktā, nevis brīvi izvēlēta secībā, to shēmas attēlā norāda ar attiecīgiem cipariem.

Ar slejas izstrādes virziena apzīmi norāda to, vai kokmateriālu sagatavošanas darba operāciju norises vietas pakāpeniski virzās uz slejas tālāko galu attiecībā pret kokmateriālu pievešanas virzienu, vai arī operāciju norises vietu pārvietoējumi ar pievešanas virzienu sakrīt. Mežizstrādes praksē sastopami arī gadījumi, kad kokmateriālu sagatavošanas darba operāciju norises vietas slejas šķērsvirzienā attālinās no slejas garenas.

Josla ir mazākā cirsmas tehnoloģiskā iedalījuma vienība. Parasti visā cismas platībā lieto vienu un to pašu izstrādes tehnoloģisko variantu, tāpēc visās slejās ir vienveidīgs iedalījums joslās, un shēmas attēlā to parāda tikai pietiekami lielā vienas slejas fragmentā. Attiecībā pret slejas garenasi (sk. 5.2. attēlu) joslas var būt tai paralēlas (garenjoslu variants), perpendikulāras (šķērsjoslu variants) vai slīpi orientētas (slīpjoslu variants). Šāds iedalījums neattiecas uz pievešanas ceļa joslu, jo tā vienmēr ir paralēla slejas garenasij. No tikko minētā kļūst saprotams arī tas, ka dažādām joslām

## 5.1. attēls

## Sleju izvietojums pret cirmsas garenasi



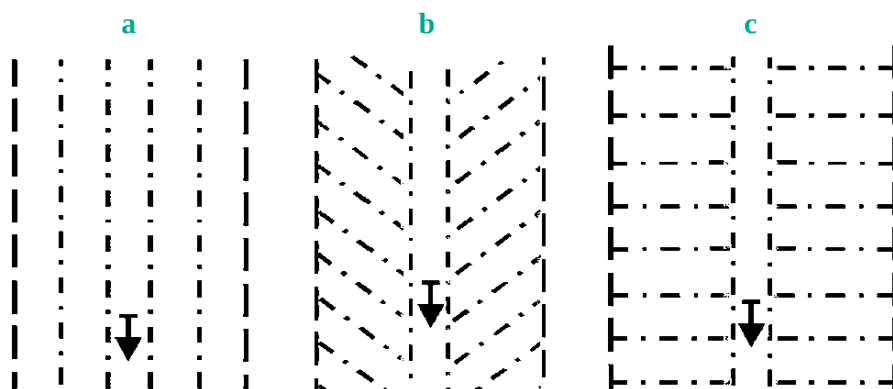
a – garensleju variants; b – slipsleju variants; c – šķērssleju variants.

vienā un tajā pašā slejā ir atšķirīga funkcionālā nozīme. Jebkurā slejā pievešanas ceļa joslas funkcionālo uzdevumu izsaka nepieciešamība, lai slejā būtu piemērota vieta, kur varētu pārvietoties kokmateriālu pirmējā transporta līdzeklis. Savukārt, izmantojot tehnoloģisko variantu kokmateriālu sortimentu sagatavošanai cirmā, kurā pievešana paredzēta ar forvarderu, tieši blakus pievešanas ceļa joslai esošo sortimentu joslu funkcionālā būtība ir kalpot par kokmateriālu starpoperāciju rezervju uzkrāšanas vietu, kas ir ļabi piemērota tur atrodošos kokmateriālu iekraušanai forvardera kravas tilpnē.

Joslu robežas shēmas attēlā apzīmē ar punktsvītru līniju.

## 5.2. attēls

## Joslu izvietojums pret slejas garenasi



a – garensleju variants; b – slipsleju variants; c – šķērssleju variants.

Kā slejām, tā joslām svarīgākais ir izmērs platuma virzienā. Slejas garums parasti līdzinās visas cirmsas (vai cirmsas atsevišķas daļas) attiecīgā virziena (garuma vai platuma) izmēram, bet joslu garums pieskaņojas attiecīgajiem slejas izmēriem, tāpēc tos norādīt atsevišķi nav vajadzības.

Pievešanas (treilēšanas) ceļa apzīme tiek lietota, gan precīzi parādot pilnīgi visus cirmā iekārtojamos pievešanas ceļus, ieskaitot arī pārvietošanās maršrutu ārpus cirmsas līdz augšgala krautuvei, gan parādot ceļa posmu pietiekami lielā slejas fragmentā. Pirmajā gadījumā, kad parādīti pilnīgi visi ceļi, vairs nav vajadzības norādīt sleju robežas. Otrajā gadījumā maršrutu ārpus cirmsas nav vajadzības parādīt vienīgi tad, ja krautuve ir tieši cirmā.

Kokmateriālu pievešanas (treilēšanas) virziena apzīme parasti tiek norādīta tajā slejas fragmentā, kurā parāda darba operāciju norises vietu izvietojumu. Tajā pašā slejas fragmentā vajadzības gadījumā parāda apzīmes ciršanas atlieku novietošanai uz pievešanas ceļa, tālākai izmantošanai sakrātām ciršanas atliekām, cirsma izkļiedētām ciršanas atliekām, neizstrādātās mežaudzes daļai, izstrādātās mežaudzes daļai, koku gāšanas virzienam, sagatavotiem kokmateriāliem, bīstamajai zonai.

Ar cirsmas izstrādē nepieciešamā aprīkojuma objektu apzīmēm norāda konkrētas vietas, kur cirsmas (vai krautuves) tuvumā jāatrodas strādnieku atpūtas mājīņai, mežizstrādes mašīnu stāvvietai, degvielu un smērvielu novietnei, ugunsdzēsšanas piederumu komplektam, strādnieku transporta līdzekļu novietnei u.tml.

Kokmateriālu krautuves atrašanās vietu pie izvešanas ceļa apzīmes norāda ar krautuves laukuma robežu līnijām.

Kokmateriālu izvešanas virziena apzīme shēmas attēlā jāievieto vienīgi tajos gadījumos, ja kokmateriālu izvešanas transports no krautuves nav pieļaujams abos virzienos.

## 5.5. Visas cirsmas un slejas izstrādes shēmas

Tikko iepriekš apskatot atsevišķus shēmas elementus, atzīmēts, ka daļu no tiem nav vajadzības atkārtot katrā no cirsmas slejām, ja vien tajās nav tik atšķirīgi apstākļi, ka rodas nepieciešamība lietot citu tehnoloģijas variantu. Arī ļoti lielā cirsma apstākļi pa slejām nemēdz būt tik atšķirīgi, lai katrā no tām vajadzētu strādāt ar vienīgi šai slejai piemērotu tehnoloģiju. Iepriekšējā apakšnodaļā starp shēmas elementiem, kas raksturo cirsmu kā tehnoloģiska procesa norises vietu, nav neviena, kurš būtu vienādā mērā attiecināms uz katras slejas raksturojumu. Savukārt starp shēmas elementiem, kas saistīti ar cirsma izpildāmajām tehnoloģiskajām darbībām, aptuveni 2/3 ir tādu, kas vienveidīgi atkārtojas katrā no cirsmas slejām un tāpat arī citu tādu cirsmu slejās, kur varianta izvēli pamatojošie apstākļi ir līdzīgi un tāpēc arī darbam slejā lietotie tehnoloģiskie paņēmieni neatšķiras. Pamatojoties uz minēto, var apgalvot, ka cirsmas izstrādes līmenī starp tehnoloģiskajām shēmām vienmēr ir sagaidāmas atšķirības, turpretim slejā parādāmo tehnoloģisko elementu līmeni būtisku atšķirību starp shēmām nav, ja vien izstrādes apstākļi slejā neatšķiras tādā mērā, ka darba līdzekļi jālieto pavisam citādāk vai arī jālieto pavisam citi darba līdzekļi.

Pastāvošās atšķirības starp shēmām, parādot uz visu cirsmu attiecināmos tehnoloģiskos elementus, un bieži sastopamā shēmu līdzība tajā daļā, kur parādīti tikai uz sleju attiecināmie tehnoloģiskie elementi, ir radījusi iespēju vienkāršot tehnoloģisko shēmu sagatavošanu konkrētām cirsma, shēmu salīdzināšanu, analīzi, izpēti, tāpat arī sagatavot labāk izprotamus metodiskos materiālus apmācībai. Tas ir kļuvis iespējams, vispārējo tehnoloģiskās shēmas jēdzienu papildinot tādējādi, ka konkrētos lietošanas gadījumos to var sadalīt divu savstarpēji atšķirīgu līmeņu veidā:

- visas cirsmas tehnoloģiskā shēma;
- slejas tehnoloģiskā shēma.

Visas cirsmas shēmā parāda gan tos tehnoloģiskos elementus, kas cirsmu raksturo kā tehnoloģiskā procesa norises vietu, gan elementus, kas saistīti ar cirsma izpildāmajām tehnoloģiskajām darbībām un ir attiecināmi kopumā uz visu cirsmu:

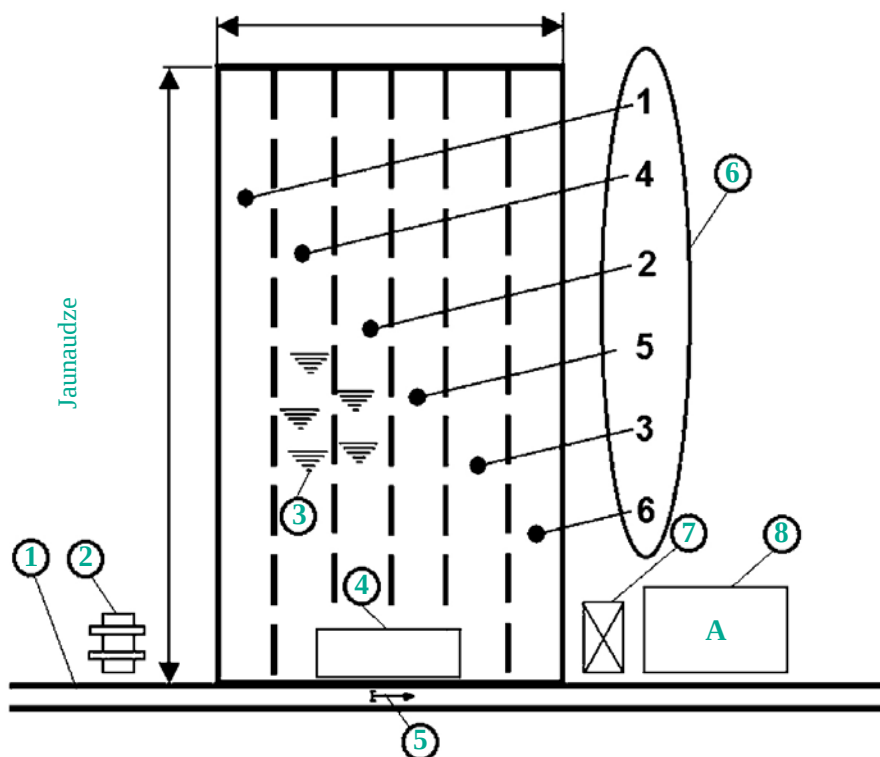
1. cirsmas robežu līnijas;
2. cirsmas galveno izmēru skaitļi;
3. kokmateriālu izvešanas ceļa apzīme;
4. cirsmas izstrādes tehnoloģisko plānojumu ietekmējošo objektu (saudzējama paauga; ūdens noteces un sevišķi pārmitras vietas; stāvas nogāzes; dziļas bedres; trases elektroenerģijas pārvadei, sakaru līnijām, gāzei vai naftas produktiem; stigas; ceļi; takas; ar cirsmu robežojās jaunaudzes un cita īpašnieka teritorija u.tml.) apzīmes;
5. sleju robežu līnijas (vai pievešanas ceļu plānojums visā cirsma);
6. sleju izstrādes secību norādošs skaitlis;
7. kokmateriālu krautuves robežu līnijas;
8. kokmateriālu izvešanas virziena apzīme;
9. cirsmas izstrādē nepieciešamā aprīkojuma objektu (strādnieku atpūtas mājīņa, mežizstrādes mašīnu stāvvietas, degvielu un smērvielu novietne, ugunsdzēsšanas piederumu komplekta atrašanās vieta, strādnieku transporta līdzekļu novietne u.tml.) apzīmes.

Par visas cirsmas shēmu vispārējā veidā var spriest tikai attiecībā uz to, kuri tehnoloģiskie elementi tajā jāparāda un kā tos vislabāk attēlot, lai no konkrētajai cirsma sagatavota shēmas attēla

varētu iegūt pietiekami pilnīgu priekšstatu par mežizstrādes darbu tehnoloģisko plānojumu tieši šajā cismā pastāvošajos apstākļos: kur jāveic palīgdarbi krautuves laukuma sagatavošanai, pievešanas ceļu ierīkošanai, bīstamo koku un pameža novākšanai, kurā vietā jāsāk un kādā secībā jāturpina kokmateriālu sagatavošana, pa kuru vietu kokmateriālus no cirsma var nogādāt krautuvē, kurām vietām jāpievērš īpaša uzmanība, jo tajās sagaidāms lielāks problēmu izraisīšanās risks u. tml. Kad visas cirsma tehnoloģiskās shēmas attēls tiek sagatavots konkrētai cismai, tajā tiek iezīmēti tikai tieši šīs cirsma izstrādes tehnoloģiskajai plānošanai nepieciešamie elementi, un shēmas attēlā tie ir atrodami tieši šīs cirsma raksturojumam atbilstošajās vietās (sk. 5.3. attēlu).

5.3. attēls

## Visas cirsma tehnoloģiskā shēma



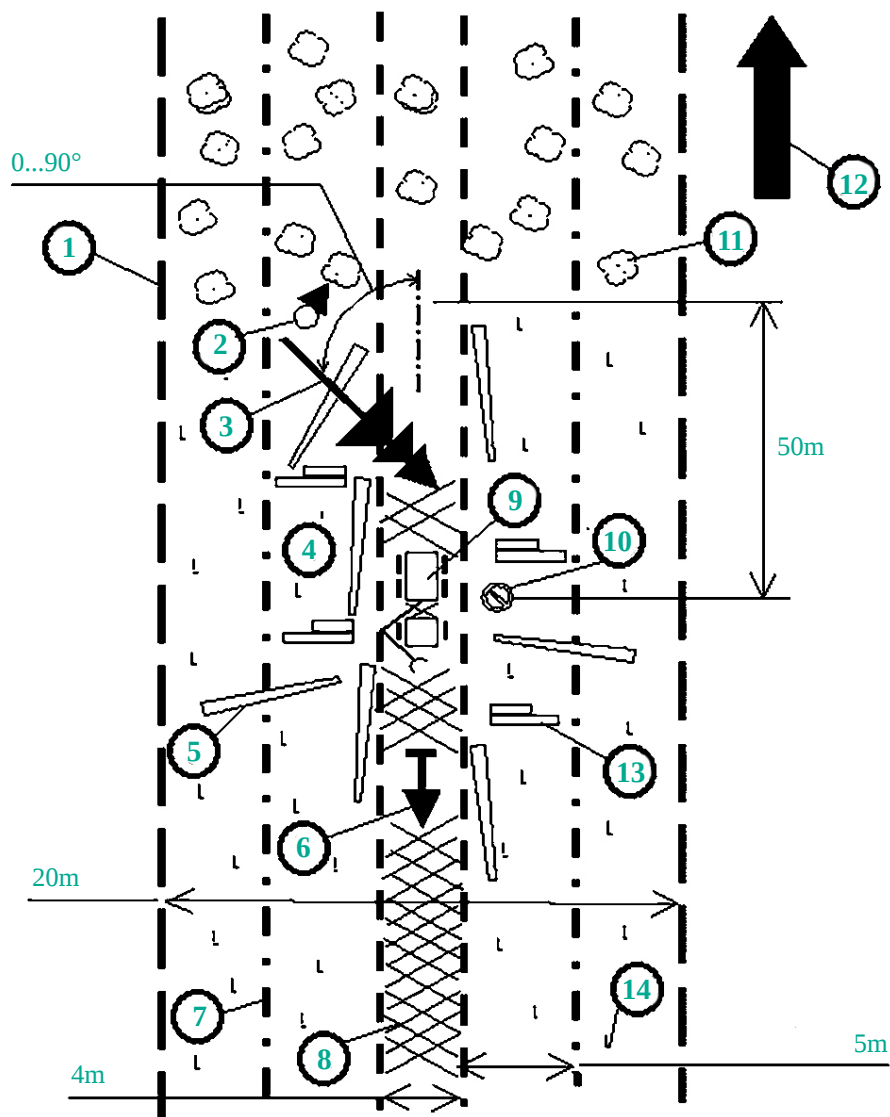
- 1 – kokmateriālu izvešanas ceļa apzīme; 2 – degvielu un smērvielu novietne; 3 – sevišķi pārmitra vieta;  
 4 – kokmateriālu krautuves robežu līnijas; 5 – kokmateriālu izvešanas virziena apzīme;  
 6 – sleju izstrādes secību norādoši skaitļi; 7 – atpūtas mājīņa; 8 – transporta līdzekļu novietne.

Slejas izstrādes shēmā rāda tikai tik lielu slejas daļu, lai tajā varētu ievietot visus nepieciešamos tehnoloģiskos elementus (sk. 5.4. attēlu). Tie ir šādi:

1. slejas robežu līnijas;
2. slejas izstrādes virziena apzīme;
3. joslu robežu līnijas;
4. slejas un joslu platuma mērlīnijas un skaitliskie lielumi;
5. pievešanas (treilēšanas) ceļa apzīme;
6. kokmateriālu pievešanas (treilēšanas) virziena apzīme;
7. apzīme ciršanas atlieku novietošanai uz pievešanas ceļa;
8. tālākai izmantošanai sakrautu ciršanas atlieku apzīme;
9. cismā izkliegtu ciršanas atlieku apzīme;
10. neizstrādātās mežaudzes daļas apzīme;
11. izstrādātās mežaudzes daļas apzīme (atšķiras kailcirtē un starpcirtē);
12. darba operāciju norises vietu apzīmes (atšķiras dažādiem darba līdzekļiem);
13. koku gāšanas virziena apzīme (nav jānorāda gāšanā ar mašīnām);
14. sagatavoto kokmateriālu apzīmes (atšķiras īsajiem un garajiem kokmateriāliem);
15. bīstamās zonas apzīmes.

## 5.4. attēls

## Slejas izstrādes tehnoloģiskā shēma



1 – slejas robežas līnija; 2 – koku gāšanas operācijas norises vietas apzīme; 3 – koku gāšanas virziena apzīme; 4 – kokmateriālu sortimentu novietošanas josla; 5 – garā kokmateriāla apzīme; 6 – kokmateriālu pievešanas virziena apzīme; 7 – joslas robežas līnija; 8 – apzīme ciršanas atlieku novietošanai uz pievešanas ceļa; 9 – kokmateriālu pievešanas operācijas norises vietas apzīme; 10 – bīstamās zonas apzīme; 11 – neizstrādātās slejas daļas apzīme; 12 – slejas izstrādes virziena apzīme; 13 – īso kokmateriālu apzīme; 14 – izstrādātās slejas daļas apzīme.

Slejas izstrādes tehnoloģisko shēmu veido tikai ar tehnoloģiskajām darbībām saistītie elementi, tāpēc starp šīm shēmām nav iespējama tik liela atšķirība, lai katrā atsevišķā cirsma slejas izstrādes tehnoloģiskais plānojums būtu vienīgi šai cirsmā raksturīgs. Vispārējā veidā spriežot par to, kādiem elementiem jābūt slejas izstrādes shēmā, pie rezultāta var nonākt, pamatojoties uz vienkāršiem apsvērumiem. Jebkurā gadījumā slejas shēmā parādītās daļas vienā galā vienmēr jābūt vēl augoša meža apzīmēm, bet pretējā galā – apzīmēm pilnībā izstrādātai slejas daļai. Pa slejas garenasi vismaz tajā shēmas galā, kur darbi jau pabeigti, jābūt attēlotai pievešanas ceļa apzīmei. Tehnoloģisko elementu apzīmēm un to izvietojumam slejas daļā, kur jāparāda operāciju norises vietas un iegūtie produkti, jāatbilst kādam noteiktam tehnoloģiskam variantam. Tehnoloģiskais variants cirsmu izstrādē vienmēr pirmām kārtām ir atkarīgs no tā, kādus produktus vēlas iegūt. Attiecībā uz cirsmas izstrādes galveno produktu, kokmateriāliem, jau iepriekš ir zināms, vai tie paredzēti pilnīgi gatavu

sortimentu vai kādā mazāk apstrādātā formā. Cirsma izstrādes blakus produkts, ciršanas atliekas, parasti izmantojamas kādā no trim iespējamiem veidiem: pievešanas ceļa nostiprināšanai, atstāšanai izklaidētā veidā kā augsnes barības vielu rezerve vai cita veida izmantošanai, aizvācot projām no cirsmas. Parasti jau iepriekš ir zināms, kura no minētajām iespējām paredzēta konkrētajai cirsmā. Tāpat jau iepriekš ir zināms, ar kādiem darba līdzekļiem paredzēts veikt pamatdarbu operācijas. Ja paredzēts lietot tipveida darba līdzekļus, noteikti ir pieejama pietiekami pilnīga informācija par to, kā ar zināmajiem darba līdzekļiem darbs slejā jāplāno tādos apstākļos (grunts nestspēja, reljefs u. tml.), kādi ir konkrētajā cirsmā. Līdz ar to var uzskatīt, ka šīs rindkopas sākumā izvirzītais jautājums par slejas izstrādes shēmas tehnoloģiskajiem elementiem ir noskaidrots.

Pateicoties slejas izstrādes shēmas pastāvīgumam pa mežizstrādes tehnoloģiskā procesa tipveida gadījumiem, ir bijusi iespēja apmācības nolūkiem sagatavot publiski pieejamus aprakstus par ražošanā biežāk sastopamajiem variantiem tehnoloģiskā plānojuma attēlošanai cirsmas sleju izstrādē. Tālāk apskatīti vairāki varianti kailcirtē un starpcirtē.

## 5.6. Slejas izstrādes shēmas kailcirtēm

Meža galvenajā cirtē kokmateriālus sagatavojot kailcirtes cirmās, tehnoloģiskais plānojums slejas izstrādes shēmās var atšķirties atkarībā no mežizstrādes tehnoloģijas tipa, lietotajiem darba līdzekļiem, grunts nestspējas vai saudzējamas paaugas sastopamības cirmā. Latvijā mežizstrāde notiek atbilstoši kokmateriālu sortimentu tehnoloģijas procesam, tāpēc tālākajā izklāstā aprakstīts slejas izstrādes tehnoloģiskais plānojums tikai šim tipam.

### 5.6.1. Slejas izstrādes tehnoloģiskais plānojums kailcirtē, strādājot ar hārvesteru un forvarderu

Kokmateriālu sagatavošanā un pievešanā atbilstoši sortimentu tehnoloģijas procesam parasti lieto divas mežizstrādes mašīnas cirsmu darbiem: hārvesteru kokmateriālu sagatavošanas operāciju kompleksa izpildei un forvarderu kokmateriālu pievešanai līdz krautuvei pie izvešanas ceļa. Slejas izstrādes plānojums ir vienkāršs, jo jāsaprot tikai divu mašīnu darbs (sk. 5.5. attēlu). Operāciju kompleksa izpildes laikā hārvesters cirmā pārvietojas pa slejas garenasi, kur paredzēta arī pievešanas ceļa josla. Sortimentu sagatavošana notiek pa atsevišķām hārvestera stāvvietām, kas katra par sevi nav jānorāda slejas izstrādes shēmā, jo katrā stāvvietā apstrādājamo koku skaits iepriekš netiek noteikts. Kārtējā stāvvietā hārvestera operators izvēlas šai vietai piemērotāko koku gāšanas secību. Slejas izstrādes shēmā nav jānorāda ne koku gāšanas secība, ne koku gāšanas virziens, jo hārvestera operatoram jāspēj pilnīgi patstāvīgi izlemt šādus jautājumus.

Kokmateriālu sagatavošanā radušās ciršanas atliekas (zarus, galotnes, tālāk neizmantojamus stumbra atgriezumus u. tml.) hārvesters novieto uz pievešanas ceļa (uz to norāda ceļa joslas krustiskais svītrojums), bet sortimentus – pievešanas ceļa vienā un otrā pusē esošajās sortimentu joslās. Lai gan hārvestera operatoram jābūt spējīgam patstāvīgi izlemt, kādai jābūt sortimentu orientācijai attiecībā pret pievešanas ceļu, tomēr to parāda arī slejas izstrādes shēmā. Resnākos un garākos sortimentus (tie parasti ir arī visvērtīgākie) vajag novietot tuvāk pievešanas ceļam un ļoti šaurā leņķī pret tā garenasi. Tas darāms ar nolūku, lai kravas savākšanas laikā ar forvardera hidroceltņa greiferu katru iekraujamo kokmateriālu varētu bez problēmām satvert pret tā smaguma centru un bez jebkādiem greifera pārtvērieniem iecelt un piemērotākajā vietā novietot forvardera kravas tilpnē. Sortimentu izmēriem samazinoties, to novietojuma leņķis attiecībā pret pievešanas ceļu palielinās. Papīrmalkas kluču krautņejumus novieto perpendikulāri pret pievešanas ceļu un tādā attālumā no tā, lai šo krautņejumu varētu satvert ar hidroceltņa greiferu un iecelt kravas tilpnē.

