

Celmu izstrādes tehnoloģijas enerģētiskās koksnes ražošanai

Celmi no kailcirtēm ir atjaunojamo energoresursu avots, kas optimālos apstākļos var dot 150-200 MWh enerģijas no viena nocirstā meža hektāra. Celmu izstrādi var apvienot ar augsnes sagatavošanu meža atjaunošanai. Turklāt celmu izstrāde dod iespēju ierobežot sakņu trapes izplatību, izvācot no izcirtuma trupējušās koku daļas. Celmu šķeldas izmantojamas centralizētās siltumapgādes un koģenerācijas stacijās.



Projekta vadītāja: Dagnija Lazdiņa
Izdevumu sagatavoja: LVMI "Silava"
Autori: Valentīns Lazdāns, Andis Lazdiņš, Agris Zimelis,
Magnus Petersson
Māksliniece: Rūta Kazāka
Izdevējs: LVMI "Silava"
Datorsalikums: Antra Balode
Druka: SIA "Jelgavas tipogrāfija"

Iespiests uz videi draudzīgā FSC sertificētā Munken Lynx papīra.

Izdevums sagatavots LVMI "Silava" īstenotā Meža attīstības fonda projekta "Enerģētiskās koksnes sagatavošana no celmiem un daudzgadīgo enerģētisko augu plantācijās – tehnoloģijas un darba organizācija" ietvaros



Latvijas Valsts Mežzinātnes institūts "Silava"
Rīgas ielā 111, Salaspils, LV-2169
Tālr.: +371 67942555, fakss: +371 67901359, e-pasts: inst@silava.lv, <http://www.silava.lv>



AS "Latvijas valsts meži"
Kristapa iela 30, Rīga, LV-1046
Tālr.: +371 67602075, fakss: +371 67805430, e-pasts: lvm@lvm.lv, <http://www.lvm.lv>



Valsts SIA "Vides projekti"
Pils iela 17, Rīga, LV-1050
Tālr.: +371 67225377, fakss: +371 67214274, e-pasts: info@videsprojekti.lv,
<http://www.videsprojekti.lv>

Celmu enerģētiskā koksne

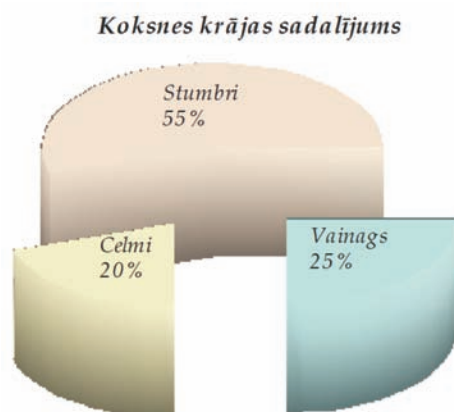
Celmu un lielo sakņu krāja ir līdz 20% no sagatavojamās apaļkoksnes krājas.

Celmu krāja enerģijas mērvienībās ir 150 - 200 MWh/ha (līdz 100 cieš.m³/ha).

1 cieš.m³ celmu koksnes = 2 MWh enerģijas.

1 cieš.m³ = 2,5 ber.m³.

