



# **Ilgtspējīgi īscirtmeta atvasāju stādījumi**

**Rokasgrāmata**

- Autori: Ioannis Dimitriou un Dominik Rutz
- Ieguldītājs: Rita Mergner, Stefan Hinterreiter, Laurie Scrimgeour, Ioannis Eleftheriadis, Ilze Dzene, Željka Fištrek, Tomaš Perutka, Dagnija Lazdiņa, Gordana Toskovska, Linda Drukmane, Aivars Žandeckis, Mudrīte Daugaviete
- Redaktors: Dominik Rutz
- ISBN: 978-3-936338-36-2
- Tulkojumi: Rokasgrāmatas oriģinālvaloda ir angļu valoda. Šī rokasgrāmata ir pieejama arī horvātu, čehu, franču, vācu, grieķu, latviešu un maķedoniešu valodā
- Publicēta: © 2015.gadā, WIP Renewable Energies, Minhenē, Vācija
- Kontaktinformācija: WIP Renewable Energies, Sylvensteinstr. 2, 81369 Minhene, Vācija  
[Dominik.Rutz@wip-munich.de](mailto:Dominik.Rutz@wip-munich.de), Tel.: +49 89 720 12 739  
[www.wip-munich.de](http://www.wip-munich.de)
- Mājas lapa: [www.srcplus.eu](http://www.srcplus.eu)
- Autortiesības: Visas autortiesības aizsargātas. Nevienu šīs grāmatas daļu nedrīkst atveidot nekādā formā un nekādiem līdzekļiem, lai izmantotu komerciālos nolūkos, bez izdevēja rakstiskas piekrišanas. Autori negarantē šajā rokasgrāmatā ietvertās vai aprakstītās informācijas un datu pareizību un/vai pilnīgumu.
- Atruna: Autori ir pilnībā atbildīgi par šīs rokasgrāmatas saturu. Tā neatspoguļo Eiropas Savienības viedokli. Ne Konkurētspējas un inovāciju izpildaģentūra, ne Eiropas Komisija neatbild par jebkādu šeit ietvertās informācijas tālāku izmantošanu.

SRC+

[www.srcplus.eu](http://www.srcplus.eu)



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

**PateicībaŠī rokasgrāmata izstrādāta SRCplus projekta ietvaros (IEE/13/574), un to atbalsta Eiropas Komisijas programma Saprātīga enerģija Eiropai (Intelligent Energy Europe), ko koordinē Mazo un vidējo uzņēmumu izpildaģentūra (EASME). Autori vēlas izteikt pateicību Eiropas Komisijai par SRCplus projekta atbalstu, kā arī recenzentiem un SRCplus partneriem par viņu ieguldījumu rokasgrāmatas izstrādē. Mēs pateicamies Anderson Group (Biobaler) un Wald21, kā arī mūsu kolēģiem no WIP un SLU par atļauju izmantot viņu ilustrācijas.**

## SRCplus projekta konsorcijs



WIP Renewable Energies, Vācija (Projekta koordinators)

Dominik Rutz [[Dominik.Rutz@wip-munich.de](mailto:Dominik.Rutz@wip-munich.de)]

Rita Mergner [[Rita.Mergner@wip-munich.de](mailto:Rita.Mergner@wip-munich.de)]



**Biomassehof Achental, Vācija**

Stefan Hinterreiter [[s.hinterreiter@biomassehof-achental.de](mailto:s.hinterreiter@biomassehof-achental.de)]



Trièves komūnu savienība, Francija

Laurie Scrimgeour [[l.scrimgeour@cdctrieves.fr](mailto:l.scrimgeour@cdctrieves.fr)]



Atjaunojamās enerģijas un energoefektivitātes centrs (CRES), Grieķija

Ioannis Eleftheriadis [[joel@cres.gr](mailto:joel@cres.gr)]



Ekodoma, Latvija

Ilze Dzene [[ilze@ekodoma.lv](mailto:ilze@ekodoma.lv)], Linda Drukmane

[[linda.drukmane@ekodoma.lv](mailto:linda.drukmane@ekodoma.lv)] Aivars Žandeckis

[[aivars.zandeckis@ekodoma.lv](mailto:aivars.zandeckis@ekodoma.lv)]



Enerģētikas institūts Hrvoje Požar, Horvātija

Zeljka Fistrek [[zfistrek@eihp.hr](mailto:zfistrek@eihp.hr)]



Zlin reģionālā enerģētikas aģentūra, Čehijas Republika

Tomas Perutka [[Tomas.Perutka@eazk.cz](mailto:Tomas.Perutka@eazk.cz)]



Latvijas Valsts mežzinātnes institūts Silava, Latvija

Dagnija Lazdina [[dagnija.lazdina@silava.lv](mailto:dagnija.lazdina@silava.lv)]

Mudrīte Daugaviete [[mudrite.daugaviete@silava.lv](mailto:mudrite.daugaviete@silava.lv)]



Vidusskola Car Samoil - Resen, Maķedonija

Gordana Toskovska [[gtooskovska@gmail.com](mailto:gtooskovska@gmail.com)]