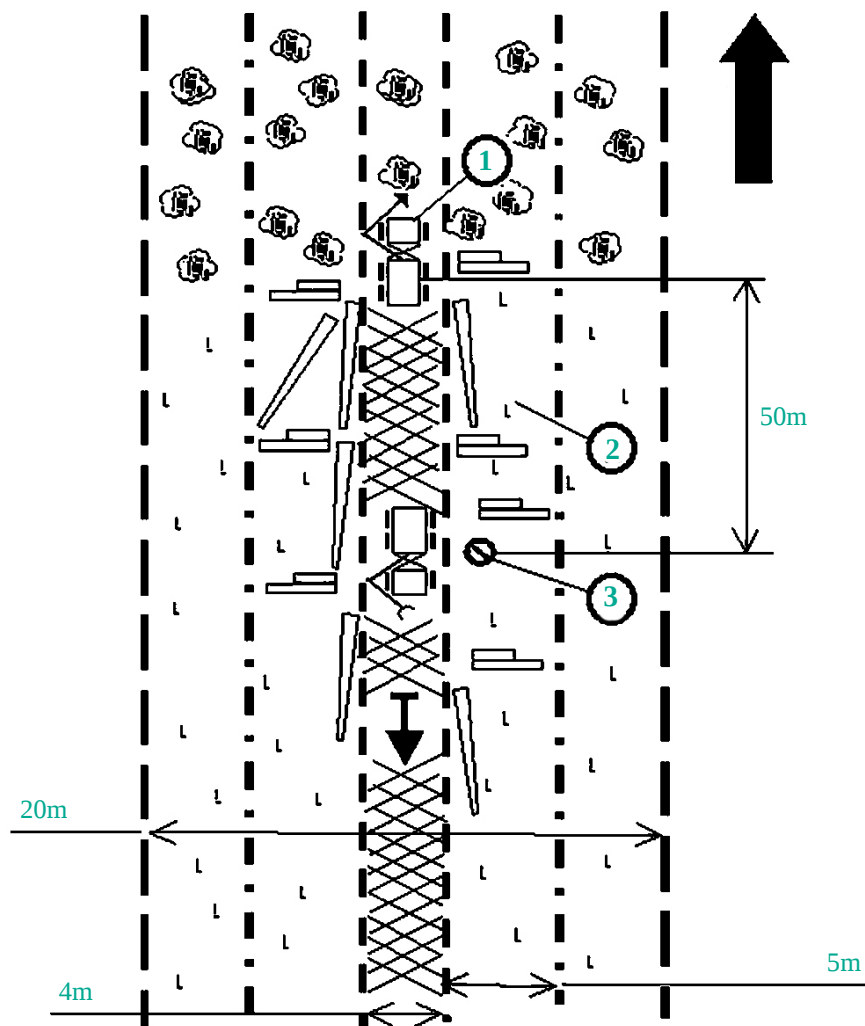
Slejas shēmā norāda pievešanas ceļa platumu, sortimentu joslas platumu un slejas platumu. Slejas platums ir atkarīgs no sortimentu sagatavošanai paredzētā hārvestera izlices snieguma. Ja izlices sniegums ir 10 metri, slejas platums iespējams līdz 20 metriem. Savukārt sortimentu joslas platumu ir saistīts ar forvardera izlices sniegumu, lai pievešanas ceļa vienā un otrā pusē novietotie sortimenti būtu ērti paņemami. Parasti sortimentu joslas platumu ir ap 3...4 metriem.

Slejas shēmā jānorāda, ka forvarderam jābūt ne tuvāk kā 90 m attālumā no hārvestera darba vietas. Šādā attālumā jānovieto bīstamās zonas zīme. Noteikti parādāms kokmateriālu pievešanas virziens un slejas izstrādes virziens.

Slejā jābūt norādītai gan vietai, kur vēl ir augošs mežs, gan vietai, kur visi darbi ir pilnībā pabeigti. Ja ir paredzēts, ka hārvesters strādās cirmā, kur ir novākts pamežs, jānorāda šī palīgdarba norises vieta, kurai jābūt ne tuvāk kā 90 m attālumā no hārvestera darba vietas.

## 5.5. attēls

Slejas izstrādes shēma sortimentu tehnoloģijas procesā, strādājot kailcirtē ar hārvesteru un forvarderu



1 – kokmateriālu sortimentu sagatavošanas operāciju kompleksa norises vietas apzīme;  
2 – kokmateriālu sortimentu novietošanas josla; 3 – bīstamās zonas apzīme.

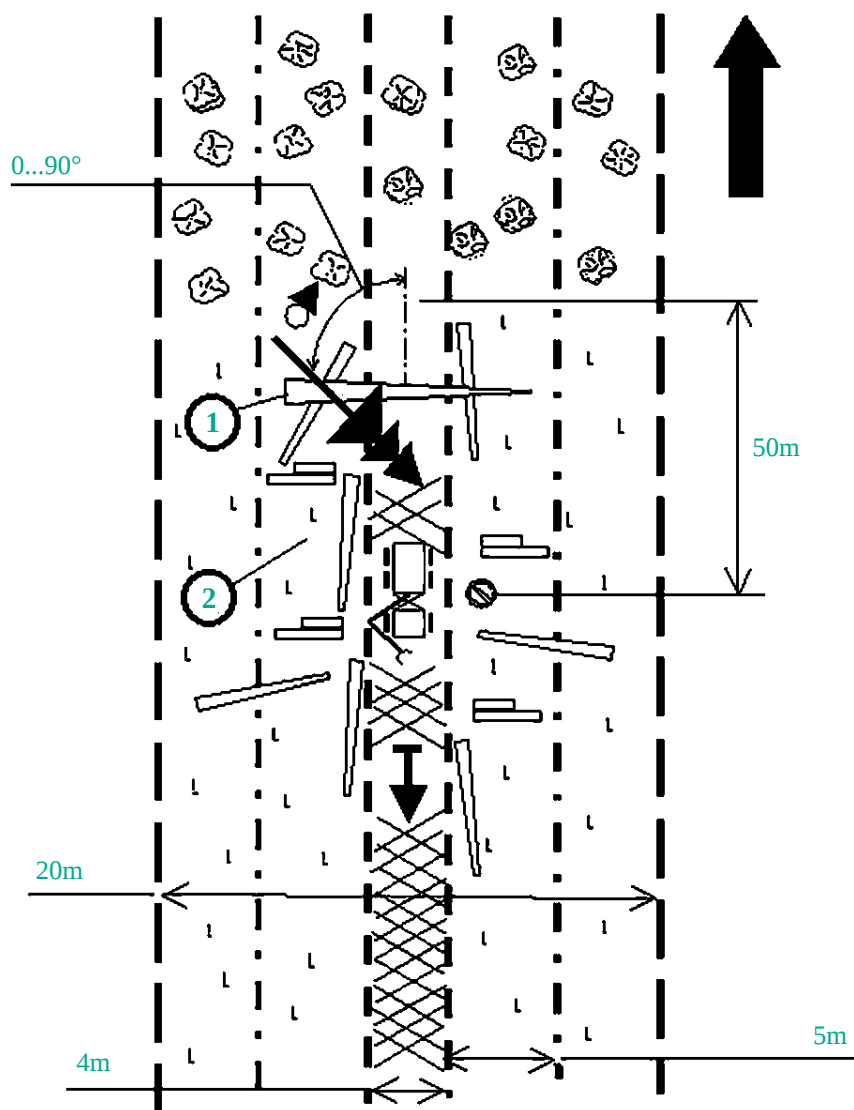
### 5.6.2. Slejas izstrādes shēma sortimentu tehnoloģijas procesā, strādājot kailcirtē ar benzīna motorzāģiem un forvarderu

Virsrakstā minētā slejas izstrādes shēma pasaulē ir pazīstama jau kopš iepriekšējā gadsimta otrās puses, bet Latvijā to lieto jau vairāk nekā 40 gadu. Līdzīgi kā iepriekš aprakstītajā gadījumā ar hārvesteru izmantošanu kokmateriālu sagatavošanai kailcirtē, arī šīs shēmas mērķis ir panākt, lai sortimentu sagatavošanas laikā būtu radīti vislabvēlīgākie apstākļi to pievešanai ar forvarderu. Tas nozīmē, ka pievešanas ceļam ir jābūt tā iekārtotam, lai forvarders pa to varētu netraucēti pārvietoties un savākt abpus ceļam esošos sortimentus visīsākajā laikā. Ciršanas atlieku klājums uz pievešanas ceļa nedrīkst veidot šauru un augstu valni, tam jābūt kā pietiekami platam un noturīgam slānim. Kokmateriāliem jābūt labi sašķīrotiem un novietotiem ērtai satveršanai ar forvardera hidroceltņa greiferu. Lai aprakstīto rezultātu sasniegtu un tajā pašā laikā nenonāktu pretrunā ar darba aizsardzības prasībām attiecībā uz darba smagumu, darba tehnoloģiskajiem paņēmieniem jānodrošina iespējami mazāks cilvēka fiziskās enerģijas izlietojums kā sortimentu novietošanai sortimentu joslās, tā ciršanas atlieku novietošanai uz pievešanas ceļa.

Shēmas pamatvariants ir t.s. paliktņa koka metode (sk. 5.6. attēlu).

## 5.6. attēls

Slejas izstrādes shēma, izmantojot paliktņa koka metodi sortimentu tehnoloģijas procesā kailcirtē, strādājot ar benzīna motorzāģi un forvarderu



1 – paliktņa koka apzīme; 2 – kokmateriālu sortimentu novietošanas josla.

Paliktņa koka metodi lietderīgi izmantot mežaudzē, kur pārsvarā ir nelieli, zaraini koki. Vispirms kokus gāž blakus pievešanas ceļam paredzētajās sortimentu joslās, tūlīt pēc nogāšanas katru stumbru atzarojot, sagarumojot un īsākos kokmateriālus sakrautnējot atbilstoši sortimentu veidiem. Kad sortimentu joslās jau atrodas kokmateriāli, iegūti vismaz no viena koka katrā pievešanas ceļa pusē, gāšanai ir jāizvēlas piemērots paliktņa koks. Paliktņa koka uzdevums ir būt par atbalstu pārējiem slejā augošajiem tuvākajiem kokiem pēc to nogāšanas tā, ka tie uz paliktņa koka atrodas apmēram ar to vietu, kur ir stumbra smaguma centrs. Uz paliktņa balstošos stumbru iespējams ērti un droši atzarot un pēc tam ar pārsvēršanas, velšanas vai slidināšanas paņēmieniem ievirzīt sortimentu joslā ar vismazāko strādnieka piepūli. Paliktņa koks ir visnoderīgākais ceļa joslā augošo koku apstrādei, jo uz pievešanas ceļa sortimentus nedrīkst atstāt nekādā gadījumā. Sortimentu joslā augošo koku sortimenti jāpārvieta tikai tādā mērā, lai forvarders tos varētu ērtāk paņemt. Problēmas nerada arī tālākajā no pievešanas ceļa esošajā joslā augošo koku apstrāde. Gāžot ar galotni uz pievešanas ceļa pusi, sortimentu pēc sagarumošanas parasti ir pietiekami tuvu ceļam, lai forvarders tos varētu savākt.



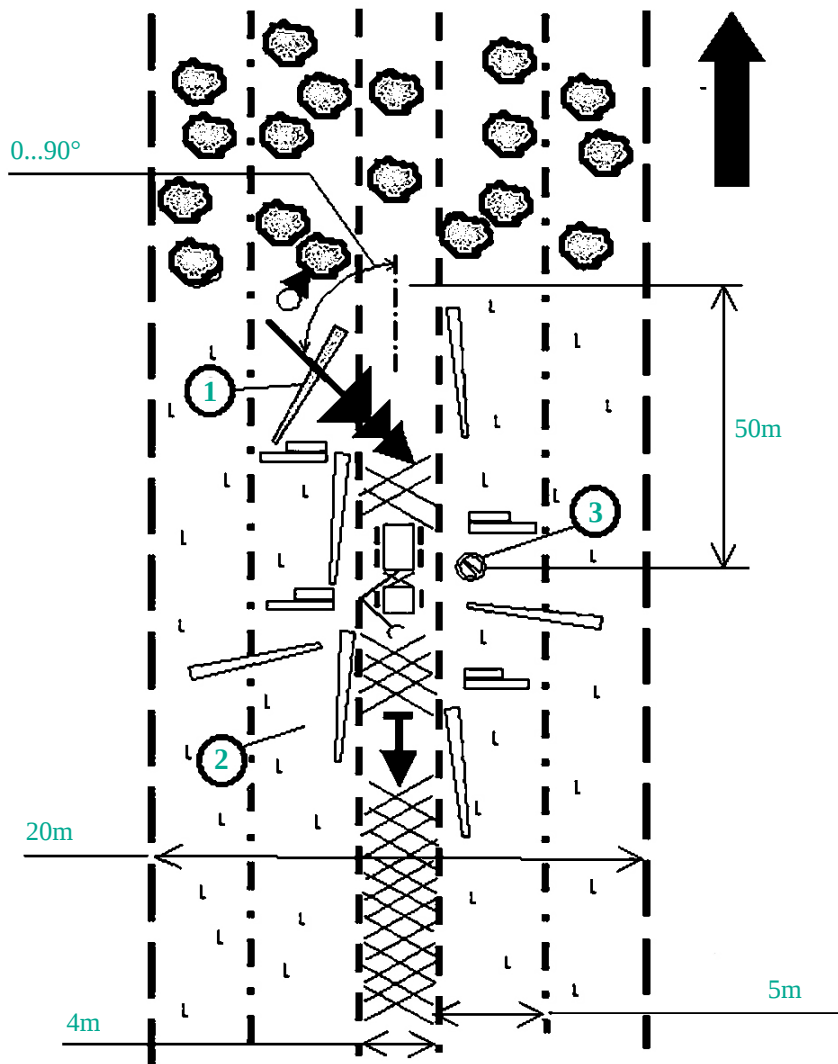
Slejas izstrādes shēmā netiek norādīts, kurā vietā sākama koku gāšana, kurš koks jāizvēlas paliktņim, kādā secībā pāri paliktņim jāgāž pārējie koki, uz kuras sortimentu joslas pusi pārvietojami to stumbri. Mežstrādniekam tas ir jāizlemj patstāvīgi.

Shēmā parāda sortimentu joslās abās pusēs ceļam novietotos kokmateriālus, pāri tiem nogāztā paliktņa koka stumbru, kārtējo pār paliktņi nogāzto koku un tam blakus motorzāģa apzīmējumu. Koka gāšanas virzienu norāda ar leņķa lielumu no 0° līdz 90°, un tas nozīmē, ka šo virzienu pēc vajadzības iespējams pieskaņot konkrētajiem apstākļiem. Tāpat kā citos gadījumos, norāda slejas kopējo platumu, ceļa joslas platumu, sortimentu joslas platumu, pievešanas virzienu, bīstamās zonas vietu, slejas izstrādes virzienu un citus jebkurā slejas shēmā parādāmos tehnoloģiskos elementus.

Otras metodes galvenā atšķirība no iepriekš aprakstītās ir tā, ka netiek izmantots atsevišķs paliktņa koks katrai kārtējai gāzamo koku grupai, bet par atbalstu tiem stumbriem, kuri jāievirza sortimentu joslā, kalpo no iepriekš sortimentu joslā nogāzto koku stumbriem sagatavotie sortimenti (sk. 5.7. attēlu). Metode paredzēta lielāka izmēra kokiem, kuriem ir mazāk zaru. Praktiski viena un otra no aprakstītajām metodēm pārmaiņus var tikt izmantota pat vienā un tajā pašā slejā atkarībā no gāzamo koku zarainuma, izmēriem un savstarpējā izvietojuma.

5.7. attēls

Slejas izstrādes shēma sortimentu tehnoloģijas procesam kailcirtē, strādājot ar benzīna motorzāģi un forvarderu pēc sortimentu joslas metodes



- 1 – apzīme kokmateriālu sortimentiem, kurus izmanto kā paliktņus;
- 2 – kokmateriālu sortimentu novietošanas josla; 3 – bīstamās zonas apzīme.

Lietojot sortimentu joslas metodi, palielinās mežstrādniekam veicamā darba apjoms atbilstoši tam, ka pievešanas ceļa joslā augošie koki jāgāž pāri sortimentu joslā jau iepriekš sagatavotiem kokmateriāliem ar galotni projām no pievešanas ceļa, tāpēc šo stumbru zari pēc atzarošanas līdz ceļam ir jāpienes ar rokām. Zaru pienešana ir darbietilpīga un prasa arī lielu fiziskās enerģijas patēriņu.

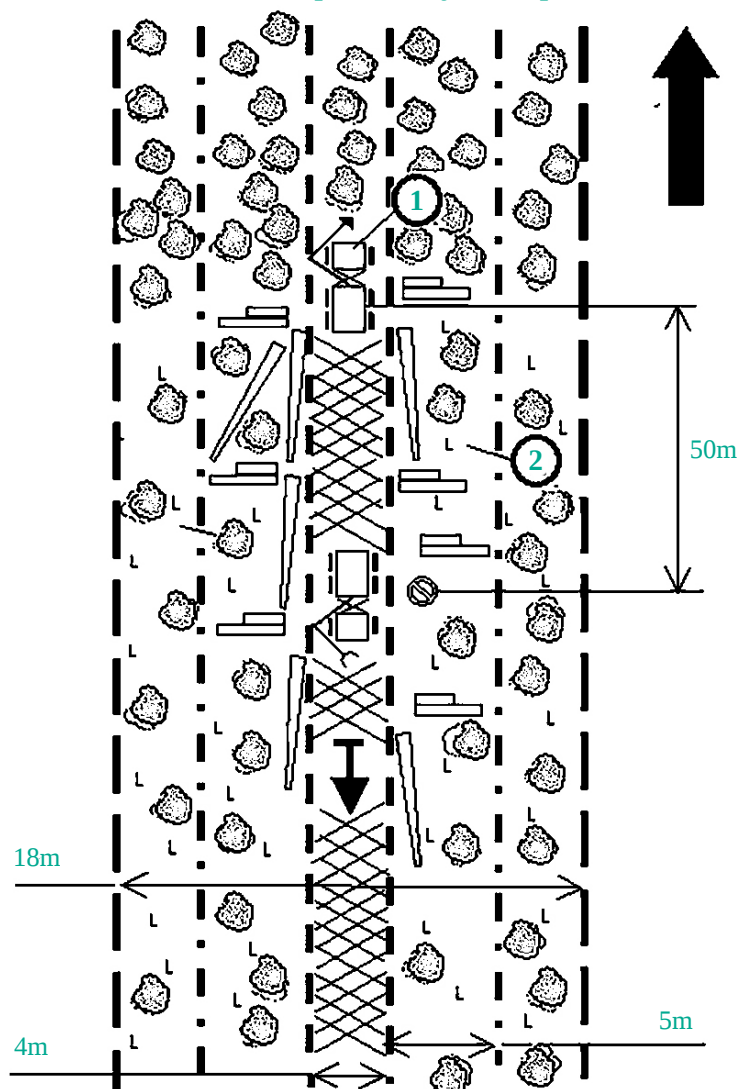
Slejas izstrādes shēma no iepriekš aprakstītās shēmas paliktņa koka lietošanai atšķiras ar to, ka shēmas attēlā jāparāda no ceļa joslas nogāzts koks pāri sortimentu joslā esošiem kokmateriāliem. Koka stumbrs vēl nav atzarots, blakus tiek uzzīmēta motorzāģa apzīme. Tādā veidā tiek pievērsta uzmanība tam, ka daļa koku jāgāž ar galotnēm projām no pievešanas ceļa un tur arī jāatzaro.

## 5.7. Slejas izstrādes shēmas starpcirtēm

Slejas platums ir viens no svarīgākajiem slejas izstrādes tehnoloģisko plānojumu ietekmējošiem apstākļiem starpcirtē. Slejas starpcirtē uzskata par šaurām, ja to platums nepārsniedz 20 metrus, bet par platām, ja platums ir 60 metri un vairāk. Pārējās starp minētajiem lielumiem ir vidēja platumā slejas.

### 5.8. attēls

Izstrādes shēma darbam ar hārvesteru, strādājot līdz 20 metriem platās slejās starpcirtē



- 1 – kokmateriālu sortimentu sagatavošanas operāciju kompleksa norises vietas apzīme;  
2 – kokmateriālu sortimentu novietošanas josla.

### 5.7.1. Izstrādes tehnoloģijas shēma starpcirtē, strādājot šaurās slejās

Šauras slejas starpcirtē lieto tad, ja nav pieļaujama mežizstrādes mašīnu pārvietošanās starp augšanai atstājamiem kokiem, bet kokmateriālu sagatavošanas mašīnas konstrukcija nav piemērota, lai no tehnoloģiskā koridora ar to varētu aizsniegt kokus slejas malā vismaz 10 metru attālumā no slejas garenass. Mašīna kokmateriālu sagatavošanai parasti ir hārvesters. Ja tā izlices sniegums ir mazāks nekā 10 metri, slejas platums nesasniedz 20 metrus, t.i., veidojas šauras slejas (sk. 5.8. attēlu).

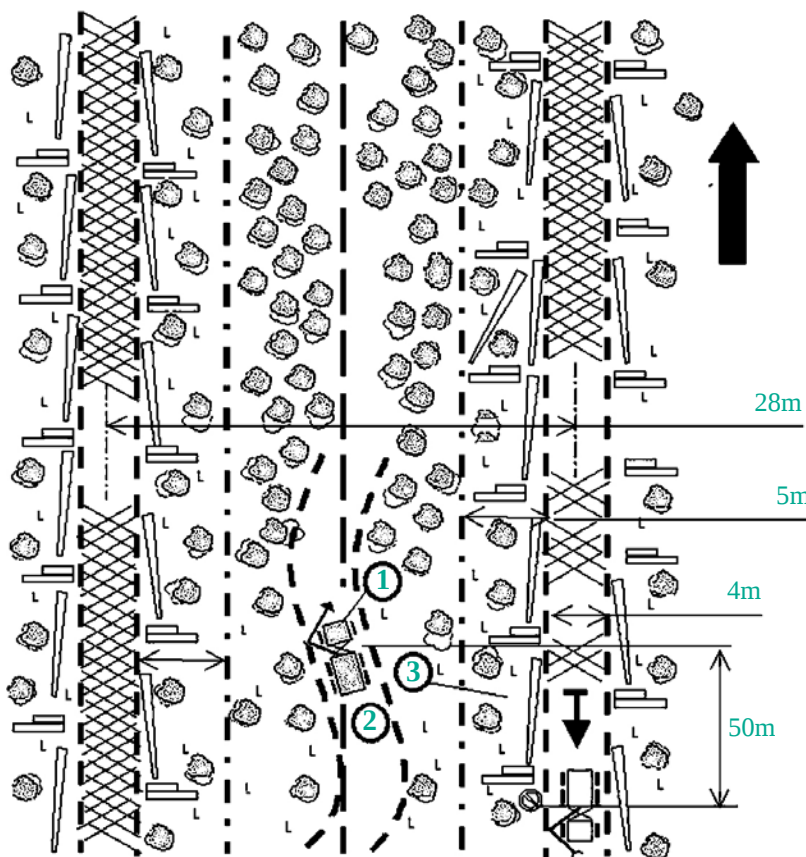
Hārvesters, pārvietojoties darba laikā no vienas stāvvietas uz otru un izpildot operāciju kompleksu katra izcērtamā koka novākšanai, reizē izveido tehnoloģisko koridoru. Zarus iekļāj uz pievešanas ceļa (kokmateriālu pievešana cirsmas izstrādes tālākajā gaitā notiek pa šo pašu hārvestera izveidoto tehnoloģisko koridoru), bet sagatavotos kokmateriālus novieto sortimentu joslās tehnoloģiskā koridora vienā un otrā pusē. Līdzīgi kailcirtei, garos kokmateriālus novieto paralēli un iespējami tuvāk pievešanas ceļa malai. Slejas izstrādes tehnoloģiskajā shēmā parāda slejas platumu, iedalījumu joslās, joslu platumu, sortimentu novietojumu pie pievešanas ceļa, slejas izstrādes virzienu, pievešanas virzienu, bistamo zonu robežas, vēl neizstrādāto un tāpat arī jau pilnībā pabeigto slejas daļu.

### 5.7.2. Izstrādes shēmas starpcirtē, strādājot vidēja platuma slejās

Strādājot starpcirtē ar hārvesteru, kuram izlices sniegums ir 10 metri vai vairāk, iegūst minimālo slejas platumu, kāds atbilst vidēja platuma sleju grupai. Slejas izstrādes shēma tādā gadījumā no 5.8. attēlā parādītās un iepriekš aprakstītās atšķiras tikai ar lielāku slejas platumu.