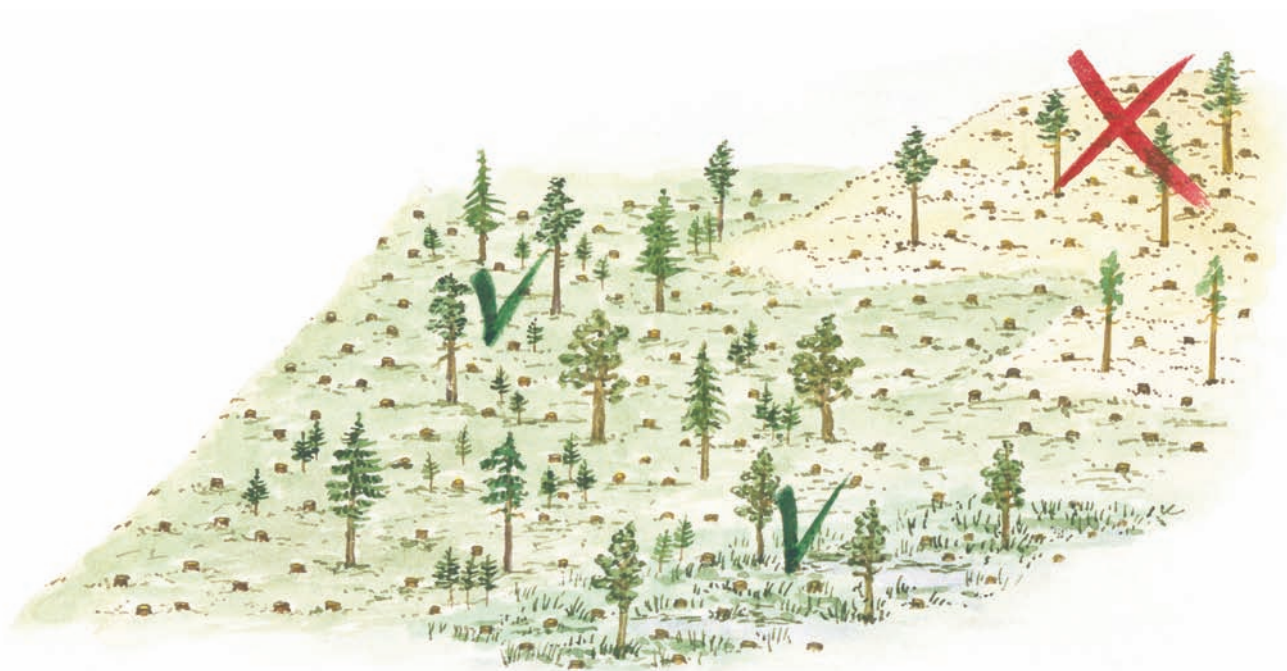
1 ber.m³ = 0,8 MWh.



Cirsmu izvēle celmu izstrādei

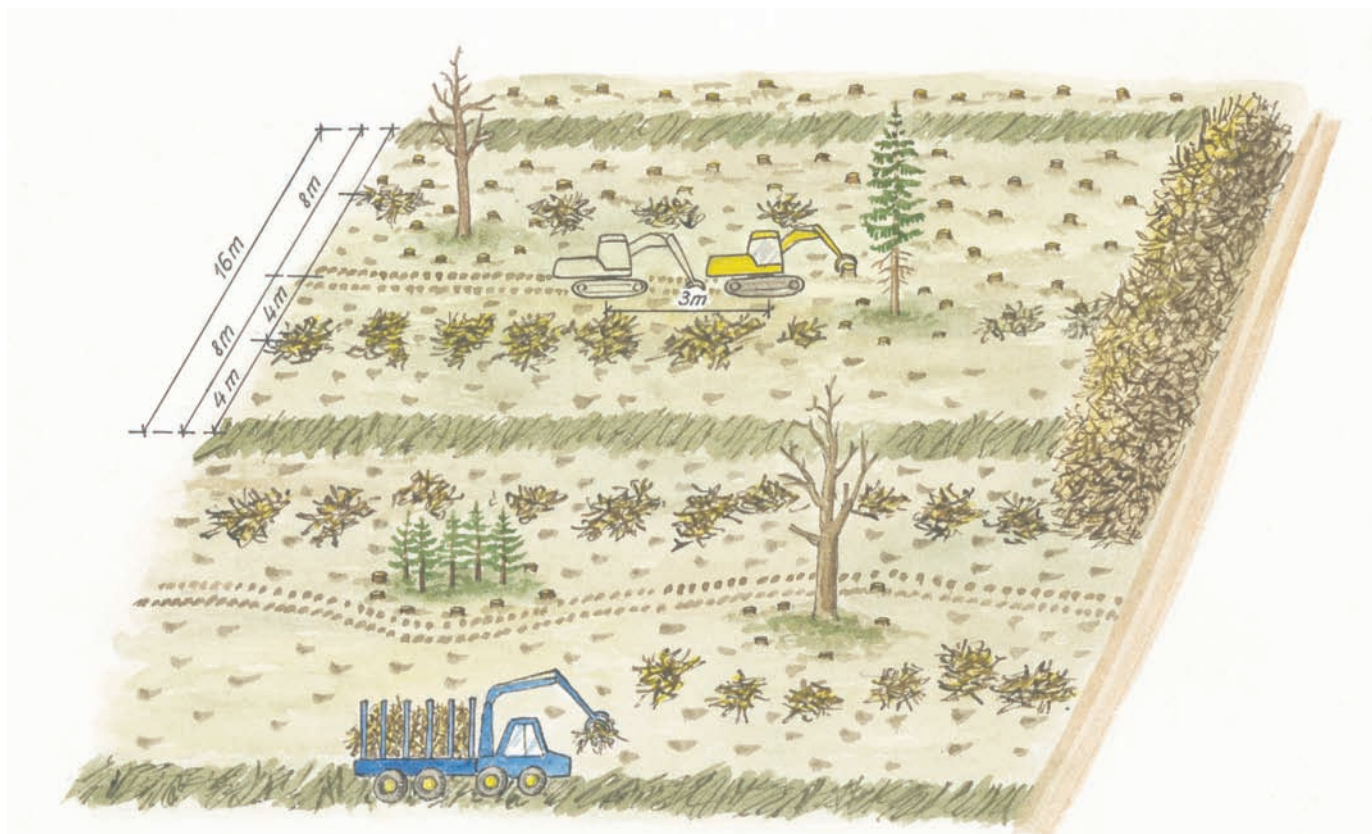
Celmu izstrādei piemērotākie ir egļu, bērzu, apšu, alkšņu izcirtumi. Priežu izcirtumos celmu raušana ir apgrūtināta, ja celmu caurmērs pārsniedz 60 cm. Celmu izstrāde nav ieteicama nabadzīgās minerālaugsnēs, kur celmi un koku saknes veido būtisku organisko vielu rezerves daļu.