Zviedrijas Lauksaimniecības zinātņu universitāte, Zviedrija

Ioannis Dimitriou [[ioannis.dimitriou@slu.se](mailto:ioannis.dimitriou@slu.se)]

## Priekšvārds

Biomasai ir ļoti nozīmīga loma kā vienam no atjaunojamās enerģijas resursiem (AER). Pašlaik tā veido apmēram 70% no Eiropas atjaunojamās enerģijas avotiem un uzrāda stabilu pieaugumu. Tiek paredzēts, ka nākotnē koksnes pieprasījums siltuma un elektro enerģijas ieguvei un būvniecības materiāliem vai kā cita veida biomateriālam strauji pieaugs. To, galvenokārt, ietekmēs situācija tirgū un atbalstīs valsts un Eiropas enerģētikas politikas izvirzītie mērķi. Cietā biomasa no īscirtmeta atvasājiem (angliski "Short rotation coppice", starptautiski tiek lietots saīsinājums – SRC) var būt būtisks ieguldījums Eiropas 2020. gada mērķu sasniegšanai.

Eiropas valstis, kurām šobrīd ir vislielākās enerģijas ražošanai paredzēto īscirtmeta atvasāju platības, ir Zviedrija, Apvienotā Karaliste un Polija. Citās Eiropas valstīs īscirtmeta atvasāju izmantošana notiek ievērojami mazākā mazā apjomā, taču vairums valstīs ir plāni un politiska griba tuvākajā nākotnē šo apjomu palielināt. Tādēļ ir nepieciešams īstenot aktivitātes, kas iedarbina un atbalsta vietējo īscirtmeta atvasāju piegāžu ķēžu īstenošanas procesu citās Eiropas valstīs. Tāds ir SRCplus projekta mērķis (īscirtmeta enerģētiskā koksne vietējās piegādes ķēdēs un enerģijas ieguvei).

SRCplus veicina SRC ilgtspējīgu ražošanu septiņās Eiropas valstīs. Projekta mērķa reģioni ir:

- Ahentāles reģions (Vācija)
- Austrumu Horvātijas reģions (Horvātija)
- Vidzemes plānošanas reģions (Latvija)
- Rhone-Alps reģions (Francija)
- Zlin reģions (Čehijas Republika)
- Kentriki Maķedonijas reģions (Grieķija)
- Prespa reģions (Maķedonija)

SRCplus projekta vispārējais mērķis ir atbalstīt un paātrināt vietējo SRC piegādes ķēžu attīstību, īstenojot dažādus kapacitāti veicinošus pasākumus un reģionālās mobilizācijas pasākumus nozarē iesaistītajiem speciālistiem.

SRCplus projekts uzsākts 2014. gada martā un tiek īstenots 3 gadus. Projektu atbalsta Eiropas Savienības programma *Saprātīga enerģija – Eiropai* (Intelligent energy)(Līgums Nr. IEE/13/574). SRCplus konsorciā ir 10 partneri, un projekta koordinators ir WIP Renewable Energies no Vācijas.

Šī grāmata "Ilgtspējīgi īscirtmeta atvasāju stādījumi - Rokasgrāmata" sniedz informāciju par SRC projekta mērķa grupām: lauksaimniekiem, valsts zemes īpašniekiem, nelieliem siltumapgādes un koģenerācijas uzņēmumiem, šķeldu tirgotājiem un citām ieinteresētajām personām. Rokasgrāmata attēlo dažādu lauksaimniecisko praksi Eiropā, ietverot arī dažādus lokālos nosacījumus, piemēram, tādus kā klimatiskie apstākļi. Rokasgrāmatas pievienotā vērtība ir koncentrēšanās uz ilgtspējīgām piegāžu ķēdēm un SRC ieguvumiem. Rokasgrāmata ir uzrakstīta angļu valodā un iztulkota mērķa valstu valstīs valodās.



## levads

Īsa aprites cikla kokaugu kultūras (short rotation crops – SRC vai short rotation woody crops – SRWC) ir ātri augošu koku sugas, ko audzē ar mērķi iegūt lielu biomasas ražu īsā laika posmā, kuru var izmantot enerģijas iegūšanai. Līdzīgus apzīmējumus var atrast literatūrā, piemēram, īsa aprites cikla stādījumi (short rotation plantations – SRP), īsa aprites cikla mežkopība (short rotation forestry – SRF), vai īscirtmeta atvasāji (short rotation coppice – SRC). Šie termini dažreiz tiek izmantoti kā sinonīmi, taču to definīcijas nedaudz atšķiras.

Īsa aprites cikla kokaugu kultūras – stādījumi (SRWC), ko ievāc pēc īsa laika posma, atkārtoti jāstāda pēc ražas novākšanas (dažreiz praktizē, piem., eikaliptu vai balto akāciju audzēšanā) vai jāaudzē kā atvasājs (parasti praksē izmanto, piem., papeli un vītoli – kārklu audzēšanā).