#### 5.9. attēls

#### Tehnoloģiskais plānojums starpcirtē, paredzot hārvestera papildu pārvietošanos starp tehnoloģiskajiem koridoriem



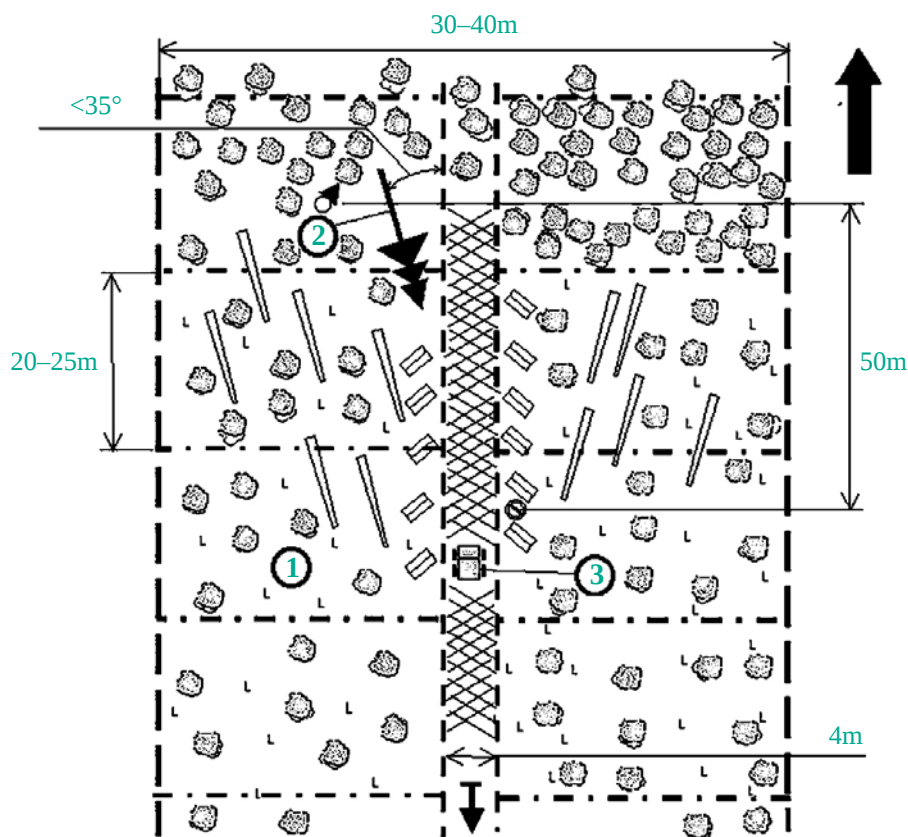
1 – kokmateriālu sortimentu sagatavošanas operāciju kompleksa norises vietas apzīme; 2 – papildu pārvietošanās vieta starp tehnoloģiskajiem koridoriem; 3 – kokmateriālu sortimentu novietošanas josla.

Ja šāda platuma vai pat platāku sleju vēlas iegūt ar hārvesteru, kuram izlices sniegums ir mazāks nekā 10 metri, lieto slejas tehnoloģisko plānojumu, kurā paredzētas hārvestera papildu pārvietošanās vietas starp tehnoloģiskajiem koridoriem (sk. 5.9. attēlu). Ja hārvesteri strādā tikai tehnoloģiskajā koridorā, slejas platums līdzinās divkāršam hārvestera izlices maksimālajam sniegumam. Izdarot papildu pārvietošanos paralēli (pieļaujama arī neliela likumošana starp augšanai atstājamiem kokiem) slejas robežai, lai izdarītu tikai kokmateriālu sagatavošanu (nekādā gadījumā pievešanu!), attālumu starp tehnoloģiskajiem koridoriem var palielināt par lielumu, kurš aptuveni līdzinās pusotrkārtīgam hārvestera izlices maksimālajam sniegumam. Lai gan varētu likties, ka palielinājums varētu būt pat divkārša izlices snieguma attālumā, reāli ar tādu nedrīkst rēķināties. Strādājot uz papildu pārvietošanās ceļa, hārvesteram sagatavotie kokmateriāli jānovieto sortimentu joslās pie tuvāk esošā tehnoloģiskā koridora, bet to būtu grūti izdarīt izlices maksimālā snieguma attālumā.

Darba norise no 5.8. attēlā parādītās shēmas atšķiras ar to, ka pēc tam, kad mežaudze ir izkopta no diviem blakus esošiem tehnoloģiskajiem koridoriem, starp kuriem attālums nedaudz pārsniedz trīskārtīgu hārvestera izlices maksimālo sniegumu, hārvesteri veic papildu braucienu pa slejas robežu starp minētajiem koridoriem. Papildu brauciena trajektorija, atšķirībā no tehnoloģiskajiem koridoriem, nav taisna, bet pēc iespējas atbilstoša brīvajām vietām starp atstājamiem kokiem. Tādējādi hārvesteri pārmaiņus nedaudz pietuvojas gan vienam, gan otram blakus esošajam koridoram un var sagatavotus kokmateriālus novietot sortimentu joslā bez lielām grūtībām. Saprotams, ka pārvietoties mežaudzē starp atstājamiem kokiem drīkst tikai ar nelielu izmēru mašīnu. Parasti tieši mazākajiem hārvesteriem ir izlices ar nelielu sniegumu, tāpēc tiem arī piemērotāka tikko aprakstītā tehnoloģija ar papildu darba braucieniem.

#### 5.10. attēls

Slejas izstrādes tehnoloģiskais plānojums starpcirtē, kokmateriālus sagatavojot ar benzīna motorzāģi un pirmējā transportā lietojot lauksaimniecības traktoru ar vinču



1 – kokmateriālu sortimentu novietošanas josla; 2 – kokmateriālu sortimentu sagatavošanas operāciju kompleksa norises vietas apzīme; 3 – apzīme pirmējā transportā lietojamam lauksaimniecības traktoram ar vinču.

Ja starpcirtē kokmateriālus sagatavo ar benzīna motorzāģi un pieved (treilē) ar lauksaimniecības traktoru, kas ir sagatavots darbam mežā un aprīkots ar kokmateriālu pārvietošanai piemērotu tehnoloģisko iekārtu, ir iespējami vairāki slejas izstrādes tehnoloģiskās shēmas varianti. Parasti lauksaimniecības traktoros aprīko ar kādu no biežāk šim nolūkam sastopamajām tehnoloģiskajām iekārtām. Tās ir:

- vinča komplektā ar nepieciešamajām trošu iekārtas sastāvdaļām;
- saiņu satvērējs;
- meža piekabe komplektā ar hidromanipulatoru.

Slejas izstrādes tehnoloģiskajā plānojumā starpcirtē, kokmateriālus sagatavojot ar benzīna motorzāģi un pirmējā transportā lietojot lauksaimniecības traktoru ar vinču, sastopami savstarpēji atšķirīgi gadījumi atkarībā no īso kokmateriālu īpatsvara sagatavoto sortimentu kopapjomā. Vinčas tipa tehnoloģisko iekārtu kā vienā, tā otrā gadījumā lieto sagatavoto garo kokmateriālu treilēšanai (sk. 5.10. attēlu). Šajā gadījumā koku gāšanas virziena leņķis pret pievešanas ceļa garenasi nedrīkst pārsniegt 35°. Tas ir pamatojams ar apsvērumu, ka, ar vinčas savācējtroši izvelkot garos kokmateriālus starp augšanai atstājamiem kokiem līdz pievešanas ceļam, no audzes bojājumiem var izvairīties labāk, ja, vilkšanu uzsākot un pēc tam izvelkot uz pievešanas ceļa, velkamais kokmateriāls nav jāpagriež attiecībā pret ceļa garenasi. Ja īso kokmateriālu nav daudz, arī tos var pārvietot, aptverot ar treilēšanai paredzēto savācējtroši un pievelkot pie vinčas vairoga tā, lai sainis būtu pilnīgi paceltā stāvoklī. Šāds pārvietošanas veids ir piemērotāks kokmateriāliem, kuru garums ir ap diviem metriem. Ir labi jāievēro īso kokmateriālu saiņu novietojums. Pirmkārt, sainis jākrauj uz tāda paliktņa, lai saiņa apņemšana ar troši nesagādātu sevišķas grūtības. Otrkārt, kokmateriālu virzienam sainī jābūt perpendikulāram pret traktora garenasi saiņa paņemšanas brīdī. Ja īso kokmateriālu ir daudz, to pievešanai ērtāk izmantot traktoru ar saiņu satvērēju. Tādā gadījumā kokmateriālu virzienam sainī jāsakrīt ar traktora garenass virzienu saiņa paņemšanas brīdī, turklāt saiņa lielumam labi jāatbilst satvērēja šķērsriezuma laukumam un celtspejas lielumam. Slejas izstrāde ieteicama pa šķērsvirziena joslām, no pievešanas ceļa pakāpeniski attālinoties uz slejas robežas pusi. Slejas izstrādes tehnoloģiskajā shēmā parāda slejas platumu, iedalījumu joslās, joslu platumu, sortimentu novietojumu attiecībā pret pievešanas ceļu, slejas izstrādes virzienu, pievešanas virzienu, bīstamo zonu robežas, vēl neizstrādāto un tāpat arī jau pilnībā pabeigto slejas daļu.

Ja starpcirte ir jāizstrādā jaunākā audzē, kur sagatavo tikai īsos kokmateriālus, to pievešanai paredz lauksaimniecības traktoru ar saiņu satvērēju. Arī šajā gadījumā slejas izstrādi plāno pa slejas šķērsvirzienā orientētajām joslām (sk. 5.11. attēlu). Koku gāšanas virziens nav ierobežots, bet ir vēlams tos gāzt ar galotnēm uz tehnoloģiskā koridora pusi, lai sagatavotos kokmateriālus varētu nogādāt pie pievešanas ceļa ar iespējami mazāku strādnieka fiziskās enerģijas izlietojumu. Katra nogāztā koka stumbru uzreiz atzaro un sagarumo turpat gāšanas vietā. Sagatavotos kokmateriālu sortimentus pienes vai pievelk līdz pievešanas ceļam, kā palīgriklus lietojot krautnēšanas āķus.

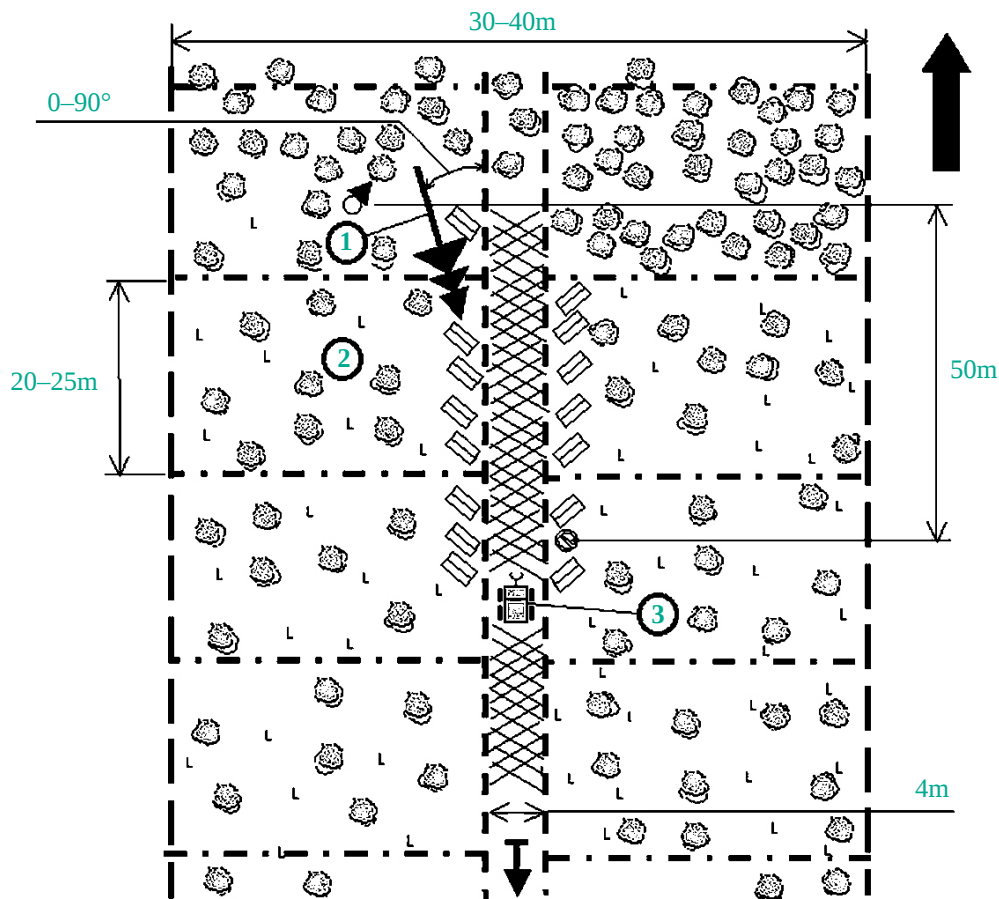
Sortimentu novietojums pie pievešanas ceļa var būt atšķirīgs atkarībā no saiņu satvērēja konstrukcijas un pārvietojamo kokmateriālu garuma. Galvenais princips sortimentu novietojuma izvēlē ir panākt tādu stāvokli, lai sainis būtu ērti satverams, pirms tam traktoram izdarot minimālu manevrēšanas kustību skaitu. Piemēram, ja saiņu satvērējs ir tā konstruēts, ka brauciena laikā sainis ir novietots šķērsām pret traktora garenasi, saiņu novietojumam pie pievešanas ceļa jābūt ieslīpi, ar kokmateriālu virzienu sainī perpendikulāri pret traktora garenasi saiņa paņemšanas brīdī. Turpretim gadījumā, kad lieto saiņu satvērēju, ar kuru satverto kokmateriālu garenass sakrīt ar traktora garenasi, saiņi pie pievešanas ceļa tāpat novietojami ieslīpi, bet kokmateriālu virzienam sainī tad jāsakrīt ar traktora garenasi saiņa paņemšanas brīdī.

Slejas izstrādes shēmā parāda sortimentu sagatavošanas vietu, kokmateriālu saiņu novietojumu, pievešanas virzienu, slejas platumu, slejas iedalījumu joslās, joslas platumu, koku gāšanas virzienu, slejas izstrādes virzienu, bīstamo zonu robežas, vēl neizstrādāto un tāpat arī jau pilnībā pabeigto slejas daļu. Tas, ka saiņus nedrīkst kraut cieši pie koku stumbriem, grūti pieejamās vietās u. tml., shēmā nav īpaši jānorāda, jo ir jāzina mežstrādniekiem, kas kokmateriālus sagatavo.

Kokmateriālu pievešanai ar lauksaimniecības traktoru izmanto dažādas meža piekabes, kas savstarpēji atšķiras galvenokārt pēc kravnesības. Kokmateriālu kraušanai komplektā ar piekabi lieto hidroceltni. Kopumā šāds transportlīdzeklis „traktors + piekabe + hidroceltnis” nedaudz atgādina forvarderu, bet parasti ir ar mazāku kravnesību un sliktākām pārgājības īpašībām. Slejas platums ir atkarīgs no izcērtamo koku stumbru garuma un pievešanas transportlīdzekļa hidroceltņa izlices snieguma, tomēr var būt gadījumi, kad ir grūti sasniegt vidēja platuma slejām atbilstošo attālumu starp tehnoloģiskajiem koridoriem. No pievešanas ceļa uz katru pusi esošās slejas daļas iespējams platums veidojas no manipulatora izlices snieguma un no gāzamo koku stumbru resgaļa daļas

## 5.11. attēls

Slejas izstrādes tehnoloģiskais plānojums starpcirtē, sagatavojot īsos sortimentus ar kokmateriālus benzīna motorzāģi un pirmējā transportā lietojot lauksaimniecības traktoru ar saiņu satvērēju



1 – kokmateriālu sortimentu novietošanas josla; 2 – kokmateriālu sortimentu sagatavošanas operāciju kompleksa norises vietas apzīme; 3 – apzīme pirmējā transportā lietojamam lauksaimniecības traktoram ar saiņu satvērēju.

izzāgējamo sortimentu garuma – ir jābūt iespējai ar hidroceltņa greiferi satvert sortimentu aiz pievešanas ceļam tuvākā gala. Ja, piemēram, izlices sniegums ir septiņi metri un no stumbru resgaļa daļas gatavo piecus metrus garus baļķus, tālākie gāzāmie koki no pievešanas ceļa garenass nedrīkst atrasties vairāk kā 12 metru attālumā. Kopējais slejas platums tad nepārsniedz 24 metrus. Dažreiz var lietot paņēmieni, ka tālāko koku stumbru sagarumošanā vienu sortimentu no otra neatdala pilnīgi, bet kokmateriāla vidū atstāj tāda platuma nepārzāgētu josliņu, lai ar hidroceltni šo stumbra daļu pa zemi varētu pievilkt tuvāk pievešanas ceļam un tad, ceļot uz augšu, salauzt pa atsevišķiem sortimentiem. Tādējādi var rēķināties, ka tālākie gāzāmie koki var atrasties apmēram 10 metru attālumā no izlices maksimālā snieguma vietas. Lietojot šādu paņēmieni, ar iepriekšējā piemērā minēto forvarderu varētu strādāt līdz 34 metriem platās slejās. Izmantojot forvarderu ar 10 metru tāla snieguma izlīci, slejas platums iespējams 40 metri, kas jau ļoti atbilst vidēja platuma sleju izmēram.

Slejas izstrādes tehnoloģiskajā shēmā parāda slejas platumu, iedalījumu joslās, joslu platumu, sortimentu novietojumu attiecībā pret pievešanas ceļu, slejas izstrādes virzienu, pievešanas virzienu, bīstamo zonu robežas, vēl neizstrādāto un tāpat arī jau pilnībā pabeigto slejas daļu. Koku gāšanas vietu lietderīgi norādīt pašā tālākajā vietā no pievešanas ceļa, attēlojot arī nogāzta koka stumbra virzienu tieši uz pievešanas ceļa pusi.

### 5.7.3. Izstrādes shēmas starpcirtē, strādājot platās slejās

Lai tehnoloģiskajām vajadzībām aizņemtā platība cirmā būtu iespējami mazāka, starpcirtē vienmēr priekšroka dodama lielākam attālumam starp tehnoloģiskajiem koridoriem, jo tā tiek samazināta iespējama kaitīga ietekme uz augšanai atstājamiem kokiem. Var teikt, ka pašlaik platās slejas tiek lietotas divos gadījumos. Pirmkārt, tās ieteicamas, ja pievešanu starpcirtē paredz ar forvarderu. Otrkārt, platās slejas veidojas, strādājot uz tehnoloģiskā koridora starpcirtē ar lauksaimniecības traktoram uzkarināmu procesoru.

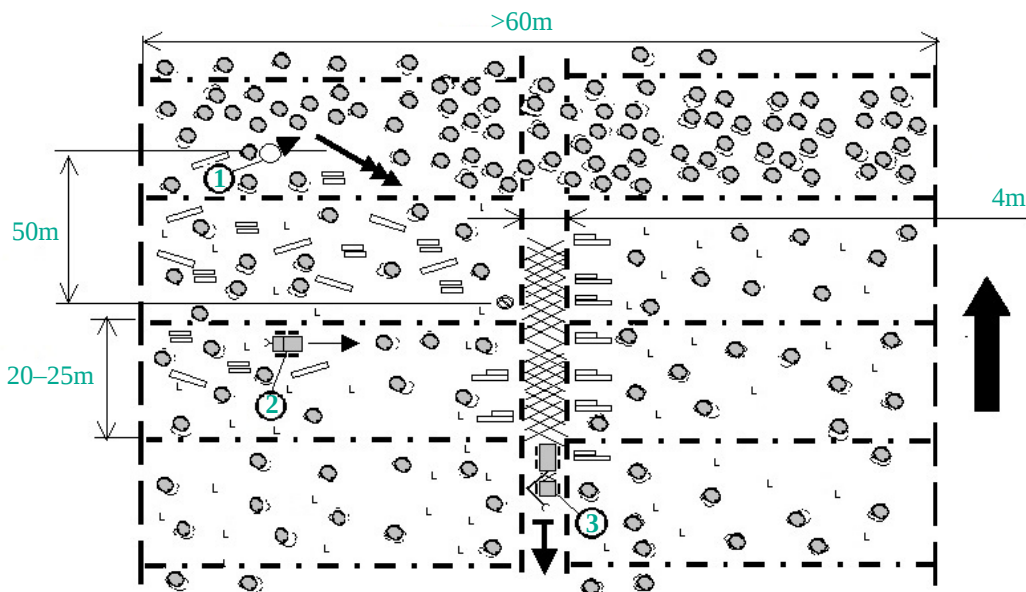
Lai gan tikko iepriekš pie vidēja platuma sleju izstrādes apskata tika minēts, ka pat līdz 40 metru platu sleju starpcirtē var iegūt, pievešanai lietojot forvarderu, tas vēl nenozīmē, ka forvarders tiek izmantots atbilstoši tā iespējām. Kā zināms, starpcirtē no 1 ha novāc apmēram 50 līdz 80 m<sup>3</sup> kokmateriālu. Ja forvardera reisa krava ir 10 m<sup>3</sup> un cirmā gatavo trīs atšķirīgus sortimentus, vienveida sortimentu savākšanai vienā kravā 40 metru platā slejā forvarderam jāpārvietojas 90 līdz 150 metrus, bet 30 metru platā slejā – 125 līdz 210 metrus. Tas nozīmē, ka var būt pat gadījumi, kad nav iespējams savākt vienu pilnu kravu no visas slejas, un reizē ar to samazinās forvardera izstrāde. Otrs vērā ņemams apstāklis ir ciršanas atlieku daudzums pievešanas ceļa pastiprināšanai: šaurākā slejā tas ir mazāks, tāpēc var būt nepietiekams. Strādājot platās slejās, ir lielāks kokmateriālu daudzums pie katra ceļa un vairāk ciršanas atlieku ceļa pastiprināšanai.

Lai platā slejā kokmateriālus nogādātu līdz pievešanas ceļam, ir zināmi vairāki paņēmieni. Vienkāršākais no tiem ir pievešana divās stadijās. Pirmajā stadijā kokmateriālus no to sagatavošanas vietas tieši cirmā nogādā līdz pievešanas ceļam. To var darīt ar nemehanizētas pievešanas līdzekļiem vai pievešanas mini- vai maztraktoriem, kas neatstāj nelabvēlīgu ietekmi uz meža vidi. Otrajā stadijā strādā forvarders, kuram nodrošināti labvēlīgi apstākļi ražīgam darbam, jo pievešanas ceļš ir labi sagatavots un pie tā atrodas pietiekami daudz kokmateriālu (sk. slejas shēmu 5.12. attēlā).

Slejas shēmā jānorāda slejas platums, sadalījums joslās, joslu platumi, kokmateriālu sagatavošanas vieta, pievešanas pirmajā stadijā izmantojamais transporta līdzeklis, pievešanas virziens pirmajā stadijā, kokmateriālu novietojums pie pievešanas ceļa, pievešanas virziens otrajā stadijā, slejas izstrādes virziens, bīstamo zonu robežas, vēl neizstrādātā un tāpat arī jau pilnībā pabeigtā slejas daļa.

5.12. attēls

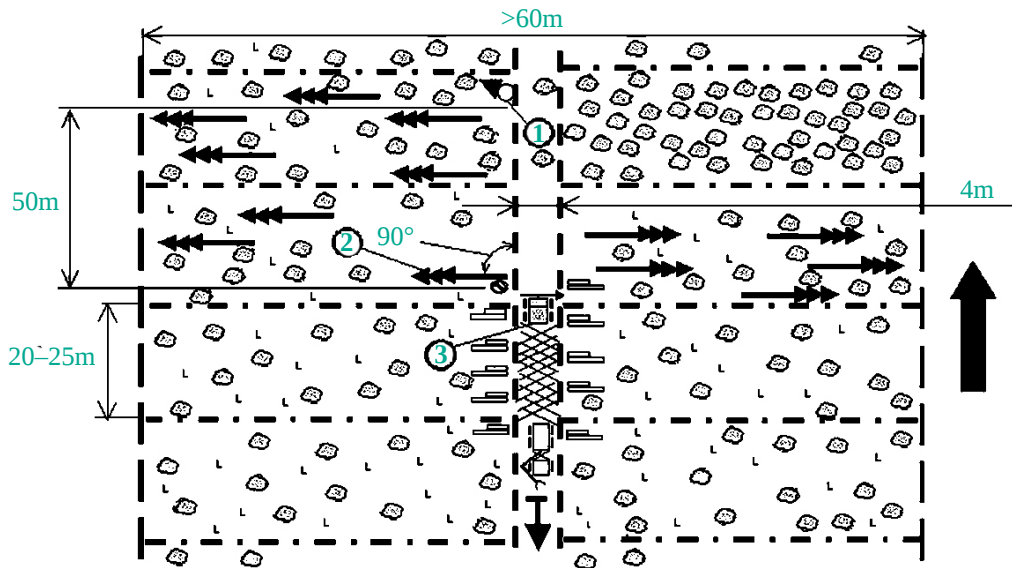
#### Starpcirtes izstrādes shēma, strādājot platās slejās un pievedot divās stadijās



- 1 – kokmateriālu sortimentu sagatavošanas operāciju kompleksa norises vietas apzīme;
- 2 – apzīme pievešanas pirmajā stadijā izmantojamam minitraktoram;
- 3 – apzīme pievešanas otrajā stadijā izmantojamam forvarderam.