Celmu izstrādi ieteicams veikt damakšņa, vēra, kūdreņu un āreņu meža tipu izcirtumos, kur augsnē ir pietiekams organisko vielu daudzums.



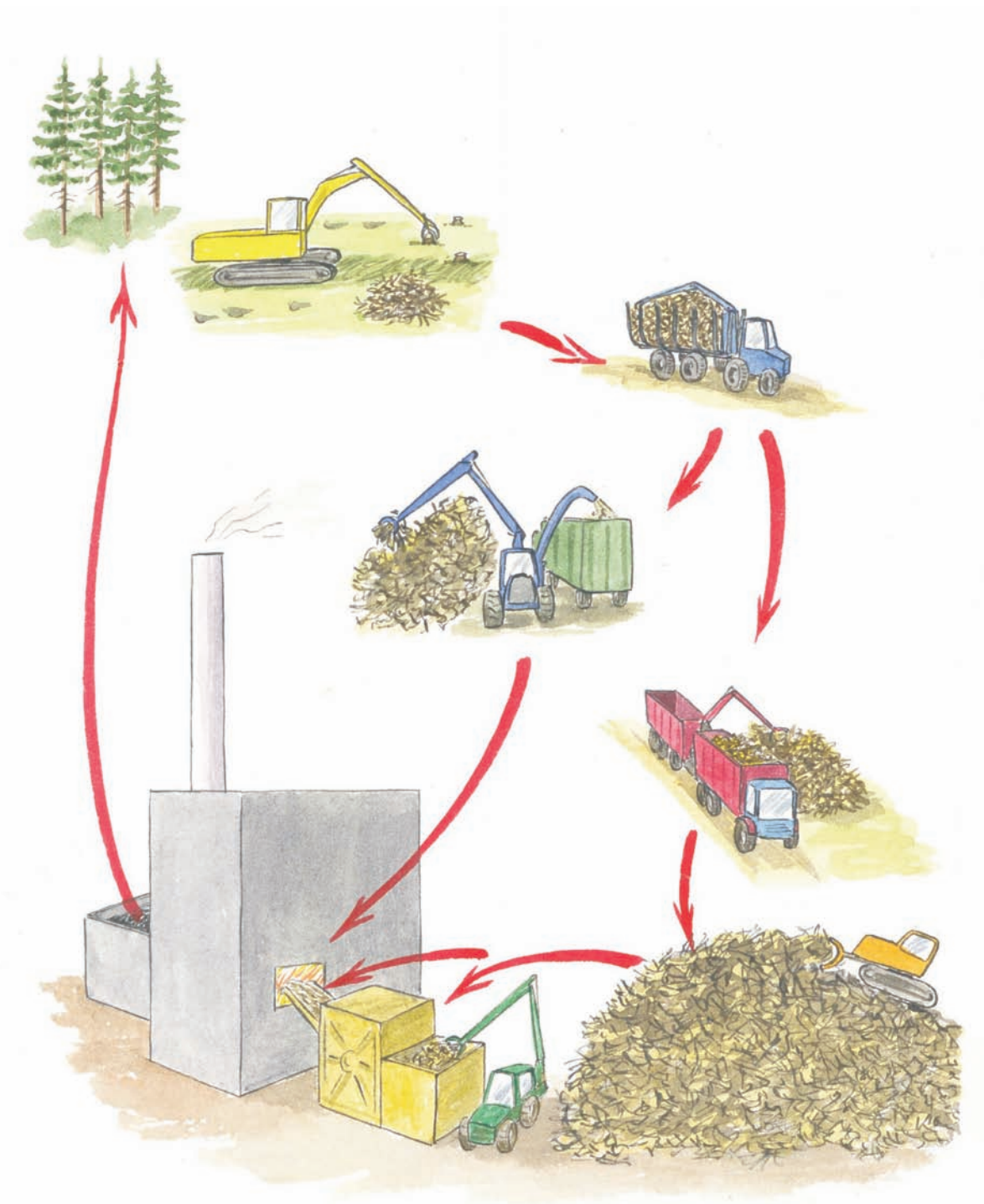
Izcirtuma atcelmošanas darbu plānošana

Celmu raušanas darbu tehnoloģija jāaskaņo ar mežizstrādes tehnoloģiju, tas ir – jāizmanto ar zariem ieklātie sortimentu pievešanas ceļi celmu rāvēja un pievedējtraktora pārbraucieniem.



Uzsākot celmu raušanu izcirtumā, jābūt izstrādātai darbu tehnoloģiskai shēmai ar iekārtas pārvietošanās virzieniem, pievešanas ceļiem, nokraušanas laukumiem, lai samazinātu neplānotu braukšanu pa atcelmoto un stādīšanai sagatavoto izcirtuma platību.

Tehnoloģiskā shēma celmu pārstrādei kurināmajās šķeldās



Celmu plēšanas – raušanas tehnoloģija

Celmu sagatavošanu pārstrādei enerģētiskajās šķeldās veic ar speciālu plēšanas – raušanas iekārtu, kuru montē kāpurķēžu ekskavatora strēles galā. Iekārtas konstrukcija paredz iespēju lielāka izmēra celmus vispirms pārplēst divās vai vairākās daļās, veikt šo daļu izraušanu un nokraušanu kaudzēs un ar celmu raušanas iekārtas satvērēju sagatavot mineralizētas joslas vai kupicas meža atjaunošanai.

Optimālais joslas platums celmu raušanai pie ekskavatora strēles izlieces garuma 7,5 m ir 8m. Celmu izstrādi sāk no joslas labās puses, virzoties pa apli uz joslas kreiso pusi. Izrautos celmus novieto joslas ārējās malās nelielās kaudzēs.

Celmu raušanu veic, ievirzot kausa zarus zem celma pamatnes un griežot tos ap asi, mēģina pārraut celma galvenās saknes. Ja tas neizdodas, lielāka caurmēra celmiem ar kausa nažiem norauj galvenās saknes celma vienā vai abās pusēs un, ja nepieciešams, saplēš celmu vairākās daļās.

Pēc celmu izraušanas un novietošanas kaudzē joslas malā veic bedres nolīdzināšanu, ja tā ir dziļāka par 20 cm. To veic ar raušanas iekārtas līdzināmo plakni, iebīdot zemi celma bedrē. Izrautos celmus saplēš vairākās daļās, piemēram, egles celms ar caurmēru 30 cm jāsplēš divās daļās, lai drupināšanas procesā lielie celmi neiesprūstu padeves sistēmā un nesamazinātu drupinātāja darba ražīgumu.