### Kas ir atvasājs?

“Atvasāju” (1.attēls) raksturo atsevišķu koku sugu spēja ataugt ar jauniem dzinumiem pēc virszemes daļas nociršanas. Šī rokasgrāmata, galvenokārt, veltīta koku audzēšanai atvasāju veidā. Tomēr tiek sniegta informācija arī par tādām sugām, kuras pēc ražas ievākšanas ir jāstāda no jauna. Tādēļ saīsinājums SRC tiek izmantots visā rokasgrāmatā gan attiecībā uz īsas aprites cikla kokaugu stādījumiem, gan uz īsa aprites cikla atvasājiem.



1.attēls: „Tradicionālie atvasāji”, ko bieži apsaimniekošanas praksē izmantoja iepriekš, piemēram, vītoli (priekšplānā) un „modernie atvasāji” – īscirtmeta papelu stādījums (attēla fonā). (Avots: Rutz D.)

Daudzgadīgo SRC ierīkošanai izmanto meža koku sugas, tādas kā alksnis, osis, dienvidu dižskābardis, bērzs, eikalipts, papele, vītols, paulonija, papīra zīdkoks, baltā akācija, Austrālijas akācija, kalnu kļava un citas. Eiropā, galvenokārt, izmanto apses, papeles un vītoli, jeb kārkļus.

Tādēļ šajā rokasgrāmata uzmanība galvenokārt vērsta tieši uz šīm sugām. Latvijā Īscirtmeta atvasāji ir kārkli, papeles, apses un baltalkšņi.

SRC ir lieliska alternatīva viengadīgām energokultūrām, un tās var iekļaut jau esošajā lauksaimniecības sistēmā. Kopumā SRC kultivācija pēc savas definīcijas ir minimālas aktivitātes prasoša lauksaimnieciskā prakse, kas ar zemām siltumnīcas efekta gāzu (SEG) emisijām, ierobežotu ķīmikāliju izmantošanu, tādēļ, ka kultūras tiek kultivētas vairākus gadus, apsaimniekošana ir minimāla. Pesticīdus izmanto reti un nedaudz vai vairumā gadījumu nemaz. Tas nav tādēļ, ka nebūtu slimību vai kaitēkļu, bet pārsvarā nosacīti zemās ekonomiskās vērtības samazināšanās dēļ (salīdzinājumā ar tradicionālajām lauksaimniecības kultūrām), jo saražoto biomasu izmanto enerģijas ieguvei. Salīdzinājumā ar tradicionālajām lauksaimniecības kultūrām, nepieciešamība pēc mēslošanas ir zema: koku mēslošana bieži netiek praktizēta, jo kultūras ir daudzgadīgas un aug vairākus gadus pirms ražas novākšanas, izmantojot barības vielas, kas tiek pārstrādātas augsnes un augu sistēmās no lapām un atmirušajām saknēm. Pat gadījumos, kad ir ieteicama slāpekļa mēslojuma izmantošana, piemēram, kā kārķu Īscirtmeta atvasājos, ieteicamie izmantojamo mēslojumu daudzumi ir ievērojami mazāki salīdzinājumā ar citām tradicionālām lauksaimniecības kultūrām.

Papildus enerģētiskās koksnes iegūšanai, Īscirtmeta kokaugu audzēšanai ir daudz ieguvumu salīdzinājumā ar viengadīgām kultūrām. Kokaugu stādījumi palīdz uzlabot ūdens kvalitāti, tajos ir lielāka bioloģiskā daudzveidība, tie nodrošina ekosistēmas pakalpojumus (medīšana, biškopība, ūdens aprīte, ugunsdrošība), mazina dzīvnieku slimību izplatību fermās, novērš un aizkavē eroziju, mazina sintezēto materiālu izmantošanu (mēslojums, pesticīdi) un samazina klimata izmaiņas saistot oglekli. Šo priekšrocību izmantošana ir jāatbalsta, lai ilgtspējīgi ražot šķeldas no Īscirtmeta kokaugu stādījumiem, tādā veidā veicinot kokaugu pozitīvo ietekmi uz vidi. Tādēļ ļoti nozīmīgi ir ņemt vērā un izvērtēt ilgtspējīguma aspektus: īsas aprites cikla kokaugu stādījumiem ir vispozitīvākā ietekme uz mazauglīgu augsni un īpaši kā ainavas uzlabošanas struktūrelementam, norobežojot, piemēram, laukus, ceļus un elektroapgādes līnijas. SRCplus projektā jo īpaši tiek uzsvērta piegāžu ķēžu ilgtspējīguma nozīme (Dimitriou u.c. 2014a, Dimitriou & Rutz 2014, Dimitriou & Fistrek 2014).

## 1 Stādījumu vietas izvēle

Veiksmīgas SRC stādījumu ierīkošanas pamatnoteikums ir piemērotas augsnes/vietas izvēle. Šajā nodaļā aprakstīti dažādi faktori, kas jāņem vērā, izvēloties vietu stādījumiem, piemēram, augšanas apstākļi, klimats un stādījumu izvietojums.