## 5.13. attēls

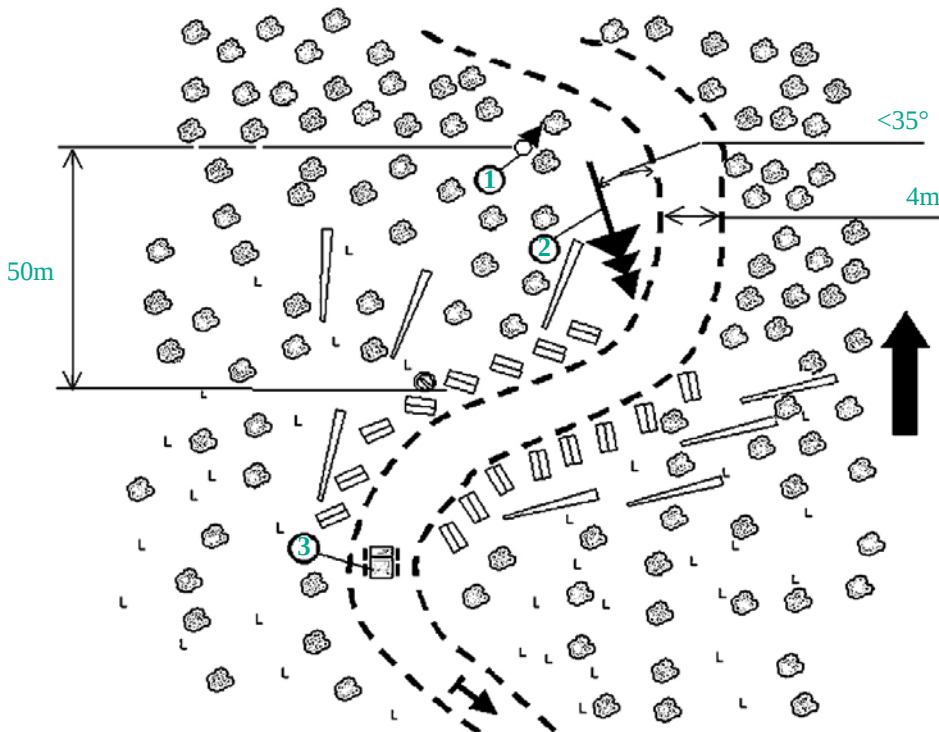
Starpcirtes izstrādes shēma, strādājot platās slejās un kokmateriālu sagatavošanā izmantojot lauksaimniecības traktoram uzkarināmu procesoru



1 – koku gāšanas operācijas norises vietas apzīme; 2 – apzīme koku gāšanas virziena norādei; 3 – apzīme lauksaimniecības traktoram uzkarināmam procesoram.

## 5.14. attēls

Starpcirtes izstrādes shēma, kokmateriālus līdz izvešanas ceļam nogādājot pa neregulāri izvietotiem ceļiem



1 – koku gāšanas operācijas norises vietas apzīme; 2 – apzīme koku gāšanas virziena norādei; 3 – apzīme meža darbiem pielāgotam traktoram ar vinču.



Attāluma palielinājumu starp tehnoloģiskajiem koridoriem tādā mērā, lai tas atbilstu platām slejām, t.i., būtu vismaz 60 metri, var nodrošināt lauksaimniecības traktoram uzkarināma procesora izmantošana stumbru atzarošanai un sagarumošanai pie tehnoloģiskā koridora, neatzarotos stumbrus no koku gāšanas vietas pievelkot ar vinču. Stumbru pievilkšana no 30 metru vai pat tālāka attāluma ir diezgan viegli izdarāma. Kokus gāž ar benzīna motorzāģi, cenšoties gāšanas virzienu izvēlēties tā, lai stumbra pievilkšanas laikā tā garenass sakristu ar vilkšanas virzienu. Ja to ievēro, uzsākot vilkšanu, stubrs netiek pagriezts uz vienu vai otru pusi un nebojā atstājamo koku stumbrus. Zarus pēc kārtējā stumbra apstrādes novieto uz pievešanas ceļa, bet sagatavotus kokmateriālus – tam blakus. Tā kā slejas ir platas, kokmateriālu pie pievešanas ceļiem ir pietiekami daudz, lai to pievešanai izmantotu forvarderu. Slejas izstrādes shēmā (sk. 5.13. attēlu) norāda slejas platumu, slejas iedalījumu joslās, joslu platumu, koku gāšanas vietu un virzienu, procesora novietojumu tehnoloģiskajā koridorā, pievešanas virzienu, slejas izstrādes virzienu, bīstamo zonu robežas, vēl neizstrādāto un pilnībā pabeigto slejas daļu.

#### 5.7.4. Izstrādes shēma starpcirtē, strādājot pa neregulāri izvietotiem pievešanas ceļiem

Ja mežaudzē koku nav daudz un to izvietojums nav vienmērīgs, dodot iespēju atrast pietiekami daudz brīvu vietu, kur varētu pārvietoties kokmateriālu pirmējā transporta līdzekļi, netiek iekārtoti taisni tehnoloģiskie koridori, bet kokmateriālus līdz krautuvei pie izvešanas ceļa nogādā pa mežaudzē neregulāri izvietotiem pievešanas ceļiem (sk. 5.14. attēls).

Pa šādiem ceļiem var pārvietoties jebkurš pievešanas transporta līdzeklis, kas nav tik liels, lai ceļa līkumos bojātu blakus esošo koku stumbrus un saknes. Koku gāšanas virziens pret ceļu un sortimentu novietojums pie ceļa neatšķiras no tā, kāds katram no pievešanas transporta līdzekļiem ir piemērotākais, strādājot apstākļos ar taisniem tehnoloģiskiem koridoriem, kas aprakstīts jau iepriekš.

## 5.8. Slejas izstrādes shēmas, paredzot ciršanas atlieku saiņošanu

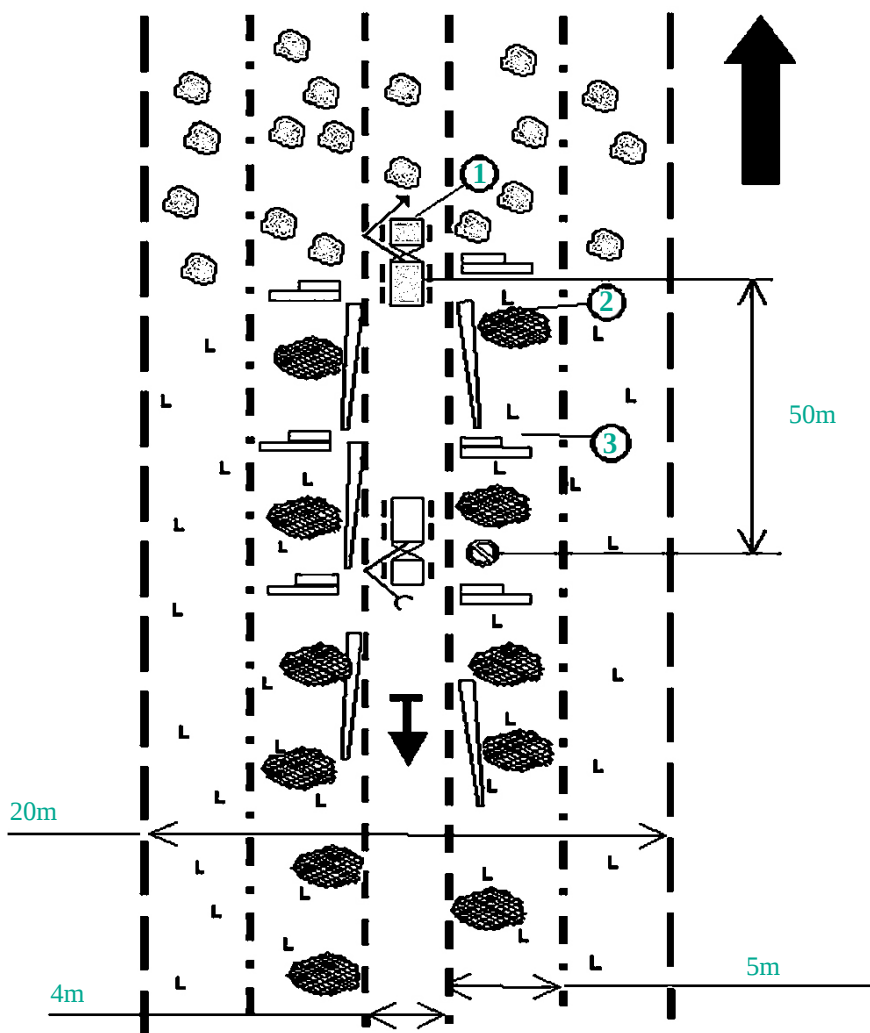
Ciršanas atliekas visbiežāk tiek izmantotas pievešanas ceļu pastiprināšanai. Ja tas nav nepieciešams un nepastāv prasība atliekas izkļiedēt cirsmas teritorijā, ir lietderīgi ciršanas atliekas savākt un izmantot kādā citā veidā. Pēdējos gados arvien izteiktāka ir tendence paplašināties enerģijas ieguvei, izmantojot meža biomasu, tostarp ciršanas atliekas. Kā slejas izstrādes shēmas paraugu šādam gadījumam var izmantot atlieku savākšanu kaudzēs vai vālos (sk. 5.15. un 5.16. attēlu), kā to jau otro gadu desmitu dara Somijā.

Ciršanas atliekas savākt vālos vai kaudzēs var arī ar rokām, kokmateriālus cirmā gatavojot ar benzīna motorzāģiem, bet tas ir ļoti smags un darbietilpīgs process. Tāpēc parasti to dara reizē ar kokmateriālu sortimentu sagatavošanu kailcirtē ar hārvesteru.

Slejas izstrādes shēmā norāda slejas platumu, iedalījumu joslās, joslu platumu, sortimentu novietojumu pie pievešanas ceļa, ciršanas atlieku novietojumu, slejas izstrādes virzienu, pievešanas virzienu, atlieku kaudžu vai vālu novietojuma vietu, bīstamo zonu robežas, vēl neizstrādāto un pilnībā pabeigto slejas daļu.

5.15. attēls

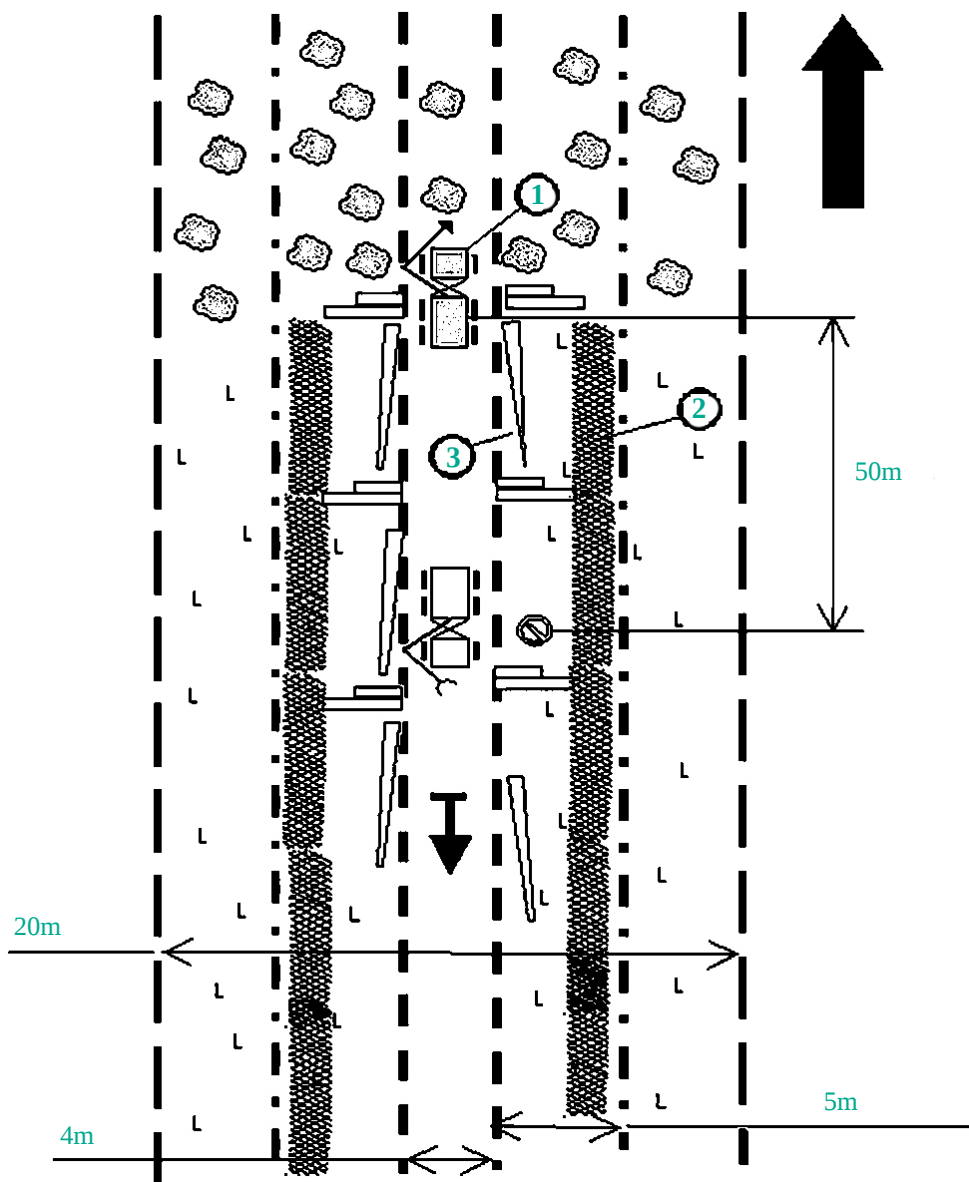
Slejas izstrādes shēma, kailcirtē gatavojot sortimentus ar hārvesteru un ciršanas atliekas novietojot kaudzēs



1 – kokmateriālu sortimentu sagatavošanas operāciju kompleksa norises vietas apzīme, strādājot ar hārvesteru; 2 – ciršanas atlieku kaudzes apzīme; 3 – bīstamās zonas apzīme.

5.16. attēls

Slejas izstrādes shēma, kailcirtē gatavojot sortimentus ar hārvesteru un ciršanas atliekas novietojot vālos



1 – kokmateriālu sortimentu sagatavošanas operāciju kompleksa norises vietas apzīme, strādājot ar hārvesteru; 2 – ciršanas atlieku vāla apzīme; 3 – bīstamās zonas apzīme.

## 6. KOKMATERIĀLU KRAUTUVJU DARBI

Krautuve ir kokmateriālu uzkrāšanas vieta, kas izraudzīta atbilstoši kokmateriālu rezervju veidošanas mērķim. Pirms iepazīties tuvāk ar krautuvju darbiem un to izpildes tehnoloģiju, jāiegūst vispārējs priekšstats par krautuvju klasifikāciju un svarīgākajiem raksturojošajiem rādītājiem.

### 6.1. Krautuvju iedalījums un raksturojošie rādītāji

Kokmateriālu krautuves var klasificēt pēc dažādām to savstarpējās atšķirības pazīmēm. Šīs apakšnodaļas pirmajā punktā īsumā tiks apskatīti ar galvenajām savstarpējās atšķirības pazīmēm pamatoti kokmateriālu krautuvju veidi.

#### 6.1.1. Galvenie kokmateriālu krautuvju iedalījuma veidi

Apaļo kokmateriālu sagatavošanas un piegādes procesā nepieciešamība uzkrāt koksnes izejvielu rezerves rodas transporta vai kokmateriālu apstrādes pakāpes maiņas vietās. No šāda viedokļa visas krautuves var iedalīt šādi:

- krautuves kokmateriālu rezervēm transporta maiņas vietās;
- krautuves kokmateriālu sezonālai uzglabāšanai;
- krautuves kokmateriālus izmantojošu ražotņu izejvielu rezervēm;
- krautuves kokmateriālu rezervēm kochtirdzniecības vietās.

Kokmateriālu apstrādes pakāpes izmaiņa teorētiski ir iespējama jebkurā no uzskaitītajām krautuvju iedalījuma grupām. Taču nebūtu pieņemami atsevišķi izdalīt krautuvju grupu, kurā ietvertu tādas, kas ierīkotas galvenokārt ar nolūku paaugstināt kokmateriālu apstrādes pakāpi, jo arī šajās krautuvēs transporta maiņa ir neizbēgama.

Kokmateriālu krautuves savstarpēji atšķiras arī pēc lieluma, darbības ilguma un arī tādā nozīmē, pa kāda transporta veida ceļiem ir iespējami kokmateriālu pārvadājumi. Vēsturiski ir ieviesies un vēl joprojām kā Latvijā, tā citur pasaulē tiek turpināts kokmateriālu krautuves iedalīt arī pēc tā, vai krautuve atrodas koksnes izejvielu plūsmas pašā sākumā vai, tieši otrādi, krautuve ir izejvielu plūsmas beigu punkts.

##### 6.1.1.1. Kokmateriālu krautuvju iedalījums pēc lieluma

Par krautuves lielumu var liecināt dažādi rādītāji, piemēram, platība, kokmateriālu daudzums, nodarbināto skaits, mašīnu parka lielums u.tml. Par krautuves lielumu vislabāk raksturojošo to mēr pieņemts izmantot krautuves darba specifiku vistiešāk izsakošo gada apgrozījuma rādītāju, respektīvi, to kokmateriālu apjomu tilpuma vienībās ( $m^3$ ), ko krautuvē var apstrādāt viena gada laikā. Nepastāv kādos normatīvos dokumentos norādītas, stingri reglamentētas apgrozījuma lieluma vērtības, pēc kurām konkrētu krautuvi varētu attiecināt uz noteiktu lieluma grupu. Parasti meža nozarē krautuves lielumu vērtē pēc vienkārša iedalījuma trijās grupās:

1. mazas krautuves;
2. vidējas krautuves;
3. lielas krautuves.

Orientējoši var pieņemt, ka mazu krautuvju apgrozījums nepārsniedz  $50\ 000\ m^3$  gadā, bet lielām krautuvēm šis rādītājs ir vismaz  $200\ 000$  līdz  $300\ 000\ m^3$  gadā. Krautuvju grupējumā pēc apgrozījuma lieluma var būt atšķirības starp valstīm un pat lielvalstu reģioniem dažādu vietēji nozīmīgu apstākļu ietekmē.

##### 6.1.1.2. Kokmateriālu krautuvju iedalījums pēc darbības ilguma

No darbības ilguma viedokļa krautuves var sadalīt divās grupās:

1. pagaidu krautuves;
2. pastāvīgas darbības krautuves.

Ja krautuves darbības ilgums nepārsniedz vienu gadu un nav plānots teritoriju izmantot krautuves vajadzībām tuvākajā nākotnē, to uzskata par pagaidu jeb īstermiņa krautuvi. Pastāvīgām krautuvēm ir raksturīga specifiskas infrastruktūras izveide.

### 6.1.1.3. Kokmateriālu krautuvju iedalījums pēc kokmateriālu transportēšanas veida

Atkarībā no kokmateriālu transportēšanas veida izšķir trīs krautuvju grupas:

1. krautuves pie autoceļa;
2. krautuves pie dzelzceļa;
3. krautuves pie ūdens ceļa.

Dotie grupu apzīmējumi šajā gadījumā neizsaka būtību pilnībā. Nepārprotams ir vienīgi pirmās grupas apzīmējums, jo tikai pa autoceļu kokmateriālus ir iespējams gan piegādāt krautuvē, gan aizvest no tās projām. Attiecībā uz abām pārējām grupām jāņem vērā, ka, pirmkārt, apzīmējumā dotais transporta veids parasti nav vienīgais iespējamais kokmateriālu atvešanai vai aizvešanai, jo ir tikai atsevišķi gadījumi, kuros no krautuves nav pieejams autoceļš. Otrkārt, ir iespējami arī gadījumi, kuros krautuvei ir pieejami visās trijās grupās norādītie transporta ceļi. Piederību vienai no dotajām klasifikācijas grupām tad var pamatot, savstarpēji salīdzinot saimniecisko katra transporta veida nozīmīgumu konkrētajos apstākļos.

### 6.1.1.4. Kokmateriālu krautuvju iedalījums pēc vietas koksnes izejvielu sagatavošanas un piegādes procesā

Kokmateriālu krautuves aprakstā ievietots apzīmējums, kas norāda uz krautuves vietu ražošanas procesa norišu tehnoloģiskās secības ķēdē, izsaka šīs krautuves tehnoloģisko būtību. No šāda viedokļa dažādo krautuvju kopums tiek sadalīts trijos savstarpēji atšķirīgos veidos:

1. augšgala krautuves;
2. lejasgala krautuves;
3. starpkrautuves.

Augšgala krautuves (AGK) vienmēr atrodas pie transporta ceļa kokmateriālu piegādes plūsmas pašā sākumā, iespējami tuvu cirsmam, kur notiek pirmās tehnoloģiskās operācijas, lai no augošiem kokiem sagatavotu un līdz šai krautuvei piegādātu kokmateriālus. Turpretim ar lejasgala krautuvi (LGK) kokmateriālu sagatavošana, un bieži vien arī piegāde, noslēdzas. No AGK transportē kokmateriālus, kuru apstrādes pakāpe vēl neatbilst koksnes izejvielu tālākas izmantošanas prasībām, bet LGK ir plašāks darba iecirknis, kurā jāveic visas atlikušās operācijas, lai gala rezultāts būtu koksnes izejvielu prasībām atbilstošs. Tajos gadījumos, kad no AGK transportē prasībām pilnībā atbilstošus apaļo kokmateriālu sortimentus, no tehnoloģiskā viedokļa LGK jāizdara vienīgi kokmateriālu izkraušana un novietošana rezervēs. Gala punkts tad ir reāli iespējams, sākot ar nelielu laukumu pie klienta, kuram vajadzīga tikai viena autokrava un līdz pat milzīgai krautuvei kokmateriālu dažāda veida tālākas pārstrādes kompleksā, kur gada apgrozījums ir vairāki miljoni kubikmetru. Tad LGK ir tikai teorētiska jēdziena nozīme, bet praktiskā ražošanā par šādu krautuvi runā kā attiecīgā apsaimniekotāja pārvaldījumā esošu.

Jau nosaukuma valodnieciskā jēga izsaka to, ka starpkrautuve kokmateriālu sagatavošanas un piegādes plūsmā ir kaut kur starp AGK un LGK. Nepieciešamība ierīkot starpkrautuvi var rasties sakarā ar tādiem apstākļiem, kas traucē piegādāt kokmateriālus no AGK tieši līdz LGK. Pirmkārt, tā var būt sezonāla meteoroloģisko apstākļu izmaiņa tādā mērā, ka, lai gan kokmateriālu sagatavošana un piegāde līdz AGK ir iespējama, AGK tuvākie zemākas kategorijas ceļi vairs nav izbraucami. Šādu gadījumu ietekmes samazināšanai kokmateriālus savlaicīgi izved līdz starpkrautuvei, kas ierīkota tādā vietā, no kuras tos var vest tālāk jebkuros meteoroloģiskos apstākļos. Starpkrautuves vieta šādos gadījumos ir tuvāk AGK nekā LGK. Otrkārt, starpkrautuvi (dažreiz to apzīmē ar terminu „buferkrautuve”) ierīko gadījumā, kad kokmateriāli ir jāiekrauj kuģī, bet tiešā ostas tuvumā nav pietiekami daudz brīvas platības vajadzīgā daudzuma uzkrāšanai. Saprotams, ka šāda starpkrautuve atrodas iespējami tuvu ostai, ko teorētiski var uzskatīt par LGK.

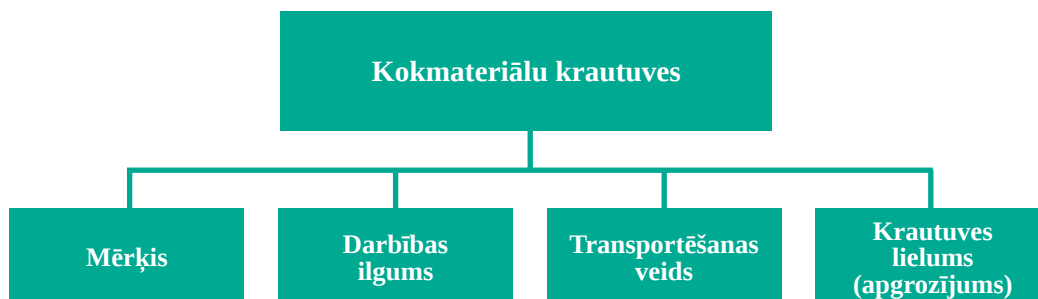
## 6.1.2. Rādītāji kokmateriālu krautuvju raksturošanai

Katrai krautuvei svarīgākie rādītāji ir četri (sk. 6.1. attēlu); tie raksturo krautuves būtību, reglamentē krautuves darbības tehnoloģisko procesu un nosaka tehniskās prasības mašīnām un mehānismiem, ar kuru palīdzību tiek sasniegts tehnoloģiskā procesa rezultāts.