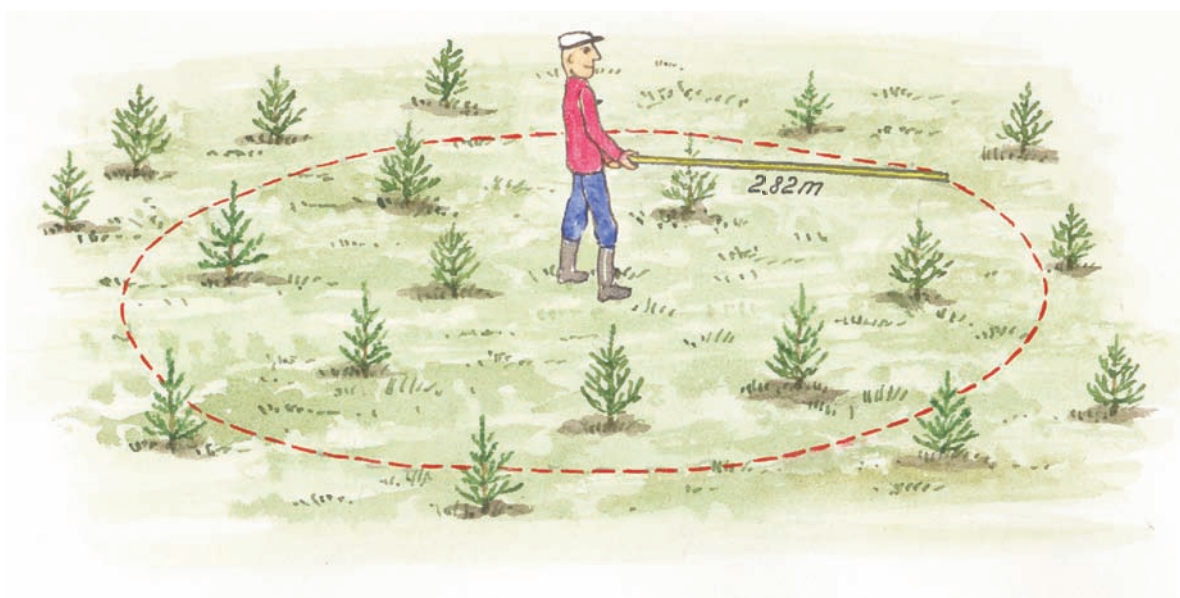
Celmu izstrādes tehnoloģijas enerģētiskās koksnes ražošanai

Augsnes sagatavošanu stādīšanai veic pēc celmu izraušanas ar celmu kausa satvērējzariem. Kausu atvērta veidā iespiež augsnē un, pievelkot izlici, veido mineralizētu augsnes joslu vai kupicu. Vienā stāvvietā veido 6-8 šādas mineralizētas joslas vai kupicas.

Celmu rāvēja darba solis joslā starp stāvvietām ir ap 3 m, un apstrādājamā izcirtuma platība no vienas stāvvietas ir 24 m^2 . Šajā platībā jābūt izvietotām vismaz 6-8 stādvietai.



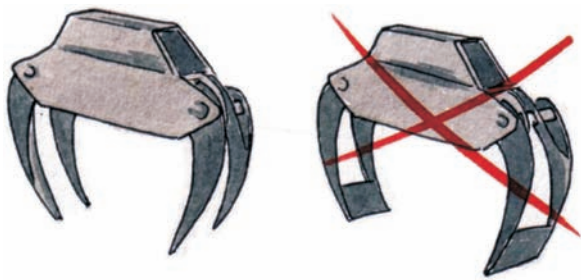
Sagatavoto stādvieta skaitu pārbauda 25 m^2 lielos parauglaukumos ar apļa rādiusu $2,82 \text{ m}$.



Celmu pievešana ar forvarderu

Celmu nokraušanai ieteicams izmantot sortimentu krautnēšanas vietas, izņemot grāvju trases gar ceļu malām, jo no celmiem kraušanas laikā nobirst ievērojams daudzums augsnes, kas var nosprostot grāvju trases gultni.

Forvardera kravas tilpnei jābūt pēc iespējas lielākai ar blīvāk izvietotām statnēm un papildu statnēm aizmugures daļā. Celmu pārkraušanai jāizmanto zaru pievešanai piemērotie kausi.



Celmu transports

Celms var smalcināt ar lieljaudas drupinātājiem krautuvēs vai patēriņa vietās, tāpēc celmu kurināmā ražošana vienmēr saistīta ar celmu transportēšanu.

Celms var pārvadāt šķeldu konteineros vai arī speciālos celmu konteineros. Automašīnas tiek aprīkotas ar hidromanipulatoriem. Manipulatoram jāatrodas starp abiem konteineriem un jābūt aprīkotam ar zaru iekraušanas kausu. Strēles izlicei jābūt pēc iespējas lielākai, lai varētu aizsniegt celms no kaudzes tālākajām malām.