### 1.1. Nepieciešamie augšanas apstākļi

Lai vieta būtu piemērota Īscirtmeta atvasāju stādījumu ierīkošanai, jāievēro vairākas prasības. Lauka atrašanās vieta ir svarīga, tomēr augsne un ūdens režīms, kas tieši ietekmē stādījumu produktivitāti un ienākumus, ir ne mazāk svarīgi. Nepieciešamie ūdens un augsnes apstākļi ir atkarīgi no koku sugas. Tāpēc kokaugu sugu izvēlas (sīkāk aprakstīts 3. nodaļā), novērtējot augšanas apstākļus vietā. Šajā nodaļā sniegtas norādes par galvenajām lietām, kas jāņem vērā, introducējot dažādas kokaugu sugas. Grāmatā īpaša uzmanība pievērsta kārķiem un papelēm, kas ir visbiežāk izmantotās koku sugas bioenerģijas ieguvei, lauksaimniecības zemēs ierīktos Īscirtmeta atvasāju stādījumos.

Augsne: Sugas, kas tiek izmantotas SRC stādījumos uz lauksaimniecības zemēm ir salīdzinoši mazprasīgas, tomēr augstāka koksnes produktivitāte tiks sasniegta auglīgās augsnēs. Īscirtmeta atvasāju (SRC) sugas augs dažādās lauksaimniecības augsnēs, un to produktivitāti – tieši tāpat kā

citām lauksaimniecības kultūrām – noteiks augsnes auglība, temperatūra, ūdens un gaismas pieejamība. Koki aug labi augsnēs, kuru pH līmenis ir 5-7,5, tomēr pētījumi liecina, ka, piemēram, vītoli un papeļu stādmateriāls ir iecietīgs pret augsni arī ārpus šī diapazona (Caslin u.c., 2010). Sausās un vieglās smilts augsnēs var būt traucēta ūdens pieejamība, tāpēc stādījumus šādās augsnēs izvairās ierīkot. Mazražīgi ir arī stādījumi, kas ierīkoti seklās augsnēs. Īsircimeta atvasāju stādījumos svarīgi veikt nezāļu kontroli, kas var būt īpaši apgrūtināta augsnēs ar augstu organisko vielu saturu un kūdras augsnēs. Īsircimeta atvasāju stādījumiem ir piemērots vidējs līdz smags, labi aerēts smilšmāls, kas pietiekami labi spēj aizturēt mitrumu. Ja augsni var apstrādāt vismaz 200-250 mm dziļumā, stādījumus iespējams ierīkot, stādot tos mehāniski. Īsircimeta atvasāju stādījumu ierīkošana pārmitrās palieņu augsnēs (2. un 3. attēls), ir rūpīgi jāizvērtē, jo gan stādījumu ierīkošana, gan biomasas ieguve ar smago tehniku, var būt apgrūtināta. Augsnes sablīvēšanās ir viens no negatīvajiem faktoriem, ko var izraisīt pārmitru augšņu apsaimniekošana. Uz šādām augsnēm smago tehniku izmanto tikai sausā laikā vai arī tad, kad augsne ir sasalusi.



**2.attēls:** Kārķu Īsircimeta atvasāju stādījumi izstrādātā kūdras laukā Baltkrievijā. Lai gan SRC stādījumus nav ieteicams ierīkot augsnēs ar augstu organisko vielu saturu, kārķu SRC iespējams audzēt un izmantot augsnes atjaunošanai arī šādās augsnēs. (Avots: Dimitriou I.)



**3.attēls:** Kārķu SRC stādījumi, Zviedrijā, laukā ar augstu gruntsūdens līmeni. Neskatoties uz augsto ūdens līmeni, no kura būtu jāizvairās, vītoli SRC stādījumi joprojām var apmierinoši augt, jo tie pacieš anaerobu vidi. (Avots: Dimitriou I.)

Ūdens pieejamība: SRC stādījumiem nepieciešams vairāk ūdens nekā citām lauksaimniecības kultūrām, tādēļ SRC stādījumu ierīkošanai būs piemērotākas teritorijas ar lielāku nokrišņu daudzumu, labāku piekļuvi gruntsūdeņiem vai citu ūdens pieejamību (piem., tuvumā esošām ūdenstilpnēm un notekūdeņu baseiniem) (skat. 4. attēlu). Dažas no SRC izmantotajām koku sugām, piemēram, kārķli, spēj paciest anaerobu vidi, kas radusies, ūdenim uzkrājoties augsnē. Lai kārķli audzēšana šādās vietās būtu iespējama, izvēloties stādījumu vietu, jāņem vērā apgrūtinātie biomasas ieguves apstākļi.

Atkarībā no SRC stādījumos izmantotās koku sugas, variē arī nepieciešamība pēc ūdens, kas var būt atšķirīga arī starp vienas sugas šķirnēm un kloniem. Šī iemesla dēļ, kokaudzētāvām vai citiem stādmateriāla izplatītājiem būtu jākonsultē lauksaimnieki un zemes īpašnieki par stādmateriāla piemērotību augšanas apstākļiem. Būtiski, ka tiek sekots līdzi, vai pēc spraudņu stādīšanas augsnē ir pietiekoši mitruma. Spraudņiem nav attīstīta sakņu sistēma, un pietiekams augsnes



mitrums ir viens no noteicošajiem faktoriem veiksmīgai stādījumu kultivēšanai. Tāpēc stādīšanas laiks ir rūpīgi jāplāno, jo stādīšana sausajā periodā var radīt lielus zaudējumus.