Attiecībā uz krautuves tehnoloģiskā procesa rezultātu jāatzīmē, ka kokmateriālu krautuves, no vienas puses, ir ražošanas iecirkņi, kur notiek kokmateriālu veida un vērtības izmaiņas, no otras puses, tā ir kokmateriālu rezervju uzglabāšanas vieta kā priekšnoteikums tālākām darbībām ražošanas procesā.

## 6.1. attēls

## Rādītāji kokmateriālu krautuves raksturošanai



Krautuvju nepieciešamību un izvietojuma secību kokmateriālu sagatavošanas un piegādes procesā nosaka ekonomiski izdevīgākais plūsmas plānojums, sākot no augoša meža līdz gala patērētājam, ko mūsdienās cenšas nodrošināt ar loģistikas līdzekļiem.

No abām iepriekš minētajām atziņām var pamatoti secināt, ka raksturojošie rādītāji visām krautuvēm ir līdzīgi. Parasti lietotie rādītāji ir:

- krautuves teritorijas kopējā platība, ha;
- krautuves kokmateriālu apgrozījums laika periodā (parasti gadā), m<sup>3</sup>;
- kokmateriālu uzglabāšanas ilgums krautuvē, diennaktis;
- krautuves darbības intensitātes rādītāji (caurlaides spēja, caurlaides izmantošanas koeficients, darba nevienmērības koeficients, krautuves laukuma izmantošanas koeficients, krautuves ietilpība, krautuves apgrozījuma koeficients).

Krautuves teritorijas kopējo platību ( $\Sigma S$ ) aprēķina kā atsevišķu krautuves objektu aizņemtās platības summu:

## (6.1.)

$$\Sigma S = \frac{E}{e} + S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6$$

$E$  – maksimālais kokmateriālu uzkrājums krautuvē, m<sup>3</sup>;

$e$  – kokmateriālu nokraušanas laukuma īpatnējā ietilpība uz 1 m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>;

$S_1$  – tehnoloģisko brauktuvju platība, m<sup>2</sup>;  $S_2$  – krautuves tehnikas novietošanas laukums, m<sup>2</sup>;

$S_3$  – sadzīves bloka laukums, m<sup>2</sup>;  $S_4$  – stacionāro tehnoloģisko iekārtu laukums, m<sup>2</sup>;

$S_5$  – ražošanas un tehniskās apkopes telpu un būvju laukums, m<sup>2</sup>;

$S_6$  – apsardzībai, uguns aizsardzībai un apgaismošanai nepieciešamais laukums, m<sup>2</sup>.

Krautuves kokmateriālu apgrozījumu ( $A$ ) aprēķina kā noteiktā laika periodā krautuvē apstrādātā kokmateriālu daudzuma attiecību pret šī laika perioda ilgumu:

## (6.2.)

$$A = \frac{V}{T}$$

$V$  – kokmateriālu daudzums, m<sup>3</sup>;

$T$  – laika periods (gads, mēnesis, diennakts, maiņa).

Krautuves caurlaides spējas izmantošanas koeficientu ( $K_c$ ) aprēķina kā faktiskā apgrozījuma attiecību pret caurlaides spēju:

## (6.3.)

$$K_c = \frac{A}{C} \quad (\text{vienmēr} \leq 1)$$

$A$  – faktiskais apgrozījums laika vienībā, m<sup>3</sup>;

$C$  – caurlaides spēja: krautuves limitējošais ražīguma vai ietilpības rādītājs tai mašīnai (mehānismam) vai platībai, kas ietekmē krautuves apgrozījumu.

Krautuves darba nevienmērības koeficientu ( $K_n$ ) aprēķina kā attiecību starp maksimālo darba apjomu kādā noteiktā laika periodā un vidējo darba apjomu tajā pašā laika periodā:

(6.4.)

$$K_n = \frac{D_{max}}{D_{vid}}$$

$D_{max}$  – maksimālais darba apjoms kādā noteiktā laika periodā;  
 $D_{vid}$  – vidējais darba apjoms tajā pašā laika periodā.

Ņemot vērā, ka jebkurš no krautuvju veidiem ir šaurāks vai plašāks ražošanas iecirknis, ikdienas darbā nākas izmantot daudzus no šīs grāmatas 1. nodaļā minētajiem rādītājiem. Kokmateriālu augšgala krautuvēs pastāvīgi ir jāievēro mežizstrādes tehnoloģisko procesu un darba aizsardzību atspoguļojošo rādītāju atbilstība prasībām. Pastāvīgajās krautuvēs ar daudziem specifiskiem rādītājiem jānosaka dažādu būvniecības objektu ekspluatāciju reglamentējošo prasību ievērošana.

## 6.2. Krautuvju apskats pa atsevišķiem veidiem

Šajā nodaļā īsumā apskatīti krautuvju veidi pēc to galvenā uzdevuma. Aprakstā lielākā uzmanība tiek pievērsta attiecīgā veida krautuves ierīkošanas, ekspluatācijas un tehnoloģiskajiem aspektiem.

### 6.2.1. Kokmateriālu augšgala krautuves

Kokmateriālu augšgala krautuve (AGK) ir mežizstrādes tehnoloģiskā procesa sastāvdaļa un atrodas vietā, kur ir izpildītas attiecīgajam cirsma izstrādes tehnoloģiskajam variantam plānotās kokmateriālu sagatavošanas operācijas un noslēdzas pēdējās norises kokmateriālu pirmējā transporta operācijā, lai šajā pašā vietā varētu uzsākt kokmateriālu izvešanas operāciju.

AGK ierīkošanas un darbības mērķis ir nodrošināt ar pietiekami lielu un cīsmā sagatavoto kokmateriālu veidam un apjomam piemērotu platību, lai tur kokmateriālus varētu novietot, veikt paredzētās apstrādes operācijas, uzglabāt un uzsākt izvešanas operāciju, to visu izdarot atbilstoši pastāvošajām tehnoloģiskajām, darba un apkārtējās vides aizsardzības prasībām.

Parasti AGK atrodas pie autoceļa, retos gadījumos (piemēram, Krievijā, Kanādā) – pie šaursliežu dzelzceļa vai ūdens transporta pagaidu pietātnes.

AGK ierīkošanā jāņem vērā, ka attiecīgo platību krautuve aizņem īslaicīgi (uz cirsma izstrādes periodu). Intensīvas mežsaimniecības apstākļos platības bez saimnieciskas darbības meža ierīcībā var rezervēt arī ilgstošam periodam (vairākiem simtiem gadu).

Tā kā AGK teritorijai parasti jāpiespiejas vispārējās nozīmes autoceļam, svarīgi ievērot, lai brauktuves, pa kurām kokmateriāli piegādāti no meža, tos pievedot vai treilējot, nesakrīt ar tālākā transporta brauktuvēm.

AGK teritorijas izvēlē jāievēro šādas prasības:

- AGK teritorijai jābūt līdzenai; pretējā gadījumā to vajag izlīdzināt ar buldozera tipa iekārtu;
- AGK teritorijai jāatrodas uz sausas grunts;
- vietai, kas paredzēta AGK teritorijai, jābūt brīvai no komunikācijām vai citiem infrastruktūras elementiem (grāvjiem, elektro-, gāzes- un citām trasēm u.tml.), lai tie būtiski netraucētu darbību krautuvē;
- AGK teritorijai nedrīkst būt apkārtējās vides apdraudējumu: bīstamo koku, lielu akmeņu, ūdens kritumu vai šļūdoņu draudu u.tml.

Augšgala krautuves teritorijas platība ir atkarīga no izstrādājamās cirsma apjoma. Plānojot augšgala krautuves teritoriju, ņem vērā, ka uz krautuves 1 m<sup>2</sup> var izvietot 1,5 līdz 3 m<sup>3</sup> apaļo kokmateriālu, atsevišķos gadījumos pat līdz 4 m<sup>3</sup>. Apaļos kokmateriālus, strādājot pēc sortimentu tehnoloģijas, krauj krautnēs, šķirojot pēc kvalitātes un izmēriem. Krautnes veido ar hidroceltni vai ar citām kraušanai piemērotām iekārtām. Krautnēs apaļo kokmateriālu galiem, kas atrodas autoceļa pusē, jābūt nolīdzinātiem. Tie nedrīkst būt izvirzīti vairāk par 0,5 metriem no kokmateriālu krautnes sānu virsmas. Kokmateriālu krautņu augstums nav pieļaujams augstāks nekā 4–4,5 metriem. Jāievēro, ka iekraušanai izvešanas transporta līdzeklī kokmateriālus nav iespējams paņemt, ja tie atrodas zemāk nekā 1,5 metrus zem izvešanas ceļa virsmas.

Kokmateriālu krautnes AGK teritorijā izvieto pēc principa: dārgākie, vērtīgākie kokmateriāli tiek krauti tuvāk krautuves centram, mazvērtīgākos kokmateriālus, piemēram, malku, krauj no centra tālākajā krautuves daļā.

Ja no cirmsas uz AGK treilē neatzarotus stumbrus, tur jāparedz vieta atzarošanas un citām mašīnām, kas paredzētas mežizstrādes tehnoloģiskā varianta plānojumā.

AGK teritorijā, stingri ievērojot ugunsdrošības prasības, var atrasties saimnieciskais bloks ar degvielas un smērvielu glabāšanas vietu, tur var notikt arī meža mašīnu apkopes un vienkāršie remontdarbi.

Kraušanas darbiem Latvijas apstākļos parasti izmanto uz forvardera un kokvedēja automobiļa montētus hidroceltnus, citās valstīs arī pilnpagrieziena un citādākus krāvējus uz traktora vai automobiļa bāzes. Retāk, sevišķi apaļo kokmateriālu kraušanas lieliem darba apjomiem, izmanto frontālus iekrāvējus uz traktora bāzes. Šāda tehnoloģija ir lietderīga, ja izvešanas transporta līdzekļi nav aprīkoti ar hidroceltniem vai arī gadījumos, kad autotransportā tiek krauti veseli stumbri vai arī to nogriežņi līdz 20 metru garumam (sk. 6.2. attēlu).

## 6.2. attēls

### Frontālais garo kokmateriālu iekrāvējs darbam meža apstākļos



Ļoti reti AGK ir strādnieki, kas atbild tikai par krautuvī. Atkarībā no loģistikas plānojuma kokmateriālus AGK glabā no dažām dienām līdz vairākiem mēnešiem. AGK darbības ilgums reti pārsniedz viena kalendārā gada ilgumu un mēneša apgrozījumu virs 5000 m<sup>3</sup>.

Svarīgi, lai pēc krautuves darbības beigšanas būtu pieejams buldozers krautuves vietas un mašīnu iebraukto sliežu nolīdzināšanai.

#### 6.2.2. Krautuves kokmateriālu sezonālai uzglabāšanai

Atsevišķās mežizstrādes sezonās atkarībā no klimatiskajiem apstākļiem, kas var būt par iemeslu, ka tiek pilnībā pārtraukts vai būtiski ierobežots transports kādos kokmateriālu piegādes virzienos (piemēram, Baltijas jūras aizsalšana, kad tiek pārtraukta ūdens transporta kustība līdz brīdim, kad ledus apstākļi uzlabojas; AGK tiešā tuvumā esošo izvešanas ceļu neizbraucamība šķīdoņa periodos u.tml.) var parādīties nepieciešamība jau savlaicīgi ierīkot krautuves sezonālai kokmateriālu uzglabāšanai. Sezonālu krautuvju ierīkošanas nepieciešamība var parādīties arī pēkšņi pēc lieliem vēja vai nokrišņu postījumiem mežā, kad vēl izmantošanai noderīgu kokmateriālu ir daudz vairāk, nekā ir iespējams realizēt pārstrādei.

Kokmateriālu sezonālās krautuves mērķis ir nodrošināt ilgākai glabāšanai rezervēs novietotu apaļo kokmateriālu kvalitātes saglabāšanu līdz brīdim, kad šos kokmateriālus varēs no jauna ievirzīt ražošanas procesā. No tehnoloģiskā viedokļa sezonālās krautuves pieder starpkrautuvēm un nav



nepieciešamas, ja normālu plūsmas norisi kokmateriālu piegādē netraucē iepriekš minētie vai citi līdzīgi apstākļi.

Pēc darbības ilguma sezonālās krautuves pieder pagaidu jeb īstermiņa krautuvju grupai, jo tās ierīko vienīgi atsevišķu neikdienišķu problēmu risināšanai. Ilgākā laika periodā nebūtu arī iespējams pildīt šīm krautuvēm izvirzīto obligāto uzdevumu, t.i., saglabāt rezervēs nokrauto kokmateriālu kvalitāti.

Sezonālai kokmateriālu uzglabāšanai paredzētu krautuvi ierīko sausā vietā ar līdzenu reljefu un nolīdzinātu augsnes virskārtu. Krautuves vietu vislabāk izvēlēties pie tāda ceļa, kas kokmateriālu izvešanai ir piemērots jebkuros meteoroloģiskos apstākļos.

Kokmateriālus līdz sezonālajai krautuvei piegādā ar izvešanas autotransportu. Atvestos kokmateriālus novieto krautnēs uz pagaidu paliktņiem. Kraušanai var izmantot frontālos vai pilnpagrieziena traktorkrāvējus.

Lai maksimāli saglabātu apaļo kokmateriālu kvalitāti siltajā gadalaikā un tam ir pieejami ūdens resursi, labus rezultātus uzglabājamo kokmateriālu kvalitātes saglabāšanā var sasniegt ar laistīšanu. Ziemas apstākļos sakrautas kokmateriālu krautnes var iesaldēt, apsedzot apsnigušās krautnes ar mizas vai skaidu mulčas slāni, kura biezums pārsniedz 30 cm (sk. 6.3. attēlu). Tādā veidā iekonservētas krautnes mērenā klimata apstākļos var saglabāties pat līdz vasaras beigām.

6.3. attēls

## Iezīmota kokmateriālu krautuve



1 – kokmateriāli; 2 – sniegs; 3 – kūdras vai mizas sega.

Viens no aizsardzības pasākumiem kokmateriālu ilgstošai uzglabāšanai ir mizošana, jo tā ierobežo inficēšanās iespēju ar trupī izraisīto sēņu sporām un tādējādi apaļajiem kokmateriāliem ļauj ilgāk saglabāt savu vērtību, toties var sākties dabisks žūšanas process un ir iespējama žūšanas plaisu parādīšanās.

Kokmateriālu sezonālās uzglabāšanas krautuvēs tiek izmantotas ne tikai kraušanas mašīnas, bet arī citas specifiskas ierīces, piemēram, mākslīgā sniega lielibali, laistīšanas sistēmas ar sūkņu staciju un ūdensvada–smidzinātāju tīklu (sk. 6.4. attēlu), stacionāras vai mobilas mizošanas mašīnas.

6.4. attēls

## Kokmateriālu laistīšanas sistēmas



<http://bois.fordaq.com>

Sezonālajās krautuvēs nenotiek kokmateriālu mehāniska apstrāde (izņemot dažreiz lietoto mizošanu), toties ir svarīgi organizēt uzraudzību un aizsardzību, lai pastāvīgi sekotu līdzi kokmateriālu uzglabāšanās gaitai. Veikto pasākumu sekmīgumu vērtē pēc sākotnējās kvalitātes saglabāšanās procentuālā apjoma.

### 6.2.3. Pastāvīgās kokmateriālu krautuves

Pastāvīgās kokmateriālu krautuves vienmēr ir pastāvējušas pie visiem ražošanas iecirkņiem, kuriem ir nepieciešams daudz koksnes izejvielu apaļo kokmateriālu veidā. To darbība ilgst tikpat ilgi, cik ilgi darbojas attiecīgā ražotne.

Ražošanas vēsturiskās attīstības gaitā attālums starp apaļos kokmateriālus patērējošajām ražotnēm un izejvielu ieguves vietām ir palielinājies tādā mērā, ka jau kopš visai tālas pagātnes liela daudzuma kokmateriālu transportēšanai ir izmantota pludināšana, tuvāk mūsdienām sākti pārvadājumi pa dzelzceļu, bet no pagājušajā gadsimta vidus par labu sauszemes transporta papildinājumu ir izveidojušies pārvadājumi ar automobiļiem. Katram no minētajiem trijiem transporta veidiem ir tiem raksturīgas priekšrocības un trūkumi. Automobiļiem ir vislabākā manevrēšanas spēja, un pietiekami attīstīta autoceļu tīkla apstākļos ar tiem var nokļūt tuvu izstrādājamām cirmām. Trūkums šim transporta veidam ir visai strauja izmaksu palielināšanās reizē ar kravas vešanas attālumu, tāpēc piegādāt patērētājam kokmateriālus ar autotransportu uzreiz no AGK ir ekonomiski izdevīgi tikai līdz noteiktam attālumam.

Kokmateriālu izvešanas attāluma kritiskais lielums, izmantojot autotransportu, ir atkarīgs no daudziem ietekmējošiem apstākļiem, bet tas parasti nesasniedz vairākus simtus kilometru. Tas ir bijis par iemeslu, lai jau iepriekšējā gadsimtā pie dzelzceļa stacijām un kuģu piestātnēm sāktu ierīkot krautuves, ar nolūku tās pirmām kārtām izmantot kokmateriālu pārkraušanai no viena transporta veida uz citu un tādējādi ar koksnes izejvielām apgādāt patērētājus pat ļoti lielā attālumā no to ieguves vietas. Reizē ar attīstījušos tehnisko iespēju ar autotransportu vest lielu izmēru kokmateriālus, daļa no galvenokārt pārkraušanai paredzētajām krautuvēm ir ievērojami paplašinājušās, uzsākot veikt operācijas garkoku un pilna garuma stubru apstrādei, lai iegūtu pilnīgi prasībām atbilstošus kokmateriālu sortimentus. No tiem daļa tiek iekrauti nosūtīšanai tālākiem patērētājiem, citi realizēti tuvākiem klientiem, bet vēl kāda daļa – pārstrādāti uz vietas zāgmateriālos vai kādos izmantošanai pilnīgi gatavos koka izstrādājumos.

No tehnoloģiskā viedokļa tikko aprakstītās krautuves pilnībā atbilst kokmateriālu lejasgala krautuvju grupai, jo te ir galapunkts vismaz daļai līdz šai vietai atvesto kokmateriālu, un te ir arī nobeiguma punkts kokmateriālu sortimentu sagatavošanas tehnoloģiskajām norisēm.

### 6.5. attēls

Frontālais kokmateriālu iekrāvējs darbam pastāvīgās krautuvēs.



Dažādu apstākļu ietekmē pastāvīgās krautuves attīstība var novirzīties arī uz apaļo kokmateriālu pārstrādes paplašināšanos tādā mērā, ka pareizāk to apzīmēt ar kokapstrādes uzņēmuma krautuves terminu. Līdzīgi krautuves attīstība var pavērsties arī virzienā uz tirdzniecību ar kokmateriāliem, tādējādi iegūstot šim darbības profilam atbilstošu nosaukumu.

Pastāvīgo krautuvju ierīkošanai izvēlas sausas un līdzenas platības. Vispirms novāc zemsegu un tad izveido smilšu, grants, dolomīta šķembu vai asfaltbetona klājumu. Apaļo kokmateriālu krautnēm sagatavo stacionārus paliktņus, visā krautuvē ierīko virszemes pagaidu ūdens novadīšanas sistēmu, izrok grunti ūdens ņemšanai paredzētajā vietā, lai tur būtu iespējams ņemt ūdeni aizsardzībai pret uguni, tāpat arī kokmateriālu laistīšanai, ieklāno transporta pievedceļus un apgādā krautuvi ar kraušanas un citu darbu izpildei nepieciešamajām mašīnām. Daļa mašīnu un ierīču ir stacionāras. Kraušanai ļoti piemēroti ir frontālie krāvēji ar celtpēļu 10 tonnas (sk. 6.5. attēlu).

Krautuvju teritorijās neiztrūkstoša sastāvdaļa ir kravas pieņemšanas punkts, kur piegādātās kravas tiek uzmērītas pēc kraujmēra, lietojot krāvuma tilpīguma koeficientus, vai arī pēc masas metodes, kravu nosverot un piemērojot pārrēķina koeficientus no masas vienībām uz kubikmetriem. Lai veiktu apaļo kokmateriālu šķirošanu un individuāli noteiktu katra atsevišķa kokmateriāla precīzu tilpumu, tiek uzstādīta stacionāra līnija ar garentransportieri, attiecīgu skenēšanas komplektu un metāla detektoru. Lielās krautuvēs var būt arī aprīkojums datortomogrāfijas lietošanai, lai caurskatītu katra atsevišķa kokmateriāla iekšējo struktūru. Krautuves sadzīves blokā tiek iekārtotas strādājošo atpūtas telpas, remonta un apkopes iecirknis un administratīvā nodaļa.

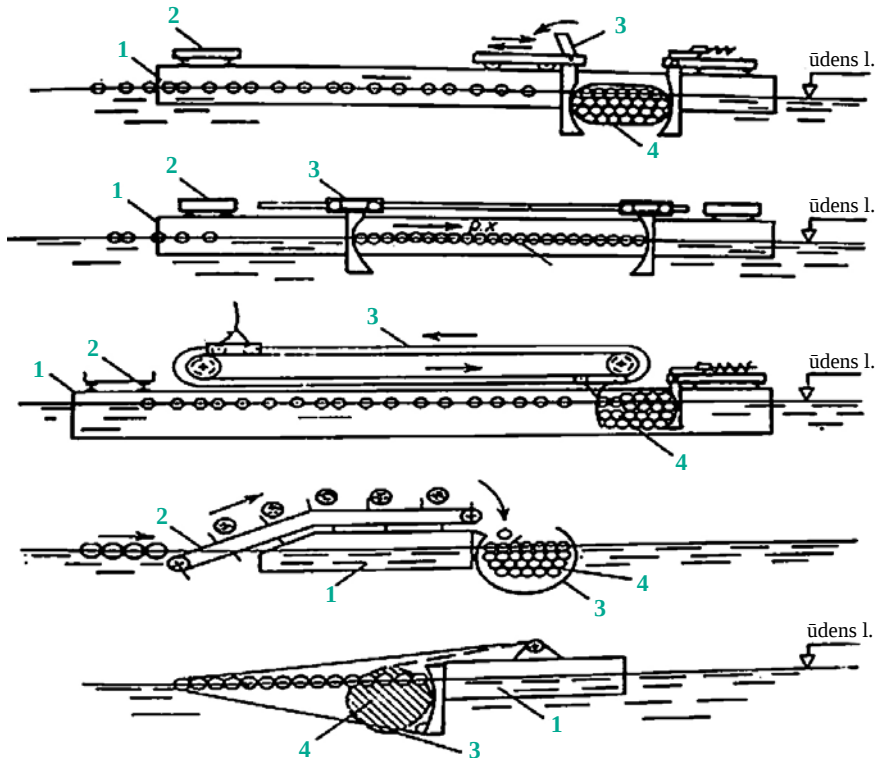
Kokmateriāli krautuvē var atrasties no dažām dienām līdz vairākiem mēnešiem, tāpēc var rasties nepieciešamība veikt pasākumus to ilgstošai uzglabāšanai:

- veidot speciālas formas krautnes;
- uzstādīt laistīšanas sistēmas;
- nokomplektēt materiālus galu aizsardzībai, krāsojot ar aizsargkrāsām vai līmēm.

Krautuvēs var būt speciālas kokmateriālu saiņošanas ierīces vai, paredzot pludināšanu, plostu sienamās sistēmas (sk. 6.6. attēlu).

## 6.6. attēls

### Kokmateriālu plostu siešanas veidi (pirmie trīs sviru sistēmas, elevatoru sistēma un trošu cilpu sistēma)



1 – peldošais pamats, 2 – baļķu padeves mehānisms, 3 – iekārta baļķu saiņošanai, 4 – kokmateriāli.

Pastāvīgās krautuvēs, kur notiek transporta līdzekļu maiņa, būtisks rādītājs ir izkraušanas un iekraušanas darba zonas garums. Tā ir teritorija, kur vienlaikus var izvietot vairākas transporta līdzekļu vienības (autovilcienus, vagonus, baržas u.tml.). Rādītāju ( $L$ ) var aprēķināt pēc formulas (sk. 6.5. formulu):

(6.5.)

$$L = \frac{C \cdot l \cdot K_s}{n \cdot V_v \cdot \omega} \text{ (m)}$$

$C$  – krautuves caurlaides spēja noteiktā laika periodā,  $m^3$ ;  
 $l$  – vienas transporta vienības vidējais garums,  $m$ ;  
 $K_s$  – koeficients, kas ievēro atstarpes starp transporta vienībām (vagoniem – 1,2; baržām – 1,3);  
 $n$  – darba dienu skaits iepriekš minētajā laika periodā;  
 $V_v$  – vienas transporta vienības ietilpība,  $m^3$ ;  
 $\omega$  – transporta vienību padošanas reižu skaits diennaktī.