Celmu drupināšana

Celmu enerģētisko šķeldu ražošanai izmanto lieljaudas drupinātājus, kuri veidoti lielgabarīta koksnes sasmalcināšanai. Šādi drupinātāji ir lieli un smagi, tāpēc tos grūti izmantot augšgala krautuvēs. Celmi pēc 6-12 mēnešu ilgas uzglabāšanas meža krautuvē jāpārved uz lielākām stacionārām krautuvēm ar cietu segumu vai arī jāved tieši uz patēriņa vietu.

Lai drupinātāja jaudu izmantotu efektīvi, lielajiem celmiem jābūt saplēstiem vairākās daļās.



Celmu uzglabāšana augšgala krautuvē un kurināmā kvalitāte

Celmu uzglabāšanas mērķis augšgala krautuvē (mežā) ir samazināt minerālvielu un mitruma saturu kurināmajā. Atstājot celmus kaudzē augšgala krautuvē uz 6-12 mēnešiem, lielākā daļa augsnes daļiņu noskalojas un pelnu saturs šādā kurināmajā ir ievērojami mazāks, nekā tad, ja to drupinātu uzreiz pēc izstrādes. Pārstrādājot tikko rautus celmus, pelnu saturs kurināmajā var būt līdz $\frac{1}{4}$ no kurināmā sausnas masas. Uzglabājot celmus krautuvēs ilgāku laiku, pelnu saturu kurināmajā var samazināt līdz 1%.

Celmu šķeldas



Mežizstrādes atlieku šķeldas



Kārķļu šķeldas



Kokapstrādes atlieku šķeldas



Ražība un izmaksas

Egles un lapu koku audzēs visaugstākā celmu izstrādes ražība sasniedzama tad, ja vidējais celmu caurmērs ir vismaz 35-40 cm. Celmu caurmēram palielinoties virs 50 cm, ražība pakāpeniski samazinās. Ja cirsmā ir 350 celmi ar vidējo caurmēru 40 cm, stundā var izstrādāt 8 cieš.m³, bet platībā, kur celmu ar vidējo caurmēru 40 cm skaits ir 500, ražība palielinās līdz 9 cieš.m³ stundā.

Celmu izstrādes izmaksas Somijā ir 3,5-5,0 Ls/cieš.m³. Latvijā veiktajos izmēģinājumos celmu izstrādes pašizmaksa bija mazāka – 2,5-3,0 Ls/cieš.m³.

Celmu pievešanas ražība atkarīga no forvardera kravas lieluma un transportēšanas attāluma. Ja vidējais pievešanas attālums ir 50 m, forvardera ražība ir 9 cieš.m³ stundā, bet, palielinot pievešanas attālumu līdz 500 m, ražība atkarībā no kravas lieluma samazināsies līdz 6,5-8,0 cieš.m³ stundā. Celmu pievešanas izmaksas Somijā ir 5,0-6,0 Ls/cieš.m³. Izmēģinājumos Latvijā celmu pievešanas pašizmaksa bija 2,7 Ls/cieš.m³.



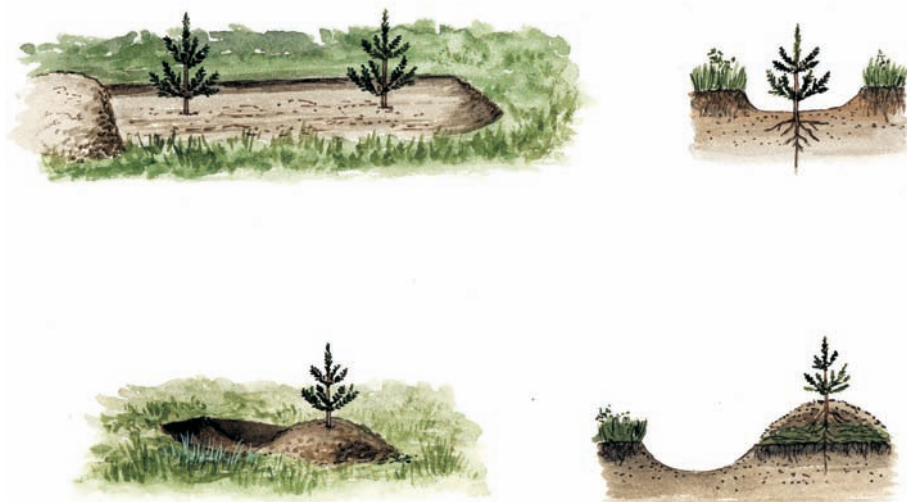
Celmu izstrādes ietekme uz meža atjaunošanu

Celmu raušanu izcirtumos ir jāapvieno ar augsnes sagatavošanu atcelmoto platību apmežošanai.