Paaugstināta ietekme uz gruntsūdens līmeni ir izteikta, stādot SRC sausās vietās. Valstīs, kur ūdens pieejamība ir limitēta un izmanto koku sugas kas ir pielāgojušās siltam klimatam (piem., eikalipti), īpaši jāapsver stādījumu ietekme uz gruntsūdeni. SRC ietekmei uz gruntsūdeni jāseko īpaši tad, ja lielu daļu no ūdens sateces laukuma izmantos stādījumi. Jāatzīmē, ka šāda nopietna stādījumu ietekme uz ūdens režīmu Eiropā nav konstatēta arī tāpēc, ka stādījumi ierīkoti tikai nelielās ūdens sateču laukumu daļās (Dimitriou u.c., 2012a). Ņemot vērā zemju izmantošanas dažādību Eiropas lauksaimniecības sistēmā, netiek paredzēta būtiska SRC stādījumu ietekme uz ūdens režīmiem. SRC sniedz vairākus labumus gan tos lietojot kā buferzonu, gan arī ierīkojot stādījumus platībās, kurās norit intensīva lauksaimniecība. Šādās vietās SRC stādījumi ir efektīvi novērš nelietderīgu barības vielu izskalošanos. Samazinātais barības vielu zudums un paaugstinātā evapotranspirācija (iztvaikošana) samazina barības vielu ieskalošanos gruntsūdeņos un tuvējās ūdenstilpnēs.

Lai nodrošinātu sev pietiekami daudz ūdens, SRC stādījumos koku saknes iesniedzas dziļāk nekā viengadīgie kultūraugi. SRC koku sakņu dziļums ir radījis bažas par iespējamiem meliorācijas sistēmu bojājumiem. Laukos, kuros ierīkota drenāžas sistēma, augsnes virsmas tuvumā ir pietiekami ūdens, tāpēc koki neveido dziļu sakņu sistēmu. Šādās vietās saknes koncentrējas augšējos 40-50 cm augsnes slāņos. Ja drenāžas sistēma ir jauna, potenciālo risku mazināšanai SRC audzētājs var apsvērt citas vietas izvēli. Nosusināšanas sistēmas vecums jāņem vērā, salīdzinot to ar sagaidāmo SRC stādījumu mūžu. Laukos ar jau bojātu vai vecu drenāžas sistēmu jāapsver SRC stādījumu ierīkošana, jo šādā gadījumā nosusināšanas sistēma nebūtu jāatjauno.



**4.attēls:** Papeļu SRC stādījumi Dienvidspānijā, kas tiek apūdeņoti un mēsloti ar pilsētas notekūdeņiem. Neskatoties uz sausajiem augšanas apstākļiem, SRC var augt apmierinoši arī bez apūdeņošanas, tomēr apūdeņojot ar notekūdeņiem, augšanu iespējams uzlabot. (Avots: Dimitriou I.)



**5.attēls:** Kārķļu SRC stādījumi gar lauku ceļa malu. Ceļš nodrošina vieglu piebraukšanu, un stādījumu platās malas atvieglo apsaimniekošanu (piemēram, biomasas ieguvei). (Avots: Nordh N-E.)

**Pieklūšana:** SRC stādījumiem būtu jāatrodas netālu no lauksaimniecības vai lauku ceļiem (skat. 5. att.), lai apsaimniekošanai nepieciešamajai tehnikai būtu nodrošināta viegla piekļuve. Ja stādīšanu

un biomasas iegūvi plānots veikt automatizēti, stādījumiem nebūs piemērota vieta nogāzēs, kas ir slīpākas par 10% (īpaši mitros apstākļos). Mazākiem stādījumiem, kurus plānots ierīkot un biomasu iegūt moto-manuāli, ir piemērotas vietas arī uz stāvākām nogāzēm. Pastiprināta transportlīdzekļu piekļuve SRC stādījumiem tiek paredzēta ziemā, kad tiks iegūta biomasas. Iegūtās koksnes smaguma dēļ, stādījumiem jāatrodas pēc iespējas tuvāk asfaltētiem ceļiem (vai ceļiem ar cita veida cieto segumu).

**Stādījumu lielums:** Stādījumu lielumam ir vērā ņemama ietekme uz stādījumu tālāku apsaimniekošanu, loģistiku un ar to saistītajām izmaksām. Atkarībā no valsts un stādījumu mērķa, ekonomiski dzīvotspējīga rezultāta sasniegšanai, stādījumu platībai jābūt vismaz 2–5 ha. Tomēr SRC stādījumu platības var būt mazākas (skat. 6. att.), ja apkārtnē atrodas vēl vairāki stādījumi un iespējams veikt darbu savienošanu (vienlaicīgi veikt biomasas iegūvi, lai samazinātu tehnikas transportēšanas izmaksas). Mazāka izmēra platības ir piemērotas arī lauksaimniekiem, kuriem stādījumi nepieciešami, lai nodrošinātu mājsaimniecības ar enerģijas avotu, kā arī tad, ja saimnieks plāno lielāko daļu darbu veikt manuāli.