Pastāvīgās krautuves ierīkošanai ir nepieciešams būvprojekts, kur galvenie rādītāji ir krautuves teritorijas izmēri (garums, platums) un platība. Šo rādītāju skaitliskie lielumi ir atkarīgi no:

- krautuves apgrozījuma;
- izkraušanas zonas garuma;
- iekraušanas zonas garuma;
- ar kokmateriālu krautnēm aizņemtās platības;
- iekšējā transporta ceļu platuma un garuma;
- stacionārajām iekārtām (šķirošanas, saiņošanas u.c.) nepieciešamā laukuma.

Atsevišķiem mērķiem paredzēto laukumu lielumus summējot (sk. šīs nodaļas 6.1.2. punktā doto 6.1. formulu), iegūst visai krautuvei nepieciešamo krautuves platību (izsaka  $m^2$  vai ha). Krautuves platuma aprēķinam izmanto iepriekš aprēķinātos iekraušanas un izkraušanas zonu garuma lielumus.

Atbilstoši mērķu un uzdevumu atšķirībām starp pastāvīgo krautuvju grupām katram no tiem ir savas attiecīgo krautuvju veidu raksturojošas īpašības.

#### 6.2.3.1. Ražošanas uzņēmumu krautuves

Koksnes izejvielas ražošanai izmanto dažāda profila uzņēmumi, no kuriem lielākie kokmateriālu patērētāji ir:

- kokzāģētavas;
- finiera un saplākšņa rūpnīcas;
- koksnes plātņu rūpnīcas;
- sērkokciņu fabrikas;
- būvkonstrukciju elementu ražotnes;
- celulozes un papīra rūpnīcas;
- kokogļu ražotnes.

Atkarībā no gatavās produkcijas veida un ražošanas tehnoloģijas, katram no tiem nepieciešamās koksnes izejvielas atšķiras no cita profila ražotnēm vajadzīgajām kā pēc izmēriem, tā kvalitātes (no kvalitātes viedokļa pirmām kārtām pēc koku sugas). Šī iemesla pēc jau rezervju krautuvē jāpārbauda piegādāto kokmateriālu atbilstība šīs ražotnes izejvielu prasībām. Īpaša uzmanība jāveltī tādu koksnes vainu klātbūtnei, kuras izejvielu pārstrādes procesā nav pieļaujamas. Piemēram, metāla klātbūtne nav pieļaujama tādiem kokmateriāliem, kuru pārstrādē paredzama mehāniska griešana, bet padēlu nepieļauj visos tajos gadījumos, kuros būtiski svarīgs ir koksnes taisnšķiedrainums.

Rezervju lielums kokmateriālu ražošanas krautuvēs ir atkarīgs no konkrētā uzņēmuma ražošanas jaudas un loģistikas attīstības līmeņa kokmateriālu piegādē līdz uzņēmumam. Parasti koksnes pārstrādes uzņēmumu krautuvēs rezervei uzkrāj tādu kokmateriālu daudzumu, ar kuru ražošanu uzņēmumā darbu var nodrošināt 10–60 dienu periodā.

Visās kokmateriālu ražošanas krautuvēs ir:

- kokmateriālu kravu pieņemšanas iecirknis;
- šķirošanas iecirknis;
- kokmateriālu uzglabāšanas laukums;
- mašīnas un mehānismi kokmateriālu izkraušanai un krautnēšanai;
- aprīkojums izejvielu mehāniskai apstrādei (visbiežāk mizošanai) pirms ievirzīšanas ražošanā;
- aprīkojums kokmateriālu padevei uz ražošanas telpām vai iekārtām.

Iekārtu, mašīnu un mehānismu izvēle minēto krautuves darba iecirkņu aprīkošanai tiek izdarīta, pamatojoties uz katrā iecirknī veicamo darbību norises tehnoloģiskajām prasībām un ņemot vērā konkrētos apstākļus dotajā ražošanas uzņēmumā.

### 6.2.3.2. Kokmateriālu krautuves koptirdzniecības vietās

Gan lielapjoma, gan mazapjoma apaļos kokmateriālus patērējošie uzņēmumi, specializējot savu ražošanas procesu, kā ražošanas izejvielas pieprasa kokmateriālus, kas precīzi atbilst noteiktiem izmēriem un noteiktām kvalitātes prasībām. Izejvielu piegādātāji, cenšoties šo pieprasījumu apmierināt pēc iespējas pilnīgāk, ievieš jaunus paņēmienus realizēšanai paredzēto kokmateriālu kvalitātes paaugstināšanai.

Rūpīga kokmateriālu uzmērīšana un šķirošana pati par sevi kvalitāti nevar uzlabot, tikai ļauj visu līdz krautuvei piegādāto kopumu sadalīt atsevišķās ļoti vienveidīgu kokmateriālu grupās pēc tādiem kritērijiem kā caurmērs, mizas procentuālais daudzums, raukums, vaļējo zaru skaits u.tml., lai patērētājs varētu izvēlēties tieši savas ražotnes specifikai vispilnīgāk atbilstošās izejvielas. Lai katra no šķirošanā iegūtajām vienveidīgajām grupām būtu pietiekami liela reklamēšanai tirdzniecībā, attiecīgi lielākam jābūt krautuvē piegādātajam šķirojamo kokmateriālu kopumam.

Gariem kokmateriāliem, kuriem kvalitāte nav vienāda visā to garumā, tiek meklēti tādi sagarumošanas varianti, lai no lielāka garo kokmateriālu kopuma iegūtu vairākas dažādas kvalitātes grupas, ko iespējams apvienot ar citām, tikai ar šķirošanas paņēmienu iegūtām, tādas pašas kvalitātes grupām.

Kvalitatīvus uzlabojumus var panākt ar mehānisku apstrādi, piemēram, atbrīvojoties no resgaļa blīzuma ar cilindrošanas paņēmienu.

Izmantojot datortomogrāfiju, augstvērtīgāku sortimentu kvalitātes vērtēšanā iespējams sasniegt pat tādu līmeni, ka par katru atsevišķu kokmateriālu tiek sagatavota un pircējam nodota pilnīga informācija par kokmateriāla iekšējo struktūru, kas rada iespēju tālākajā apstrādē iegūt no tā augstāko lietderīgo iznākumu. Katram sortimentam tad tiek piešķirts savs identifikācijas numurs, un šis numurs var tikt saglabāts līdz pat gatavajai produkcijai, piemēram, līdz gatavām mēbelēm.

Sakarā ar lielāku sortimentu grupu skaitu tādās krautuvēs ir jābūt lielam krautņu skaitam ar dažādu identifikāciju (sk. 6.7. attēlu).

## 6.7. attēls

### Kokmateriālu krautuves koptirdzniecības vietās



Koktirdzniecības krautuvju aktīvā attīstība un to paaugstinātas kvalitātes koksnes izejvielu piedāvājums tirdzniecībā ietekmē arī kokapstrādes mašīnbūvniecību, kas konkrēti izpaužas kā tendences zāgmateriālu mašīnu ražošanā orientēties uz tādām jaunām konstrukcijām, kas paredzētas darbam ar precīzu parametru izejvielām (piemēram, zāgbaļķiem).

### 6.2.3.3. Kokmateriālu lejasgala krautuves

LGK ierīkošanas galvenais mērķis ir nodrošināt piemērotus apstākļus, lai no cirsmas uz pastāvīgā vietā stacionētu ražošanas iecirkni pārceļtu tās tehnoloģiskās operācijas apaļo kokmateriālu sortimentu sagatavošanā, kuru izpilde nav saistīta ar koka augšanas vietu, un šāda tehnoloģiskā varianta lietojums garantētu ekonomisku, tehnoloģisku, sociālu un ekoloģisku izdevīgumu.

Funkcionāli LGK pilda šādus uzdevumus:

- nodrošina vietu apstrādājamo kokmateriālu (neatzarotu vai atzarotu stumbru, garkoku u. tml.) rezervēm krautuves apgrozījumam atbilstošā apmērā;
- veic neatzarotu vai nepilnīgi atzarotu kokmateriālu atzarošanu vai pārzarošanu;
- izpilda stumbru un garkoku racionālu sagarumošanu atbilstoši kokmateriālu sortimentu prasībām;
- sagatavo tālākajam transportam paredzētu gatavo sortimentu kravas atbilstoši attiecīgajiem pārvaldījumu noteikumiem;
- izdara apaļo kokmateriālu pirmapstrādes operācijas, ražojot zāgmateriālus, šķeldas, samalcinātu koksni kā izejvielu enerģijas ražošanai u.c.;
- nodarbojas ar blakusproduktu (mulča, skaidu briketes u.c.) ražošanu.

Atbilstoši minētajiem uzdevumiem LGK ir šādas sastāvdaļas:

- neatzarotu vai atzarotu stumbru, garkoku un citu kokmateriālu kravu pieņemšanas, uzmērīšanas un izkraušanas iecirknis;
- sagarumošanai paredzēto kokmateriālu kvalitātes kontroles un racionālas sagarumošanas līnija;
- kokmateriālu šķirošanas iecirknis;
- krautnēšanas un kravu formēšanas iecirknis;
- kokmateriālu pirmapstrādes produkcijas ražošanas cehs;
- blakusproduktu ražošanas iecirknis.

Līdzīgi kā cita veida krautuvēs, LGK darbību raksturo apgrozījums, izkraušanas un iekraušanas laukumu lielums, caurlaides spēja un caurlaides izmantošanas koeficients.

Koksnes izejvielu sagatavošanas un piegādes procesa īstenojums savā attīstībā nav sastindzis, dažādās pasaules vietās tas ir izveidojies konkrētajiem apstākļiem atbilstošs un mainās reizē ar šo apstākļu izmaiņām. Tāpēc tas nav nekas neparasts, ja ir reģioni, kur turpina attīstīties jau līdz šim lietotais vai nu sortimentu jeb īsu kokmateriālu tehnoloģiskais process, vai stumbru jeb garu kokmateriālu tehnoloģiskais process. Tāpat ir vietas, kur no sortimentu tehnoloģijas pāriet uz stumbru tehnoloģiju, un citas, kur tieši pretēji, no stumbru tehnoloģijas atgriežas (vēsturiski stumbru tehnoloģija nav iespējama pirms sortimentu tehnoloģijas) pie sortimentu tehnoloģijas. Šajos gadījumos LGK savā tālākajā attīstībā bieži vien pārtop par pārstrādes uzņēmumu kokmateriālu krautuvēm vai par apaļo kokmateriālu tirdzniecības vietām, var sašaurināt savu darbību arī tikai līdz kokmateriālu transporta veida maiņas nodrošināšanai.

## 6.3. Krautuvju galvenās darba līdzekļu grupas

Lai krautuvēs veiktu raksturīgās darba operācijas, mašīnbūve piedāvā daudz un dažādu konstrukciju mašīnas, mehānismus un kompleksas dažādu ierīču sistēmas. Šo plašo klāstu var sistematizēt četrās lielās grupās:

1. kraušanas mašīnas un mehānismi;
2. uzmērīšanas un šķirošanas līnijas;
3. kokmateriālu transportieri;
4. krautuvju papildaprīkojums.

### 6.3.1. Kraušanas mašīnas un mehānismi

Visās krautuvēs notiek izkraušanas, krautnēšanas un iekraušanas darbi. Parasti visi kokmateriāli, kas piegādāti krautuvē, tiek izkrauti, pēc apstrādes krautuvē tos novieto krautnēs rezervē. Dažreiz kādu daļu ir iespējams uzreiz iekraut tālākā transporta līdzekļos. Pakāpeniski tālākā transporta līdzekļos iekrauj arī kokmateriālus no rezervēm.

Šobrīd krautuvēs izmanto četru izkraušanas un iekraušanas mašīnu veidus:

1. kravas celtņus ar izlici (sk. 6.8. un 6.9. attēlu);
2. frontālos krāvējus uz auto vai traktora bāzes (sk. 6.10. attēlu);
3. dažāda veida celtņus uz sliedēm (sk. 6.11. attēlu);
4. dažāda veida celtņus, kas piemēroti ūdens ceļu pietātņu un kuģu transportam (sk. 6.12. attēlu).

6.8. attēls

#### Kravas portāla celtnis ar izlici



[www.zeppelin.ua](http://www.zeppelin.ua)

6.9. attēls

#### Kravas celtnis ar izlici uz riteņu bāzes



[www.sennebogen.de](http://www.sennebogen.de)

6.10. attēls

#### Frontālais krāvējs



[colheidemadeira.com.br](http://colheidemadeira.com.br)

## 6.11. attēls

## Buka celtni



<http://www.craneus.com>

## 6.12. attēls

## Ostas celtni



Pamatrādītājs izkraušanas un iekraušanas mašīnu darba novērtēšanai ir ražīgums, t.i., pārvietojamo kokmateriālu apjoms ( $m^3$ ) laika vienībā (minūte, stunda, maiņa). Tā kā minētās mašīnas savu uzdevumu veic pa vienveidīgu darbību cikliem, ražīguma ( $R$ ) aprēķinam izmanto formulu:

(6.6.)

$$R = \frac{T \cdot k}{t_c} V$$

$T$  – darba laika periods, kurā vēlams noteikt ražīgumu (minūte, stunda, maiņa);

$k$  – darba laika izmantošanas koeficients (biežāk vienlīdzīgs 0,8);

$t_c$  – viena darba cikla ilgums (mērvienības tādas pašas kā  $T$ );

$V$  – vienā ciklā vidējais iekraujamā (izkraujamā) apjoma lielums (biežāk lietotās mērvienības ir kubikmetri vai tonnas).

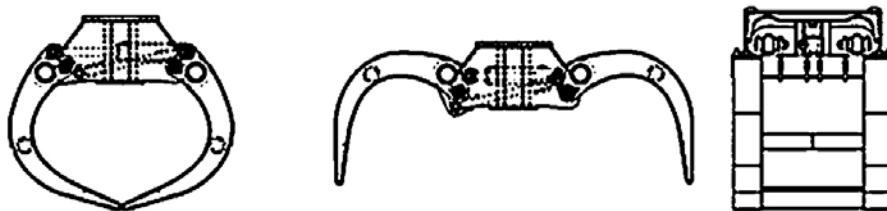
Starp būtiskiem visu izkraušanas un iekraušanas mehānismu un mašīnu rādītājiem ir ierindojams vienā reizē pacelamais kokmateriālu apjoms, kas savukārt atkarīgs no kokmateriālu satvērēja veida un no celšanas iekārtas celjspējas.



Šobrīd visiem apaļo kokmateriālu satvērējiem ir tāda greifera veida telpiskā forma, kurai raksturīgs satvērēja žokļu galu statenisks novietojums pret galus savienojošu taisni, kad žokļi ir pilnīgi atvērtā stāvoklī, lai ar tādas formas satvērēju varētu vieglāk satvert kokmateriālus transporta līdzekļa kravas tilpnē vai krautnē (sk. 6.13. attēlu).

6.13. attēls

Satvērējs kokmateriāliem grēdās

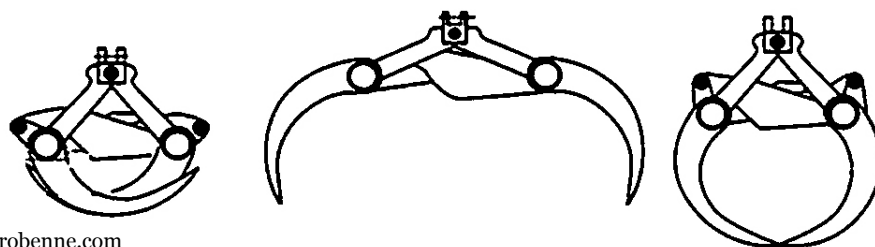


www.idrobenne.com

Birstošiem kokmateriāliem satvērēji slēgtā stāvoklī veido kausu riņķa vai trīsstūra formā (sk. 6.14. attēlu).

6.14. attēls

Satvērējs birstošiem kokmateriāliem

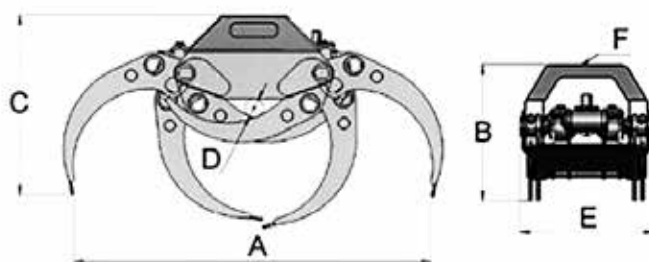


www.idrobenne.com

Apaļo kokmateriālu satvērēji tiek raksturoti ar to šķērslaukumu, ko veido satvērēju žokļi pilnīgi aizvērtā stāvoklī (sk. 6.15. attēlu). Šis rādītājs ir no 0,5 m<sup>2</sup> (kravas celtņiem ar izlīci) līdz 15 m<sup>2</sup> (frontālajiem krāvējiem), vai celtņiem ar ļoti lielu celtnespēju – līdz 20 m<sup>2</sup>.

6.15. attēls

Greiferkausa tehniskie rādītāji



A	1226
B	440
C	618
D	65
E	432
F	173/6

TG 22 PRO	125	5	0,20	200	RX 55F6	1	50	11,6

www.grapples.com

Kravas celtņiem ar izlīci un frontālajiem krāvējiem satvērēju žokļu piedziņai izmanto bāzes mašīnas hidrosistēmu. Ļoti lielas celtnes celtnu satvērējiem ir sava autonomā hidrosistēma, kas tiek darbināta ar elektropiedziņu. Lai nodrošinātu satvērējam elektropiedziņu, kopā ar celšanas kravas trosi tiek pārvietots elektrokabelis. Ar elektrodzinēju tiek piedzīts satvērēja hidrosūknis, kas nodrošina hidrosistēmas darbību. Līdzīgā veidā tiek darbināti arī birstošo koksnes produktu satvērēji.

Kraušanas mašīnu un mehānismu tehnoloģiski svarīgi rādītāji ir kravas satveršanas vai atbrīvošanas iespējamais zemākais punkts zem celtņa atbalsta virsmas un iespējamais augstākais punkts virs celtņa atbalsta virsmas, jo šie rādītāji sniedz informāciju, cik zemu pret pārvietošanās virsmu kraušanas mašīna var kravu paņemt (vai novietot) vai arī, no cik augstas kokmateriālu krautnes virsmas var izdarīt minētās darbības (sk. 6.16. attēlu).

Parasti visi kravas celtņi ar izlīci un frontālie krāvēji var paņemt kokmateriālus, kas novietoti ne zemāk kā metru no celtņa atbalsta virsmas, un kokmateriālus novietot krautnē, kuras augstums nepārsniedz sešus metrus. Tikai atsevišķi specializēti kravas celtņi ar izlīci var paņemt kokmateriālus pat līdz 10 metriem zem celtņa atbalsta virsmas, bet tad tos spēj novietot krautnē, kas nav augstāka par trim metriem.

Iespējamo kraušanas attālumu zem celtņa atbalsta virsmas ierobežo trošu un elektrokabeļu garums celtņu vinču spolēs. Savukārt celšanas augstumu ierobežo izlīces vai buka augstums, no kura atskaitīts satvērēja mehānisma divkārsšs izmērs augstuma virzienā. Ar celtņiem krautu kokmateriālu krautņu augstums praktiskā ražošanā nekad nepārsniedz 12 metrus.

Visām kraušanas mašīnām gan uz automobiļa vai traktora bāzes, gan uz speciālām slīdēm novietotajiem celtņiem jā sagatavo piemērotas brauktuves. To brauktuvju izturībai, pa kurām pārvietojas celšanas mašīnas uz automobiļa vai traktora, jānodrošina spiediens, kas līdzinās divkārsšam mašīnas attīstītā maksimālā spiediena skaitliskajam lielumam (praktiski tie ir 7–50 MPa), tāpēc segumu šīm brauktuvēm vienmēr veido vismaz no grants un šķembu maisījuma un līdz pat dzelzsbetona.

Uz slīdēm novietotajiem celtņiem pārvietošanās ceļi atgādina dzelzceļa slīdes, bet tiem ir paaugstināta nestspēja, jo gulšņu un slīžu izmēri ir lielāki. Tilta celtņiem slīdes novietotas uz speciāliem dzelzsbetona balstiem tādā augstumā, kāds paredzēts kokmateriālu krautnēm un netraucē piekrautu transporta līdzekļu pārvietošanos krautuves daļā zem celtņa.

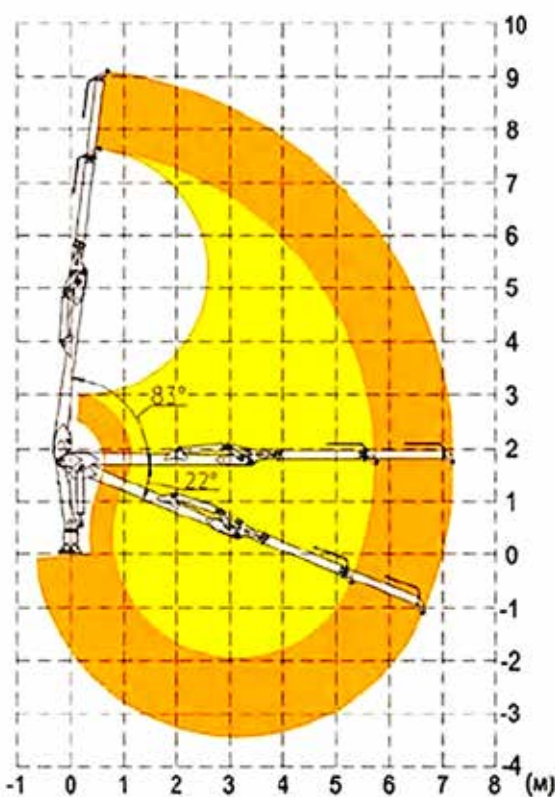
Celtņi, kas paredzēti sauszemes transporta līdzekļu kraušanai, atšķiras no celtņiem ūdens transporta kraušanai, jo:

- sauszemes transporta līdzekļi kraušanas brīdī atrodas vienā nemainīgā stāvoklī attiecībā pret celtņi;
- ūdens transporta līdzekļiem attiecībā pret celtņi kraušanas brīdī mainās gan novietojuma augstums, gan leņķiskais sasvērums.

Dzelzceļu transporta apkalpošanai izmanto buka (ar konsolēm vai bez tām), tilta, torņa un portāla celtņus. Speciāla grupa ir piestātnes (ostas) un kuģa celtņi, bet lielās ostās var būt arī tilta celtņi.

6.16. attēls

## Manipulatora darbības shēma



<http://www.mozyrmash.by/catalog/lestech/gm50/>

### 6.3.2. Aprīkojums kokmateriālu uzmērīšanai, kvalitātes vērtēšanai, sagarumošanai un šķirošanai

Krautuvei piegādātos kokmateriālus vispirms uzmēra un šķiro atbilstoši tālāk paredzētajai pārstrādei. Piegādāto kokmateriālu apjomu var noteikt pēc ģeometriskiem izmēriem vai masas (pēc masas apjomu nosaka sasmalcinātai koksnei vai sasmalcināšanai paredzētiem kokmateriāliem).

Ģeometrisko uzmērīšanu apvieno ar kvalitātes vērtēšanu, sagarumošanu un šķirošanu, lai individuāli novērtētu katru krautuvē piegādāto kokmateriālu (stumbru, stumbra nogriezni, baļķi), uzreiz atšķirot bojātos kokmateriālus. Aprīkojums minēto darbību izpildei sastāv no četrām sastāvdaļām:

1. kokmateriālu izkļiedēšanas laukums vai iekārta;
2. sagarumošanas līnija;
3. šķirošanas garentransportieris;
4. sašķiroto kokmateriālu uzkrājēji.

Katrā no sastāvdaļām ir attiecīgās ierīces, instrumenti, mobilas un stacionāras mašīnas. Vispirms piegādāto kokmateriālu kravu izkļiedē, lai katra vienība (stumbrs, stumbra nogrieznis, baļķis) ir atdalīta. Šī operācija var būt izpildāma ar dažādiem mehānismiem: šķērstransportieriem ar vibrovirsmu, skrūves tipa, pakāpienu vai cita veida atdalītājiem, hidromanipulatoru u.tml. Tad kokmateriālus pa vienam padod uz kvalitātes kontroles un sagarumošanas līniju.

Novērtējot kvalitāti, tiek iegūta informācija, lai pieņemtu lēmumu konkrētas kokmateriāla sagarumošanas shēmas izvēlei saskaņā ar plānoto ražošanas mērķi un uzdevumiem tā sasniegšanai.