Priekšrocības

Celmu izstrāde ļauj vienlaikus ar kurināmā sagatavošanu veikt augsnes apstrādi nākamajai meža paaudzei, veicot dabisko vai mākslīgo apmežošanu. Celmu izstrādes mašīnas atkarībā no kausa uzbūves var veidot kupicas atsevišķu stādiņu stādīšanai vai arī mineralizētas joslas viena vai vairāku stādiņu stādīšanai. Arī izrauto celmu aizbērtās bedres var izmantot stādīšanai.

Celmu izstrāde uzlabo augsnes struktūru, samazinot tās blīvumu un uzlabojot gaisa apmaiņu. Tas rada labvēlīgākus apstākļus jauno kociņu attīstībai. Izstrādājot celmus, var vienlaikus veikt arī atjaunojamās platības mikromeliorāciju, novadot lieko mitrumu atsevišķās vietās. Trupējušās egļu audzēs celmu aizvākšana samazina nākamās aprites kociņu inficēšanās risku ar sakņu trupu.



Trūkumi

Veicot augsnes apstrādi vienlaikus ar celmu izstrādi, stādvietas izvietojas neregulāri, kas apgrūtina jaunaudžu agrotehnisko kopšanu. Pagaidām trūkst informācijas par meža augšanas gaitu un kopšanas darbietilpīgumu atcelmotajās platībās. Latvijā pagaidām nav veikti pētījumi par celmu izstrādes ietekmi uz nākamās meža aprites augšanas gaitu.

Celmu izstrādes ietekme uz vidi

Nākamās meža aprites attīstība – 30 gadu ilgos pētījumos Zviedrijā un Somijā nav konstatēta negatīva ietekme uz meža atjaunošanos un nākamās aprites krājas pieaugumu, bet dabiskā meža atjaunošanās notiek pat labāk. Celmu izstrāde samazina priežu smecernieka (*Hylobius abietus*) un citu kaitēkļu bojājumu īpatsvaru jaunaudzēs. Celmu izstrāde aizkavē trupes (*Heterobasidion*, *Armillaria*, *Phellinus*) izplatīšanos.

Zemsedzes veģetācija – 25 gadus vecās audzēs, kurās veikta celmu izstrāde, nav konstatētas atšķirības zemsedzes sugu sastāvā salīdzinājumā ar kontroles parauglaukumiem, tomēr celmu izstrāde var veicināt vai kavēt atsevišķu sugu izplatību.

Bioloģiskā daudzveidība – nedzīvā koksne ir nepieciešama daudzu organismu attīstībai, un celmi ir būtiska šīs nedzīvās koksnes daļa. Saimnieciskajos mežos celmi veido līdz 80% no nedzīvās koksnes, attiecīgi, veicot celmu izstrādi, tieši šāds koksnes daudzums tiek iznests no audzes. Celmu kaudzes augšgala krautuve var kalpot kā slazds retām kukaiņu sugām. Celmi ir vairāku sūnu un ķērpju sugu substrāts. Celmu raušana tieši bioloģiskajai daudzveidībai atstājamo koku tuvumā var bojāt to sakņu sistēmu. Celmu izstrāde vēja erozijas apdraudētās teritorijās var veicināt augsnes virskārtas noārdīšanos. Arī barības vielu bilance un augsnes organismu sastāvs var izmainīties, tomēr pētījumi šajā virzienā ir nepietiekami.

Oglekļa bilance – mežaudzes līmenī, izstrādājot apaļkoksni, zarus un celmus, no audzes tiek iznesti aptuveni 70% organiskā oglekļa. Mežizstrādes atliekas mineralizējas un izdalās atmosfērā CO₂ veidā vidēji 20 gadu laikā pēc izstrādes, attiecīgi meža aprites ciklā tām nav būtiskas ietekmes uz oglekļa bilanci, pieņemot, ka celmu izstrāde neietekmē nākamo mežaudžu ražību.