6.attēls: Maza izmēra kārkļu SRC stādījumi lauksaimniecības ainavā. Lai gan platība ir neliela (aptuveni 2 ha), stādījumi atrodas tuvu citiem SRC stādījumiem un līdz ar to lauku apsaimniekošana tiek apvienota. (Avots: Nordh N-E.)

Lauka formai ir nozīmīga loma, tā nosaka, cik viegla un laiktīlīga būs stādījumu apsaimniekošana, un to, kāds būs stādījumu ekonomiskais iznākums. Garus un taisnstūra formas laukus ir vieglāk apsaimniekot, īpaši, ja plānots veikt arī šķeldošanu uz vietas. Šādas formas laukus ir vieglāk nožogot, pasargājot stādījumus no dzīvnieku izraisītiem bojājumiem (piem., trušu un stirnu). Tomēr, praksē garos un taisnstūra formas laukos bieži tiek stādītas viengadīgās lauksaimniecības kultūras, bet SRC stādījumiem atvēlēti mazi un neregulāras formas lauki. SRC stādījumu uzturēšana un nepieciešamais resursu ieguldījums ir daudz zemāks, nekā kultivējot viengadīgās lauksaimniecības kultūras (JTI, 2014).

Atrašanās vieta: SRC apsaimniekošana ir līdzīgāka viengadīgo lauksaimniecības kultūru, nevis meža apsaimniekošanai. Tomēr SRC stādījumu īpašības – koku augstums (atkarībā no izvēlētais koku sugas koki 3-4 gados var sasniegt pat 8 m augstumu), un tas, ka koki tiek stādīti rindās - izmaina ierasto lauksaimniecības zemju ainavu. Viengadīgās kultūras veido atvērtas ainavas, bet SRC stādījumi šādā ainavā rada jaunu dimensiju un iezīmes. SRC stādījumi var negatīvi ietekmēt atvērtu ainavu, tomēr labi izplānots stādījumu izvietojums ainavu var uzlabot.

Likumdošanā var būt noteikts, ka pirms SRC stādījumu ierīkošanas ir jāsaņem atļauja no kaimiņu zemes īpašniekiem. Stādījumu īpašniekam/apsaimniekotājam jācenšas rast dialogu ar kaimiņu zemes īpašniekiem, lai izvairītos no konfliktiem un vairotu viņu interesi par SRC.

SRC stādījumus neierīko vēsturiski nozīmīgās vietās vai tuvu tām, ja stādījumu augstums varētu negatīvi ietekmēt vietas vērtību. Jāievēro likumdošana, kas attiecas uz vietām ar īpašu aizsardzības statusu un jānovērš stādījumu potenciālā, negatīvā ietekme uz dabas un ainavas aizsardzības teritorijām. Ja SRC stādījumi atrodas zem elektrolīnijām, jānodrošina pieeja

elektrolīnijām. SRC stādījumi (piem., atvasāji) pirms ražas iegūšanas var sasniegt 8 m un lielāku augstumu, tāpēc jānodrošina, lai tie neskartu elektroapgādes līnijas.

Ja SRC stādījumus ierīko, lai ar biomasu nodrošinātu liela mēroga spēkstaciju (skat. 9.att.) un stādījumi tiek koncentrēti nelielā rādiusā ap spēkstaciju, ainava tiek būtiski izmainīta. Ainavu ietekmē arī izvēlēta koku suga un stādījumu biežība.

Stādījumi ainavu neietekmē, ja biomasu tiek ražota mazā apjomā. Stādījumu ietekmi uz ainavu var novērtēt, veicot vienkāršu aprēķinu: 2 MW<sub>el</sub> jaudīgās stacijas nepārtrauktai darbībai būs nepieciešami aptuveni 15-20 tūkstoši tonnu sausas koksnes biomasas. To var iegūt no 1 500-2 000 ha SRC stādījumu (ja stādījumu raža ir 10 t biomasas sausas/ha gadā). Šāda platība atbilst aptuveni 1,5% no platības 20 km rādiusā (20 km ir no biomasas gala lietotāja viedokļa ekonomiski pamatots rādiuss). Šādā gadījumā ietekme uz ainavu nav uzskatāma par nozīmīgu.

Apvidū, kurā jau pastāv aizsargjoslas un meži, ainava nav atvērta un SRC stādījumus iespējams integrēt, radot minimālas izmaiņas. Ja pārredzamība ir liela (atvērta ainava), vai ja stādījumi ir ierīkoti vietā ar līdzenu topogrāfiju, ainavu harmonizē, stādījumus veidojot dabīgā, nevis ģeometriski precīzā formā. Salīdzinoši lielas, esošajam meža apgabalam piegulošas plantācijas nodrošina estētisku un videi draudzīgu efektu (skat. 7. att.). Augu daudzveidība, kas rodas sajaucoties šķirnēm (piemēram, dažādiem atšķirīgās formas un krāsas kloniem) un pakāpeniska biomasas ražas novākšana, lauksaimniecības ainavai piešķir dinamiku (JTI 2014).