Modernās krautuvēs katru kokmateriālu uzmēra ar skenera palīdzību, ar tomogrāfijas paņēmieniem novērtē kokmateriāla iekšējo struktūru un atbilstoši iegūtajam vērtējumam, izmantojot arī sagarumošanas vadības programmā jau iepriekš ievadītos datus, kokmateriālu automatiskā vai pusautomatiskā vadības režīmā sadala sortimentu izmēru un kvalitātes prasībām atbilstošos nogriežņos.

Griezumu mehāniskai izpildei lieto stacionāras ripzāģu vai ķēdes zāģu iekārtas.

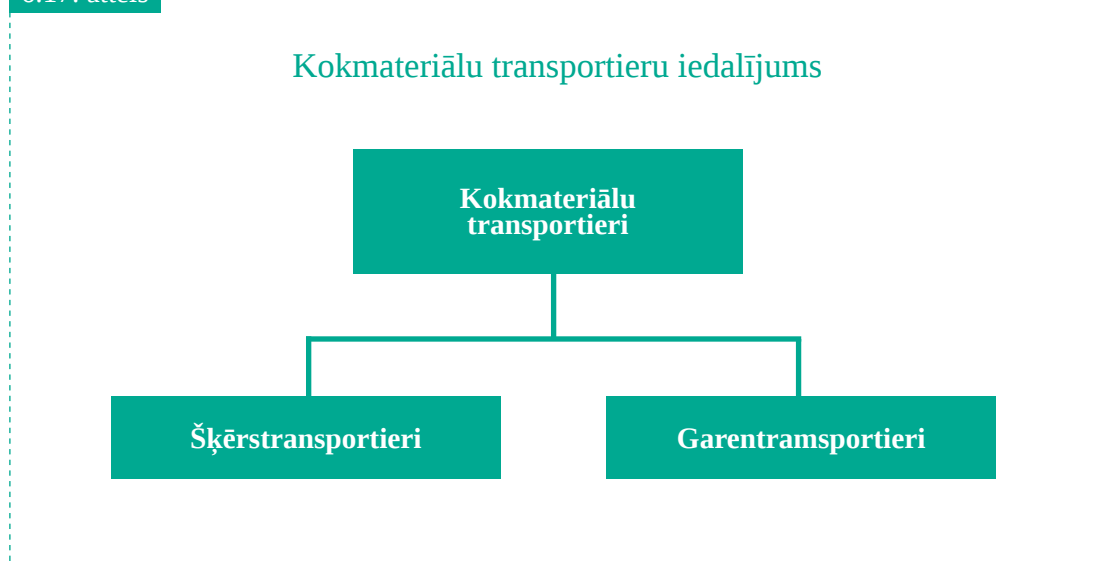
Sagarumošanā iegūtie sortimenti nonāk uz šķirošanas garentransportiera, ar kuru tos pārvieto katru līdz paredzētajam uzkrājējam blakus garentransportierim. Šajā vietā vadības ierīce ieslēdz novēlēju, ar kura aktīvajiem elementiem sortimentu no transportiera ievirza uzkrājējā.

Pētījumi un ražošanas novērojumi liecina, ka gatavo sortimentu glabāšana krautuvēs jau pēc piecām glabāšanas diennaktīm krasi palielina krautuves pārpildīšanas varbūtību (varbūtība palielinās līdz pat 90%). To var novērst, optimizējot kokmateriālu sortimentu tālākā transporta loģistiku ciešā saistībā ar kokmateriālu patērētāju izvietojumu un viņu ražošanas specifiku.

### 6.3.3. Kokmateriālu transportieri

Kokmateriālu pārvietošana krautuvē ir izpildāma ar divu veidu transportieriem (sk. 6.17. attēlu).

6.17. attēls



Šķērstransportieri labāk izpilda kokmateriālu izkliešanas funkciju, tos nodalot katru atsevišķi, garentransportieri labāk piemēroti šķirošanai. Visi transportieri krautuvēs var būt uz triju vilcējelementu bāzes: apaļu gredzenu ķēde; plakānu elementu ķēde; trose (sk. 6.18. attēlu).

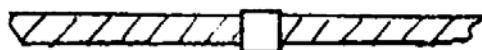
6.18. attēls

### Vilcējelementu veidi

Ķēžu



Trošu



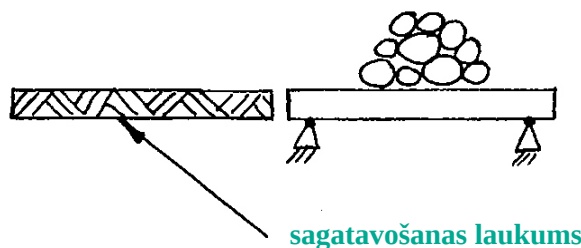
Visu transportieru uzbūve ir līdzīga, tikai šķērstransportieriem ir divas vai vairākas vilcējelementu līnijas ar sinhronu piedziņu, bet garentransportieriem ir tikai viena vilcējelementu līnija.

Šķērstransportieru laidums parasti nepārsniedz garākā maksimālā kokmateriāla garuma divkāršu lielumu, t.i., 50 metrus, toties garentransportieri ar ķēdes vilcējelementu var sasniegt līdz 300 metru laidumu, bet ar trošes vilcējelementu – pat līdz 500 metru.

Kokmateriālu izkliešanā tos no kopējā saiņa uz šķērstransportiera atdala pa vienam ar t.s. vibrogaldu (sk. 6.19. attēls) vai kādu citu no jau iepriekš minētajiem paņēmieniem.

6.19. attēls

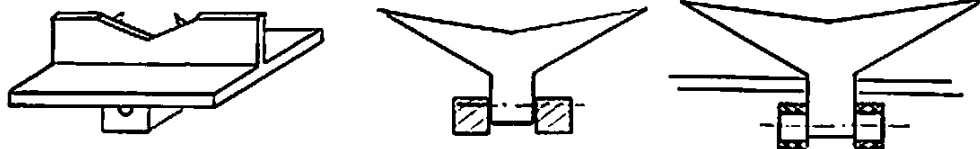
### Kokmateriālu izkliešana uz vibrogalda



Pārvietošanā ar garentransportieri kokmateriāli balstās uz traversām (sk. 6.20. attēlu). Traversas vai nu slīd, balstoties uz būvkonstrukcijā nostiprinātām speciālām slīdnēm, vai arī uz slīdnēm tās atbalstās ar speciāliem veltnīšiem, tādā veidā ievērojami samazinot kustības pretestību.

6.20. attēls

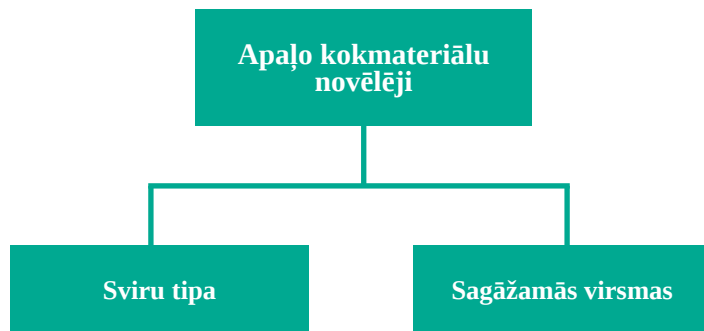
### Traversu atbalsta veidi



Ir zināms daudz dažādu konstrukciju sortimentu novelšanai no šķirošanas transportiera. Tās var sagrupēt pēc darbības principa (sk. 6.21. attēlu).

## 6.21. attēls

## Apaļo kokmateriālu novēlēju iedalījums pēc darbības principa



Sviru tipa novēlēji iedarbojas uz apaļo kokmateriālu sortimentu un nostumj to no šķirošanas transportiera līnijas, bet sagāžamo virsmu novēlēji pretī attiecīgajam uzkrājējam maina šķirošanas transportiera horizontālo kustības virsmu pret slīpu (lieto arī konstrukcijas ar gravitācijas spēka ietekmē sasveramām traversām), un kokmateriāls gravitācijas spēka ietekmē novelšas no transportiera.

Novēlēju konstruktīvā izpildījuma daudzveidība ir izskaidrojama ar apaļo kokmateriālu formas neviendabīgumu, sortimentu koniskumu un konstruktoru centieniem nodrošināt kokmateriālu novelšanas augstu precizitāti.

Visiem novēlējiem ir kopīgs to vadības princips – iespēja piešķirt ieslēgšanas kodu, pie kura notiek novēlēja darbība un kokmateriāls tiek novelts no transportiera. Ieslēgšanas kods ir kā slēdzis, kas ieslēdz novēlēja piedziņas mehānismu (vecākām konstrukcijām ir mehāniskā piedziņa, modernām konstrukcijām – hidropiedziņa). Novēlēju ieslēgšanas kodu katram atsevišķam kokmateriālam piešķir šķirošanas brīdī.

Sortimentu uzkrājējs ir ar statņiem ierobežota telpa, kur noveltie kokmateriāli veido vienvēdiņu saini, kas pēc izmēriem atbilst vienam kraušanas mašīnas tvērienam.

#### 6.3.4. Krautuvju papildu aprīkojums un krautņu veidi

Atkarībā no krautuves specifikas, izvietojuma un apgrozījuma tur var izpildīt dažādas stacionāros apstākļos veicamas apstrādes operācijas:

- kokmateriālu mizošana;
- malkas kluču skaldīšana;
- kokmateriālu smalcināšana;
- kokmateriālu cilindrošana;
- stumbru atzarošana.

Šīm operācijām paredzētās mašīnas un mehānismi darbojas stacionāros apstākļos, tāpēc ir iespējama to elektropiedziņa. Konstruktīvi šie mehānismi un mašīnas var būt divos veidos: kokmateriālu grupveida apstrādei un individuālai kokmateriālu apstrādei.

Visos minētajos apstrādes veidos kopīga iezīme ir griezējmechānisma nepieciešamība. Kokmateriālu cilindrošanai, mizošanai un smalcināšanai šie mehānismi ir ar piedziņu, bet malkas kluču skaldītājos un stumbru atzarošanas iekārtās tie biežāk ir pasīvi, un piedziņa tādā gadījumā nepieciešama kokmateriāla uzvirzei.

Krautuvēs katrs no kokmateriālu sortimentiem tiek novietots atsevišķā krautnē. Krautnēšanas veids atkarīgs no izmantojamām iekārtām, bet krautņu veidi ir trīs:

1. blīva krautne (krāvuma tilpīguma koeficients no 0,65 līdz 0,72);
2. saiņu krautne (krāvuma tilpīguma koeficients no 0,60 līdz 0,65);
3. rindu krautne (krāvuma tilpīguma koeficients no 0,47 līdz 0,60).

Kokmateriālu krautnes veids ietekmē glabāšanas ilgumu. Visīsākais glabāšanas ilgums ir kokmateriāliem blīvā krautnē, tas nepārsniedz desmit diennaktis. Vislielākais glabāšanas ilgums ir rindu krautnēm; gadījumā ar zemāko krāvuma tilpīguma koeficientu tas var sasniegt pat 25 dien-

naktis. Pārsniedzot iepriekš minēto glabāšanas laika ilgumu, koksnē notiek tādas neatgriezeniskas izmaiņas kā zilēšana, trupēšana, kukaiņu klātbūtne.

Veidojot krautnes, vēlams ievērot šādus nosacījumus:

- Zem krautnēm jābūt paliktņiem (koka vai betona), lai starp apakšējo kokmateriālu kārtu un grunti būtu 10 līdz 15 cm atstarpe.
- Zem katras krautnes jābūt divām paliktņu rindām – tā novietotām, lai kokmateriāli uz tām balstītos ar 0,2 līdz 0,5 metru pārkaru.
- Paliktņiem jābūt apstrādātiem ar dezinfekcijas līdzekļiem, piemēram, 5% hlorkaļķu šķīdumu.

Krautņu vietas ar paliktņiem jāساتavo sevišķi rūpīgi, ja paredz kokmateriālu konservācijas pasākumus (iesaldēšana, dabiskā žāvēšana). Šādos gadījumos ņem vērā grunts apstākļus zem plānotās krautnes. Atsevišķos gadījumos, ja grunts nav nestspējīga, zem paliktņiem veido dzelzceļu gulšņus atgādinošu šķērsroku režģi ar soli 0,5–1 metrs.

Kokmateriālu apstrāde krautuvēs ir vienots, nepārtraukts plūsmveida process, kur pēc iespējas jācēnšas samazināt kokmateriālu pārvietošanas attālumu krautuves teritorijā, izvairīties no kokmateriālu nevajadzīgas pārkraušanas, samazināt starpoperāciju rezervju veidošanu pie krautuves tehnoloģiskajām līnijām. Projektējot krautuves darbību, darba apjoms jānosaka atsevišķi diennaktij un maiņai. Izstrādājot tehnoloģisko procesu atbilstoši plānotajam apgrozījumam, izvēlas nepieciešamo mašīnu un mehānismu parku. Tehnoloģiskā procesa grafiskais attēls veido krautuves tehnoloģisko shēmu, un tā ir pamats krautuves projektēšanai.

# ENERĢĒTISKĀS KOKSNES SAGATAVOŠANA

7.

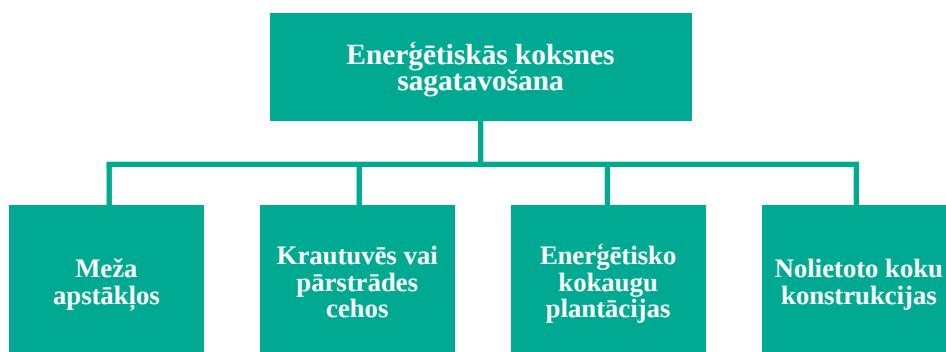
Malka kā kurināmais ir pazīstama kopš seniem laikiem, bet līdz pasaules mēroga enerģijas krīzei 1973. gadā tās izmantošana pastāvīgi samazinājās. Krīze tika pārvarēta, bet koksnes kā svarīgas sastāvdaļas nozīme enerģijas apgādē atjaunojās un turpina arvien palielināties. Lielos enerģijas ražošanas uzņēmumos malka kā kurināmais nevar atrisināt vienmērīgu un lielu enerģijas ražošanu, jo par pietiekami parocīgu to var uzskatīt tikai nelielam nepieciešamās enerģijas daudzumam (līdz 400 kWh). Lai novērstu tradicionālā veidā sagatavotas malkas kā kurināmā trūkumus, galvenokārt roku darba lielu īpatsvaru un degšanas procesa nevienmērīgumu, mūsdienās koksne kā cietais kurināmais tiek sagatavota sasmalcinātā veidā, to nosaucot par enerģētisko koksni.

Enerģētiskā koksne ir nelieli sasmalcinātas koksnes gabaliņi garumā 2–10 cm, biezumā 0,5–1,5 cm, platumā no 1–5 cm. Mizas saturs šajā kurināmajā pieļaujams līdz 50% procentiem. Koksnes gabaliņi drīkst būt neregulāras formas, nav vēlams minerālvielu piemaisījums (smilts) un svešķermeņi (akmeņi un metāla ieslēgumi). Enerģētiskās koksnes mitrums nav vēlams vairāk kā 50%. Enerģētiskā koksne ir arī no smalki sasmalcinātām un izžāvētām koka skaidām sapresētas granulas.

Galvenais etaps enerģētiskās koksnes sagatavošanā ir sasmalcināšanai piemērotas koksnes savākšana. Atkarībā no savākšanas vietas enerģētiskās koksnes ražošanai ir pieejamas četras izejvielu grupas (sk. 7.1. attēlu). Nodaļas saturs tālākajā izklāstā vispirms pirmajās četrās apakšnodaļās apskatīta enerģētiskās koksnes sagatavošana pa atsevišķiem izejvielu veidiem. Pēdējā apakšnodaļa veltīta smalcināšanas mašīnu apskatam.

## 7.1. attēls

### Izejvielu klasifikācija enerģētiskās koksnes sagatavošanai



## 7.1. Enerģētiskās koksnes sagatavošana no mežā iegūstamām izejvielām

Meža apstākļos ir lielākā un visgrūtākā iespēja sagatavot izejvielu enerģētiskās koksnes ražošanai. Ir piecas iespējamās izejvielas enerģētiskās koksnes ražošanai:

1. mežizstrādes atliekas;
2. jaunaudžu kopšanā novācamais nevēlamais apaugums;
3. meža kopšanas cirtēs sagatavoto stumbru galotņu daļas;
4. malka;
5. celmu koksne.

Šīs izejvielas var gatavot divos principiāli atšķirīgos apstākļos:

1. kailcirtes cirmās un izcirtumos;
2. augoša meža apstākļos.

### 7.1.1. Enerģētiskās koksnes izejvielu sagatavošana kailcirtēs

Jau kopš šī gadsimta sākuma enerģētiskās koksnes izejvielas sagatavošana kailcirtēs ir domnējošs un tehnoloģiski labi izstrādāts paņēmieni. Kailcirtes cirmās un izcirtumos sagatavojamās izejvielas ir mežizstrādes atliekas un celmu koksne.

Mežizstrādes atliekas kailcirtē ir koku un krūmu koksnes un zaleņa (lapas, skujas, jaunie dziņumi, pumpuri, miza) maisījums, kas sastāv no nogāzto koku zariem, galotnēm, stumbra atgriezumiem (garums 5–100 cm), pameža kociņiem, stumbra atlūzām, pilnībā nokaltušu koku stumbru daļām. Celmu koksne ir maisījums, kas sastāv no celmu virszemes daļām un skeletsaknēm.

No izejvielu sastāva ir saprotams, ka mežizstrādes atliekas savākšanai ir pieejamas jau koku ciršanas laikā. To pašu varētu teikt arī par celmu koksni, tomēr parasti izcirtumos to sagatavo tikai pēc mežizstrādes.

Norādījumi par rīcību ar mežizstrādes atliekām ir zināmi jau pirms ciršanas izstrādes uzsākšanas. Ciršanas izstrādes tehnoloģiskajā kartē ir ieraksts, vai zari un stumbru galotnes daļas mežizstrādes operāciju norises laikā cirmā jāatstāj izklienētā veidā, vai kaudzēs (sk. 7.2. attēlu).

#### 7.2. attēls

#### Kaudzēs atstātas mežizstrādes atliekas



Skuju koku audzēs mežizstrādes atliekas ieteicams cirmā atstāt izklienētā veidā, lai tās ātrāk apžūtu un nobirtu skujas, bet lapu koku audzēs mežizstrādes atliekas atstāj kaudzēs. Atlieku tālākai savākšanai un pievešanai parasti izmanto forvarderu, kuram hidromanipulators aprīkots ar šī darba veikšanai piemērotu greifera satvērēju (sk. 7.3. attēlu). Ja cirmā atliekas ir kaudzēs, to pievešanu uzsāk uzreiz pēc mežizstrādes, bet izklienētas atliekas pieved pēc 3–6 mēnešiem.

Mežizstrādē koku gāšanu, atzarošanu un sagarumošanu veicot ar rokas motorzāģi, atliekas ieteicams atstāt kaudzēs, tādējādi atvieglojot strādnieku pārvietošanos cirmā un sagādājot labākus apstākļus darba drošības noteikumu ievērošanai. Atlieku kaudzēm jebkurā no gadījumiem jāatrodas pievešanas transporta līdzekļa hidromanipulatora sniedzamības attālumā.

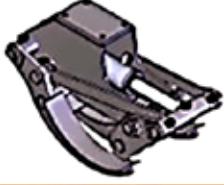

Jau vismaz otro gadu desmitu pasaulē ir pazīstama tehnoloģija ar mežizstrādes atlieku saiņošanu, šim nolūkam izmantojot speciālas iekārtas uz forvardera vai visurgājēja automobiļa bāzes (sk. 7.4. attēlu). Tiek iegūti stingri apsaitēti vienādas formas un izmēru saiņi, ko ir ērti savākt, pievest, sakraut un uzglabāt rezervēs, ar kokmateriālu sortimentu transportam paredzētu autovilcienu izvest līdz tālākas izmantošanas vietai.

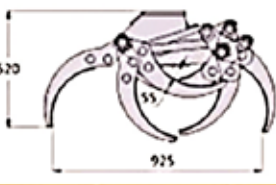



7.3. attēls










Greifera satvērēji ciršanas atlieku savākšanai

**TG 16 ST**






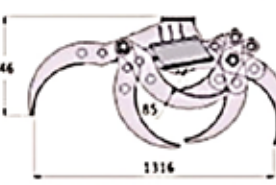














 Kg	 tm	 m <sup>3</sup>	 Bar		 l/min	 kW	 ton	 ton
65	3	0,16	200	1	40	9	3	2

**TG 22 ST**





 Kg	 tm	 m <sup>3</sup>	 Bar		 l/min	 kW	 ton	 ton
125	4	0,22	200	1	50	13,5	4	3

7.4. attēls

Ciršanas atlieku saiņošana



Pievedot nesaiņotas mežizstrādes atliekas ar forvarderu, garos zarus un galotnes (garums virs diviem metriem) krauj gar kravas tilpnes statņiem, bet visus īsākos atlieku gabalus novieto kravas tilpnes vidusdaļā. Tas nav nepieciešams, ja atliekas pieved ar speciāli šim nolūkam paredzētiem transporta līdzekļiem.

Pievešanā atliekas jānogādā līdz vietai, kur tās var salikt lielākās krautnēs. No atlieku krautnes līdz augoša meža sienai jābūt ne mazāk kā 100 metru attālumam. Vietai jābūt piemērotai, lai tur varētu piebraukt, novietoties un darboties smalcināšanas mašīna un sasmalcinātas koksnes izvešanas transporta līdzeklis. Līdz smalcināšanas brīdim krautnēm jābūt nosegtām ar ūdens necaurlaidīgu, mehāniski izturīgu papīru.

Ja nesaiņotas mežizstrādes atliekas ir jāizved līdz to tālākas izmantošanas vietai, jāizmanto tieši šādam nolūkam paredzēti transporta līdzekļi. Parasti tie ir automobiļi ar liela izmēra un cieši noslēgtām kravas tilpnēm.

Mežizstrādes atlieku atsevišķa pievešana nav nepieciešama tehnoloģiskajā variantā, kur paredzēts izmantot mobilu mašīnu atlieku smalcināšanai cismā, sasmalcināto koksni uzreiz savācot mašīnas konteinerā. Tā pati mašīna izpilda pievešanas operāciju, piepildīto konteineru nogādājot līdz izvešanas ceļam un tur saturu no konteinerā pārberot izvešanas transporta līdzekļa tilpnē.

Ir iespējams arī variants, paredzot mākslīgu atskujošānu un sīko zariņu atdalīšanu jau cismā, smalcināšanai izmantojot tikai resnāko zaru un galotņu frakciju, bez dabiskās žāvēšanas. Reālā ražošanā tāds tehnoloģiskais process pagaidām netiek lietots.

Celmu koksnes savākšana enerģētiskās koksnes ražošanai jau aprakstīta 2. nodaļā. Papildus jāatzīmē, ka celmu koksne kļūst enerģētiskām vajadzībām labāk izmantojama pēc dabiskas apžāvēšanas gada ilgumā. Lai gan celmu koksnes enerģētiskā vērtība ir lielāka nekā citām enerģētiskās koksnes izejvielām, trūkums ir liels minerālvielu piemaisījums kurināmajā. Celmu koksnes iesaisti ražošanā kavē arī liela nepieciešamā piedziņas jauda tās smalcināšanai (500–1000 kW).

### 7.1.2. Enerģētiskās koksnes izejvielu sagatavošana augoša meža apstākļos

Veicot jaunaudžu kopšanu, valdaudze tiek izretināta, novācot nelabvēlīgo apaugumu un koku biežību no vairākiem tūkstošiem samazinot līdz 1500...3000 kociņiem hektārā. Krājas kopšanas cirtē audzē novāc atpalikušos, bojātos, sliktu stumbra kvalitāti uzrādošos, arī saimnieciski nevēlamo sugu kokus un pamežu. Abos minētajos gadījumos rodas iespēja iegūt labu izejvielu enerģētiskās koksnes ražošanai. Izejvielas ir:

sīkstumbri ar caurmēru zem 10 cm griezuma vietā un garumu līdz astoņiem metriem; koku galotņu daļas ar caurmēru zem 10 cm un garumu līdz sešiem metriem.

Šīm izejvielām raksturīgs:

- neliels zaru skaits, zari tievi un atrodas galotnes daļā;
- viena kokmateriāla vidējais tilpums, kas aptuveni ir:
- nogriezts kociņš jaunaudžu kopšanā – 2,5 dm<sup>3</sup>;
- galotnes daļa krājas kopšanā – ne vairāk kā 4 dm<sup>3</sup>;
- enerģētiskām vajadzībām derīgu kokmateriālu apjoms no 1 ha meža platības – no 5–20 m<sup>3</sup>.