Augsne un ūdens – zināšanas par celmu izstrādes ietekmi uz augsnes un ūdens kvalitāti ir nepietiekamas. Celmu izstrādes rezultātā var nedaudz palielināties amonija sāļu un nitrātu daudzums gruntsūdeņos, kas saistīts ar novēlotu zemsedzes veģetācijas attīstību. Līdzīgu efektu atstāj augsnes skarifikācija. 10 gadus pēc celmu izstrādes augsnē parasti saglabājas mazāka apmaiņas kalcija koncentrācija. Celmu izstrāde var ietekmēt dažādu ķīmisko elementu, to skaitā smago metālu kustīgumu, tomēr zināšanas šajā jomā ir nepietiekamas.

Kurināmā kvalitāte un pārrēķinu koeficienti

<i>Kurināmā veids</i>	<i>Mērvienība</i>	<i>Sadegšanas siltums</i>
<i>Dabasgāze</i>	<i>kWh/m³</i>	<i>6,5</i>
<i>Malka (mitrums 15%)</i>	<i>kWh/kg</i>	<i>4,5</i>
<i>Malka (mitrums 50%)</i>	<i>kWh/kg</i>	<i>2,4</i>
<i>Šķeldas (mitrums 45%)</i>	<i>kWh/kg</i>	<i>2,6</i>
<i>Miza (mitrums 50%)</i>	<i>kWh/kg</i>	<i>2,2</i>
<i>Koksnes granulas (mitrums 7%)</i>	<i>kWh/kg</i>	<i>4,9</i>
<i>Salmi (mitrums 15%)</i>	<i>kWh/kg</i>	<i>4,0</i>
<i>Sadzīves atkritumi</i>	<i>kWh/kg</i>	<i>2,5</i>

$$1 \text{ MJ (megadžouls)} = 0,278 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ GJ (gigadžouls)} = 278 \text{ kWh}$$

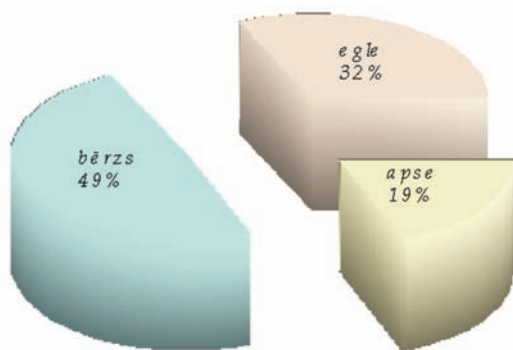


Celmu enerģētiskās koksnes resursi

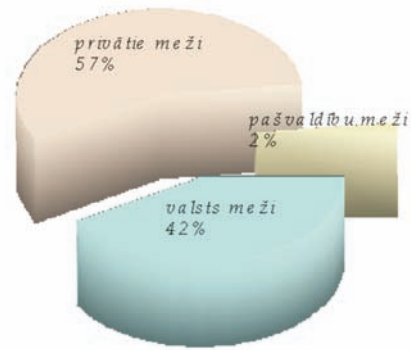
2007.gadā galvenā cirte Latvijā veikta 38 tūkst.ha platībā, izstrādājot 8 milj.m³ sortimentu. Egles, bērza un apses audzēs, kas vairāk piemērotas celmu izstrādei, galvenā cirte veikta 22 tūkst.ha platībā, sagatavojot 4,8 milj.m³ sortimentu.

Kopējā celmu krāja 2007.g. izstrādātajās egles, bērza un apses kailcirtēs ir 573 tūkst.t_{sausnas} (3,3 milj.MWh). Lielākā daļa krājas atrodas bērza un egles audzēs privātajos mežos.

celmu biomasas sadalījums pēc valdošās sugas



celmu resursi pēc mežu iedalījuma



Celmu enerģētiskā koksne no egļu, bērza un apses audzēm var aizstāt vairāk nekā 90% no pašreiz centralizētajā siltumapgādē un tehnoloģiskajiem procesiem izmantotās enerģētiskās koksnes. Vēl aptuveni $\frac{1}{3}$ no šī apjoma var nodrošināt kailcirtes priežu audzēs. Tomēr jāņem vērā, ka liela daļa no priežu audzēs esošajiem resursiem nav izmantojama sakarā ar tehniskiem un vides aizsardzības ierobežojumiem.



2008