7.attēls: Neliels taisnstūra formas kārklu SRC lauks, kas ierīkots lauksaimniecības zemē, bet atrodas pie meža, nodrošinot vienmērīgu ainavas pāreju. (Avots: Nordh N-E.)

Ierīkojot SRC stādījumus, jācenšas ainavu stipri nemainīt un jāapzinās stādījumu potenciālā ietekme uz vidi. Zemāk uzskaitīti vispārīgi ieteikumi stādījumu ierīkošanā, bet jāatceras, ka katra vieta ir jāizvērtē individuāli, atkarībā no augsnes īpašībām (Dimitriou u.c., 2014a).

- SRC stādījumu ierīkošana lauksaimniecības zemēs, tuvu mežaudzēm, veicina dabisku ainavas turpinājumu (nepārtrauktību). Šāds stādījumu novietojums ir vēlams, tomēr nevajadzētu radīt pārāk mežaini viendabīgu ainavu.
- Atšķirīgi rotācijas periodi un pakāpeniska koksnes ražas ieguve rada daudzveidīgu un dinamisku ainavu.
- SRC stādījumu ierīkošana kultūrvēsturisku objektu tuvumā var estētiski negatīvi ietekmēt ainavu.
- Atšķirīgu klonu stādīšana (dažāds lapu izmērs, forma, krāsa) palielina vizuālo daudzveidību. Pietiekami plaši atvērumi starp stādījumiem paaugstina vietas rekreatīvo vērtību.

- Lietderīgi SRC stādījumus ierīkot gar ceļiem ar intensīvu satiksmi, jo zeme gar ceļa malām bieži vien netiek izmantota. Stādījumi nedrīkst samazināt drošību uz ceļa. Lai autovadītāji pietiekami labi pārrēdzētu ceļu, piemēram, pagriezienos un krustojumos, attālumam starp lauka malu un ceļmalu jābūt pietiekami lielam (skat. 8., 10. un 11. att.).
- Uz ceļiem ar mazāk intensīvu satiksmi, piemēram, lauku teritorijās, SRC stādījumu ietekme uz satiksmes drošību ir neliela. Vieglākai apsaimniekošanai (piem., biomasas ražas novākšanas mašīnu manevrēšanai) joprojām nepieciešama pietiekami plata lauka mala.
- Lielas spēkstacijas, kas enerģijas ieguvei izmanto īscirtmeta atvasājus, bieži vien atrodas rūpnieciskās zonās, kurās SRC stādījumu ierīkošana varētu noderēt kā zonas apzaļumošanas pasākums.
- Atklātās ainavās un platībās, kurās audzē viengadīgos lauksaimniecības augus, SRC stādījumi nodrošina ainavas daudzveidību.
- SRC stādījumi jāierīko vietās, kur tie pēc iespējas mazāk ietekmētu ainavu (piem., meža tuvumā, paugurainās vietās, tālu no nozīmīgiem kultūras objektiem) un veiksmīgi tajā iekļautos (piem., pie mazākiem meža nogabaliem, plašās, atvērtās lauksaimniecības zemēs, pielāgojot reljefam paugurainās teritorijas).

**1.tabula: Faktori, kas nosaka SRC stādījumu vietas izvēli, ja stādījumus plānots ierīkot enerģijas ieguvei.**

Vietējie dabas un ģeogrāfiskie apstākļi	Infrastruktūra un tehniskie aspekti
<ul style="list-style-type: none"> <li>• mikroklimats</li> <li>• augsne</li> <li>• jutīgums pret dabas apdraudējumiem</li> <li>• uzņēmība pret parazītiem/slimībām un dzīvnieku nodarītiem bojājumiem</li> <li>• bioloģiskā daudzveidība</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• attālums līdz biomasas uzpircējiem</li> <li>• SRC stādījumu pieejamība stādījumu ierīkošanai un apsaimniekošanai</li> <li>• elektrolīnijas, kas šķērso stādījumus</li> <li>• atbilstošu stādīšanas un biomasas ražas novākšanas iekārtu pieejamība</li> </ul>



**8.attēls: SRC stādījumi lielceļa tuvumā. Platākas malas starp lauku un ceļu autovadītājiem nodrošina labāku pārredzamību. (Avots: Nordh N-E.)**



**9.attēls: Biomasas ražas ievākšana lielā kārkļu SRC stādījumā, tuvu koģenerācijas stacijai (stacijas skurstenis redzams attēla augšējā kreisajā stūrī), kas saņem koksnes šķeldas. Transportēšanas izmaksas samazinās, ja biomasa enerģijas ieguvei tiek ražota tuvu galalietotājam. (Avots: Dimitriou I.)**



**10.attēls: Papeļu SRC stādījumi blakus ceļam Vācijā. Ceļa pārredzamība nav ietekmēta. (Avots: Rutz D.)**



**11.attēls: Kārklus SRC stādījumi blakus ceļam Zviedrijā. Ceļa pārredzamība nav ietekmēta. (Avots: Rutz D.)**

## 1.2. Klimats

SRC stādījumos biomasas ieguvei iespējams izmantot daudz dažādas koku sugas. Sugu izvēli ietekmē vietas klimatiskie apstākļi.