Jaunaudžu kopšanu bieži veic ar rokas motorinstrumentiem, t.s. krūmgriežiem. Strādnieks pārvietojas kopšanai paredzētajā audzē un ar krūmgriezi nogriež nevēlamo apaugumu, kociņus atstājot to augšanas vietā. Lai kociņus izmantotu kā enerģētisko izejvielu, tie jāsavāc kaudzītēs pie tehnoloģiskajiem koridoriem pievešanai izmantojamā transporta līdzekļa hidromanipulatora sniedzamības attālumā. No 30 līdz 100 m<sup>2</sup> lielas platības var savākt apauguma kociņu kaudzīti, kuras tilpums ir ap 0,12 m<sup>3</sup>.

Jaunaudžu mašīnizētai kopšanai var izmantot forvarderu, kura hidromanipulators ir aprīkots ar akumulējošu griezējgalvu (sk. 7.5. attēlu). Ar šādu mašīnu var sasniegt labus rezultātus, ja vidējais nogriežamā kociņa tilpums pārsniedz 10 dm<sup>3</sup>. Mašīnizēta jaunaudžu kopšana kļūst rentabla, ja vidējais novācamo kociņu augstums pārsniedz sešus metrus.

Strādājot mašīnizēti, nogrieztie kociņi no audzes jāizceļ vertikāli un krautnēšanai jāizvēlas audzes brīvākās vietas, tādējādi izvairoties no kopjamās audzes bojājumiem.

Nogrieztie kociņi jaunaudžu kopšanā un galotnes daļas krājas kopšanas cirtē pēc to pievešanas jāsaliek lielākās krautnēs, līdzīgi mežizstrādes atliekām. Īpatnība, ka izejvielās no jaunaudžu kopšanas dominē lapu koku sugu kociņi, bet no krājas kopšanas cirtēm – skuju koku galotnes un pilnībā nokaltušu kociņu stumbri.

Tehnoloģisko shēmu grupējumā pa trim principiāli atšķirīgiem meža kopšanas paņēmieni veidiem (sk. 7.6. attēlu) jāņem vērā, lai atbilstoši šiem veidiem varētu izvēlēties darba līdzekļus un to lietojumu enerģētiskās koksnes izejvielu savākšanai un pievešanai. Tas var būt nepieciešams, lai pieņemtu lēmumu par vinčas, kvadracikla, maztraktora, mobila smalcinātāja vai cita tehniska līdzekļa izvēli ar mērķi paaugstināt ražīgumu, izvairīties no kopjamās audzes bojājumiem, palielināt attālumu starp tehnoloģiskajiem koridoriem vai sekmēt kāda cita pozitīva rezultātu sasniegšanu.

Bieži vien, pirms veidot mežaudzes no plānotajām koku sugām, rodas jautājums par zemes platības attīrīšanu no nelabvēlīga kokaugu apauguma. Latvijas apstākļos tas visbiežāk ir dažādu krūmu, piemēram, kārkļu, apaugums. Praktiskajā mežsaimniecībā tas biežāk notiek bijušajās lauksaimniecības zemēs un pārpurvojumam pakļautajās platībās.

Raksturojot apaugumu, jāuzsver, ka tam ir krūmveida forma ar lielu stumbriņu skaitu no viena celma. Stumbriņu caurmērs pie celma nepārsniedz 5–8 cm un visbiežāk vidēji ir 3 cm. Stumbriņu izvietojums vertikālā plaknē aptuveni pusei no tiem ir pilnīgi vertikāls, pārējie stumbriņi no sākuma līdz pat pusei no sava garuma vispirms stiepjas gar zemes virsmu un tikai pēc tam slejas uz augšu.

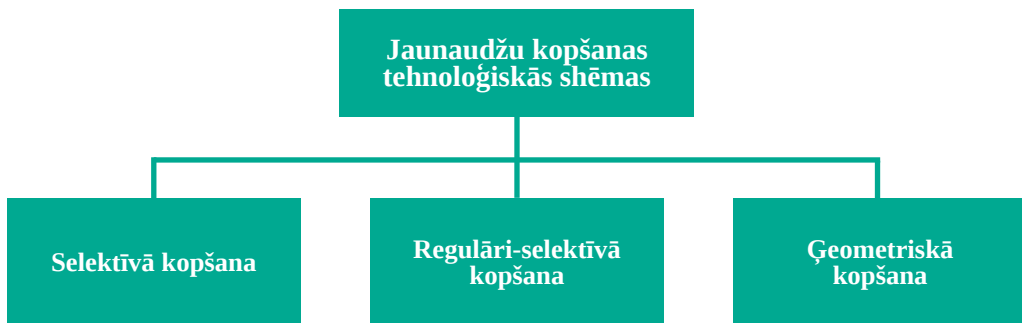
7.5. attēls

Akumulējošais griezējs jaunaudžu kopšanā



7.6. attēls

Jaunaudžu kopšanas tehnoloģisko variantu grupas



Kārkļu koksnei raksturīga relatīvi liela cietība un sīkstums, tie grūti padodas zāģēšanas procesam koksnes plūksnainuma un lokanuma dēļ.

Ļoti auglīgas meža augsnes (piemēram, smilšmāla) apstākļos kā nelabvēlīgs var veidoties apaugums ar lazdu krūmiem. Tādos apstākļos apauguma raksturojums ir analogisks kārkļu apaugumam, vienīga atšķirība – zemei pieguļošu stumbriņu procentuālā daļa ir stipri mazāka (jauniem krūmiem var nebūt vispār). Jāatgādina, ka lazdu koksnei ir liela siltumspēja, tāpēc tā ir laba izejviela enerģētiskajām vajadzībām. Vēsturiski lazdu koksnes ogļu pulveris ir bijusi pamatsastāvdaļa patronu un sprāgstvielu ražošanai izmantojamā dūmu pulvera izgatavošanai.

### 7.1.3. Malkas kā enerģētiskās koksnes izejvielas sagatavošana

No mežizstrādē sagatavotajiem kokmateriālu sortimentiem 5–20% ir malka, ko no kvalitātes viedokļa var raksturot šādi:

- lielas caurmēra svārstības (6–100 cm);
- liela daudzpusējā likumainība (virs 10%);
- plaši sēņu bojājumi (līdz 80%);
- visu veidu zaru sastopamība;
- visu veidu plaisas;
- metāla ieslēgumi;
- visu veidu koksnes uzbūves un citas vainas.

Minētās kvalitāti pazeminošās īpašības, kas ir par šķērslī dažāda veida tālākai pārstrādei pat šķeldu veidā celulozes vai plātņu ražošanai, nav ierobežojums, lai malku varētu atzīt par visvērtīgāko enerģētiskās koksnes izejvielu. Malka dod labu sasmalcinātas koksnes iznākumu, smalcināšanai nav nepieciešamas sarežģītas mašīnas, smalcināšanas procesā ir viegli sasniegt attiecīgajai mašīnai iespējamo maksimālo ražīgumu. Malku var smalcināt mežā pēc visu pārējo apaļu sortimentu pievešanas uz augšgala krautuvī. Malku ir ekonomiski izdevīgi smalcināt krautuvēs vai tieši patēriņa vietā.

Malkas izmantošana enerģētiskās koksnes ražošanai vienmēr jāizvērtē, to salīdzinot ar skaldītas malkas ražošanu.

## 7.2. Enerģētiskās koksnes sagatavošana krautuvēs un pārstrādes cehos

Ārpus meža enerģētiskās koksnes izejvielas visvairāk pieejamas kokmateriālu pirmapstrādes un tālākapstrādes ražotnēs, speciāli šādu izejvielu ieguvei iekārtotās plantācijās un arī no koksnes izstrādājumiem pēc to nolietošanās.

Krautuvēs un koksnes pārstrādes cehos rodas gan apaļu kokmateriālu atgriezumi (atkārtotā sagarumošanā, galu līdzināšanā, bojātu vietu izgriešanā u.tml.), gan skaidas un atgriezumi zāģēšanā, gan skaidas ēvelēšanā, frēzēšanā, urbšanā, kalšanā, virpošanā un citos koksnes mehāniskās apstrādes veidos.

Izejvielas enerģētiskajām vajadzībām sadalāmas divos veidos atkarībā no mitruma:

1. dabiska mitruma koksnes izejvielas;
2. izžāvētas koksnes izejvielas.

Dabiskā mitruma izejvielas sastāv no apaļu kokmateriālu atgriezumiem, bojātiem sortimentiem un dažādiem atgriezumiem nežāvētu zāģmateriālu ražošanā. Dabiska mitruma izejvielas parasti savāc krautnēs atklātā vietā, kur ir iespējams piebraukt autotransportam un mobilajam smalcinātājam.

#### 7.7. attēls

### Koksnes granulu ražošana



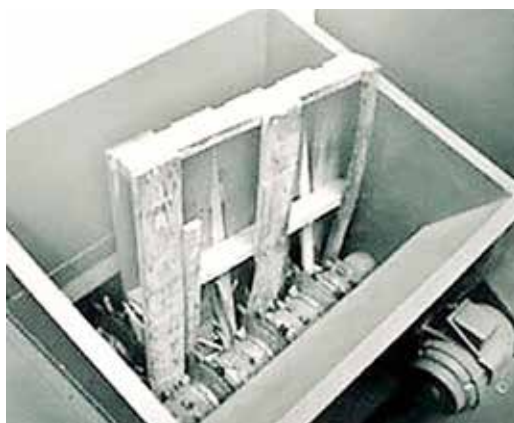
Izzāvēta koksne kā izejviela enerģētiskās koksnes ražošanai sastāv no dažāda rupjuma zāģskaidām, ēvelēšanas, frēzēšanas, urbšanas, kalšanas, virpošanas un tamlīdzīgi iegūtām skaidām un žāvēto zāģmateriālu atgriezumiem. Tiešā veidā šādas izejvielas kā enerģētisko koksni neizmanto. Biežāk tās vēl žāvē, samaļ un sapsesē granulās. To dara speciālās ražotnēs (sk. 7.7. attēlu).

### 7.3. Enerģētiskās koksnes sagatavošana no nolietotiem koksnes produktiem

Novācot vecas koka ēkas un citas būves, savācot transporta darbos nolietotus koka paliktņus un cita veida taru, tāpat arī nolietotās mēbeles, var iegūt vērā ņemamu dažādu izmēru un formas koksnes materiālu, ko visvienkāršāk izmantot kā labu izejvielu enerģētiskajām vajadzībām (sk. 7.8. attēlu). Šādu izejvielu smalcināšanai jāizmanto mašīnas ar speciāliem asmeņiem un papildus jālieto sijāšana elektromagnētu klātbūtnē, lai atdalītu metāla ieslēgumus. Iegūto sasmalcinātas koksnes masu var lietot kā kurināmo tiešā veidā, vai arī kā izejvielu granulū un brikešu ražotnēs.

7.8. attēls

#### Nolietotu koka konstrukciju smalcināšana



### 7.4. Enerģētiskās koksnes sagatavošana ātraudzīgo kokaugu plantācijās un aizaugušās teritorijās

Enerģētiskā koksne kā kurināmais ir svarīgs faktors vairāku valstu (piemēram, Skandināvijas valstīs) enerģētikā, tāpēc jau pirms vairākiem gadu desmitiem ir kļuvusi aktuāla ātraudzīgu kokaugu plantāciju ierīkošana tieši šādām vajadzībām.

Ir selekcionēti vairāki kārķļu sugu kloni un ātraudzīgās apsēs, kuru audzēšana 3–5 gadu ciklā ļauj iegūt no 1 ha 100–200 bermetriem atbilstošu sasmalcinātas koksnes daudzumu. Tādu augšanas ražību var nodrošināt līdz piecu audzēšanas ciklu ilgumam un 20–25 gados no 1 ha novākt līdz 1000 bermetriem lielu sasmalcinātas koksnes ražu.

7.9. attēls

#### Apauguma nogriešana un saiņošana mašinizētā veidā



Enerģētiskās koksnes plantāciju apsaimniekošanai ir izstrādātas dažādas konkrētu valstu apstākļiem pielāgotas tehnoloģijas.

Enerģētiskās koksnes novākšanā nav būtisku atšķirību tehnoloģiskajās operācijās starp kokaugu novākšanu plantācijās un dabiski aizaugušās teritorijās. Starpība tikai tāda, ka plantācijās kokaugi ir stādu rindās, bet dabiski aizaugušās teritorijās tie ir haotiskā kārtībā un ar nevienmērīgu koku biežību platībā.

Ražas novākšanā pirmā operācija ir kociņu nogriešana. Mehanizēti šo operāciju veic strādnieki ar rokas krūmgriežiem, bet mašinizēti – mašīnas ar frontāli izvietotu griezējmechānismu, kas biežāk ir ripzāģis vai šķērveidā darbojošies naži (sk. 7.9. attēlu).

Nogrieztos kociņus noliek uz zemes (ja strādā ar krūmgriezi), bet pēc mašinizētas nogriešanas tie uzreiz tiek novirzīti smalcināšanas mehānismā. Ja strādā mehanizēti, tālāk iespējami divi varianti:

1. nogrieztu apaugumu savāc ar forvarderu un nogādā pie smalcināšanas mašīnas;
2. nogrieztu apaugumu ar hidromanipulatoru padod mobilā smalcināšanas mašīnā, kas samalcināto koksni padod transportlīdzekļa kravas tilpnē; tas pārvietojas blakus smalcināšanas mašīnai (sk. 7.10. attēlu).

#### 7.10. attēls

#### Krūmu mašinizēta novākšana



Strādājot mašinizēti, nogrieztos kociņus uzreiz novirza smalcināšanas mehānismā un no turienes ievada vai nu tās pašas mašīnas konteinerā, vai arī caur padeves mehānismu ievirza blakus braucoša transportlīdzekļa kravas tilpnē.

Attiecībā uz koksni kā kurināmo jāuzsver, ka tas ir enerģijas resurss, kas dabiski atjaunojas un kas nepalielina CO<sub>2</sub> saturu atmosfērā, tāpēc ir pamatoti atzīstams par perspektīvu.

## 7.5. Smalcinātāji enerģētiskās koksnes ražošanai

Energētiskās koksnes izejvielu smalcināšanai izmanto mašīnas, kas savstarpēji atšķiras pēc aktīvo ierīču konstruktīvās uzbūves un darbības principa. No šāda viedokļa ir trīs smalcinātāju grupas:

1. diskveida smalcinātāji (sk. 7.11. attēlu);
2. cilindra tipa smalcinātāji (sk. 7.12. attēlu);
3. koniskas skrūves tipa smalcinātāji (sk. 7.13. attēlu).

7.11. attēls

### Diskveida koksnes smalcinātāji



7.12. attēls

### Cilindra tipa smalcinātāji



Smalcinātājiem ir atšķirīgi naži un to konstruktīvais novietojums. Smalcinātājos kā otra svarīga sastāvdaļa ir smalcināmo izejvielu padošanas mehānisms. No tā ir atkarīgs, kādu materiālu smalcināšanai mašīnu var rekomendēt.

Atšķirīgi padeves mehānismi nepieciešami šādiem smalcināmā materiāla veidiem:

- stumbru nogriežņi, malka;
- koku vainaga daļas (zari, galotnes);
- koksnes atgriezumi kokzāģēšanā;
- tievu kociņu stumbri.

7.13. attēls

### Koniskas skrūves tipa smalcinātāji



### 7.5.1. Smalcināšanas mehānismi

Trīs tikko iepriekš norādītajiem smalcināšanas mehānismu veidiem ir vairākas savstarpējas atšķirības.

Diskveida smalcinātājos plakani taisnstūra formas naži ar taisnu asmeni katrā no plātnes garākajām malām ir nostiprināti radiālā virzienā uz diska ar lielu diametru blakus taisnstūra izgriezumiem diskā. Diskam rotējot, tas no smalcināmā materiāla ar nažiem atcērt koksnes gabaliņus un ar gaisa plūsmu no spārniem diska otrā pusē izmet tos ārā pa šim nolūkam paredzētu cauruli (sk. 7.11. attēlu). Smalcināmais materiāls diskam jāuzvirza noteiktā leņķī (45–80°). Diskveida smalcinātājs ir vispiemērotākais stumbra nogriežņiem un malikai. Smalcinot cita veida izejvielas, šis smalcinātājs strādā mazražīgi un bieži aizsērē. Diskveida smalcinātāju sauc par šķeldotāju, ja ar to var iegūt šķeldu kvalitātei atbilstošu sasmalcināto koksnī.

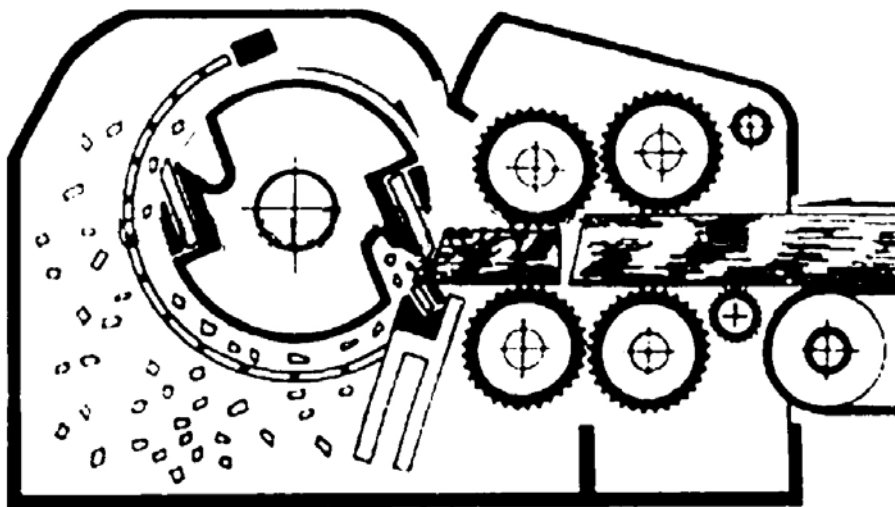
Cilindra tipa smalcinātāju klāsts pēdējos gados ir ievērojami paplašinājies, ieviešoties vairākām principiāli atšķirīgām modifikācijām. Cilindra rotācijas ass parasti atrodas horizontālā plaknē (sk. 7.12. attēlu). Nažu asmeņu izvietojums uz cilindra sānu virsmas visiem šāda tipa smalcinātājiem nav vienveidīgs. Plašāk pazīstami divi nažu izvietojuma veidi:

1. nazis ar taisnu asmeni, kas paralēls cilindra garenasij un pēc izmēra līdzinās cilindra garumam;
2. naži īsāki un pa cilindra sānu virsmu izvietoti spirālveidā, šahveidā vai citādi.

Izejvielu padeves leņķis šā tipa smalcinātājos nav būtisks. Cilindra tipa smalcinātāji veiksmīgi strādā ar visiem koksnes veidiem, kas tiek padoti smalcināšanai. Būtiska nozīme ir padeves mehānismam, kas izejvielu stingri notur brīdī, kad asmens griež koksnī (sk. 7.14. attēlu). Ar cilindra tipa smalcinātājiem nevar iegūt šķeldu kvalitātei atbilstošu produkciju.

7.14. attēls

#### Smalcinātāja padeves mehānisma shēma



Koniskas skrūves tipa smalcinātāji (sk. 7.13. attēlu) sastopami reti, to galvenais trūkums ir zems ražīgums un ierobežots padeves apjoms. Smalcināšanai labāk noderīgi gari materiāli, piemēram, koksnes atgriezumi kokzāģēšanā. Griezējelementa maiņa un asināšana ir sarežģīta. Koniskas skrūves tipa smalcinātāji piemēroti tikai enerģētiskās koksnes ražošanai, jo produkcijas kvalitāte neatbilst citām vajadzībām.



## 7.5.2. Smalcinātāju padeves mehānismi

---

Padeves mehānismi izpilda trīs funkcijas:

1. izejvielu uzvirzīšana griezējnažiem;
2. smalcināmā materiāla saturēšana griešanas brīdī;
3. izejvielu uzvirzes dozēšana, lai griezējmehānisms nesprūstu.

Padeves mehānismi sastāv no padeves veltņiem vai no padeves veltņiem ar transportiera lenti (sk. 7.14. attēlu). Pārsvārā šeit slēpjas dažādu smalcinātājus ražojošo uzņēmumu piedāvāto tehnisko risinājumu veiksmīgums. No padeves mehānisma darbības atkarīgs smalcinātāja ražīgums, produkcijas kvalitāte un darbības nepārtrauktības principa ievērošana.

Padeves mehānisma konstrukcijas sarežģītība atkarīga no izejvielas veida. Piemēram, zaru, galotņu vai zāgmateriālu gabalatlieku padevei nepieciešama pati sarežģītākā padeves konstrukcija. Padeves mehānisma kvalitatīvs izpildījums un pareizs darbības princips ļauj racionāli izmantot piedziņas jaudu. Praktiski 50% no piedziņas jaudas tērē padeves mehānisms. Arī produkcijas kvalitāte lielā mērā ir padeves mehānisma darbības rezultāts. Padeves mehānisma vadība ļauj optimāli izmantot griezējmehānisma griešanas jaudu un ražīgumu. Pareiza padeves mehānisma vadība iekļauj sevī koksnes masas piespiešanu, padevi uz nažiem vai padeves pārtraukšanu un materiāla atgriešanu no griešanas zonas. Padeves vadība var notikt manuāli vai automātiski.

# IZMANTOTĀ LITERATŪRA

1. *Agrotehniskās kopšanas instrukcija*. AS „Latvijas valsts meži”, 2012. 28 lpp.
2. *Augošu koku un kokmateriālu kvalitāte*. AS „Latvijas valsts meži”, 2014. 127 lpp.
3. Drēska, A. *Kokmateriālu sagatavošana ar harvesteru: metodiski norādījumi*. Jelgava: LLU Meža izmantošanas katedra, 2006. 40 lpp.
4. *Enerģētisko šķeldu ražošana no mežizstrādes atlikumiem*. Rīga: LVMI „Silava”, 2008. 16 lpp.
5. *Harvesteru kalibrēšanas un kontrolmērījumu vadlīnijas*. AS „Latvijas valsts meži”, 2010. 16 lpp.
6. *Kopšanas ciršu rokasgrāmata*. AS „Latvijas valsts meži”, 2008. 108 lpp.
7. Līpiņš, L. *Stumbru racionāla sagarumošana*. Rīga: LLU Meža izmantošanas kat., Zvaigzne, 1999. 75 lpp.
8. *Motorzāģis – lietošana un apkope*. Zviedrijas Nacionālā mežsaimniecības pārvalde, b.g. 65 lpp.
9. *New Harvester Calibration Standard*: [http://www.haglofcg.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=188%3Anew-harvester-calibration-standard&catid=47%3Aofficialnews&Itemid=112&lang=en](http://www.haglofcg.com/index.php?option=com_content&view=article&id=188%3Anew-harvester-calibration-standard&catid=47%3Aofficialnews&Itemid=112&lang=en). Skatīts 24.02.2014.
10. Nieuwenhuis, M., Dooley, T. *The Effect of Calibration on the Accuracy of Harvester Measurements*: <http://journals.hil.unb.ca/index.php/IJFE/article/view/5694>. Skatīts 24.02.2014.
11. Pēšons, P.Ē. *Mežizstrādes darbi komandā. 1. daļa*. Tulk. Staņa, K. CO Print EU, 2012. 253 lpp.
12. Pēšons, P.Ē. *Mežizstrādes darbi komandā. 2. daļa*. Tulk. Staņa, K. CO Print EU, 2012. 337 lpp.
13. *Rokasgrāmata mežizstrādes operatoriem un kokvedēju vadītājiem*. AS „Latvijas valsts meži”, 2012. 46 lpp.
14. Saliņš, Z. *Meža izmantošana Latvijā – vēsture, stāvoklis, perspektīvas*. Jelgava: Meža izmantošanas kat., 1999. 270 lpp.
15. Saliņš, Z. *Mežizstrādes tehnoloģija*. Jelgava: LLU Meža ekspluatācijas kat., 1997. 80 lpp.
16. Saliņš, Z. *Mežs – Latvijas nacionālā bagātība*. Jelgava: Autora izd., 2002. 248 lpp.
17. Sarmulis, Z. *Cirsmu tehnoloģiskais plānojums mežizstrādē*. Jelgava: LLU Meža izmantošanas katedra, 2006. 45 lpp.
18. Strandgard, M., Walsh, D. *Maintaining harvester measurement accuracy to maximise value recovery*: [http://www.researchgate.net/publication/256762114\\_Maintaining\\_harvester\\_measurement\\_accuracy\\_to\\_maximise\\_value\\_recovery](http://www.researchgate.net/publication/256762114_Maintaining_harvester_measurement_accuracy_to_maximise_value_recovery)
19. Uusitalo, J. *Introduction to Forest Operations and Technology*. JVP Forest Systems, 2010. 287 p.