Patlaban Eiropā SRC stādījumos visbiežāk izmanto mērenās zonas ziemeļu daļas sugas – kārkļus

un papeles. Šīs sugas var paciest dažādus klimatiskos apstākļus un ir izturīgas pret aukstumu. Audzējot vītolus un kārkļus pārāk sausā augsnē, nav sagaidāma liela raža. Sausās augsnēs izvēlas sugas vai klonus/šķirnes, kam nepieciešams salīdzinoši neliels ūdens daudzums.

SRC stādījumos Eiropas dienvidos iespējams izmantot pret salu jutīgas sugas, tomēr vissvarīgākais sugu un/vai šķirņu izvēlē ir sugas sausumizturība. Stādījumu ierīkošanas gadā, kamēr spraudēņi nav apsakņojušies, īpaši rūpīgi jāseko ūdens pietiekamībai stādījumos.

SRC stādījumu ierīkošanā izmantotajam stādmateriālam jābūt pārbaudītam vietējos augšanas apstākļos un licencētam. Ir vairāki kloni/šķirnes, kas piemēroti audzēšanai tikai noteiktos platuma grādos, bet ārpus šiem platuma grādiem nespēj sasniegt augstu ražu vai pat iznīkst. Tāpēc stādījumu ierīkošanā ieteicams izmantot vietējos augšanas apstākļos pārbaudītu stādmateriālu no vietējām kokaudzētavām.

### 1.3. Stādījumu izvietojums

Ierīkojot SRC stādījumus un izvēloties to izvietojumu, bez biomasas ražas maksimizēšanas, jāņem vērā arī stādījumu apsaimniekošanas praktiskie jautājumi, un tas, kā veicināt īscirtmeta atvasāju pozitīvo ietekmi uz vidi.

No ekspluatācijas viedokļa, stādījumu ierīkošanai ideāli piemērotas ir līdzenas platības vai platības ar nogāzi ne stāvāku par 10%. Tomēr, augsnes erozijas mazināšanai, SRC stādījumus bieži ierīko arī uz stāvākām nogāzēm. SRC stādījumu izvietojums jāieplāno tā, lai nodrošinātu stādījumu ierīkošanā un biomasas ražas iegūšanā iesaistītās tehnikas piekļuvi.

Ceļiem jābūt pietiekami platiem, lai ražas novākšanā izmantotās iekārtas (plāvējs un/vai pavadošie šķeldas savākšanas traktori) varētu veikt apgriešanās manevrus. Šādas stādījumu platībai piederošas, bet neapstādītas apgriešanās joslas ļauj palielināt bioloģisko daudzveidību stādījumu malās un tajās iespējams audzēt vietējās zālaugu kultūras. Ja kārkļu un papeļu biomasas ieguvē tiek izmantota mehanizētā ražas novākšanas tehnika, apgriešanās joslām jābūt vismaz 6–7 m plātām. Platībai jābūt pietiekami lielai, lai varētu transportēt koksnes biomasu un ilglaicīgi uzglabāt sašķeldotu biomasu vai baļķus (skat. 12. att.).



12.attēls: SRC biomasas ražas ievācējs (hārvesters), kas izmanto platās lauka malas, lai tajās uz laiku uzglabātu sašķeldoto koksni. Pirms šķeldu nogādāšanas gala lietotājam, to mitrumu samazina, tās kaltējot kaudzēs lauka malā. (Avots: Dimitriou I.)

Plānojot stādījumu izkārtojumu, jācenšas maksimizēt rindu garumu, tādā veidā samazinot nepieciešamo mašīnas apgriezīu skaitu. Ideāli, ja rindu garums ir tik liels, ka hārvesters pirms apgriešanās var piepildīt vienu vai divas piekabes ar koksnes šķeldām (JTI 2014).

Ierīkojot jaunus SRC stādījumus, nevajadzētu kavēt publisku piekļuvi platībai. Tas ir īpaši attiecināms uz teritorijām ar augstu rekreācijas potenciālu, piemēram, vietām pilsētu tuvumā. Rūpīga publiskās piekļuves plānošana un konsultēšanās ar ieinteresētajām personām var novērst iespējamus konfliktus. Plaši lauki starp SRC stādījumu blokiem palielinās publisko piekļuvi un SRC stādījumu rekreācijas vērtību. Šādi lauki jeb koridori un platās joslas starp ceļa un lauka malu, kā arī garās stādījumu rindas, veicina augu un dzīvnieku daudzveidību teritorijā.

Stādījumi jāizvieto tā, lai tie pēc iespējas labāk iederētos ainavā (kā norādīts iepriekš), vislabāk – blakus vai tuvu mežaudzēm (t.sk. aizsargjoslu stādījumiem un/vai nelielām mežainām platībām). Malas ir būtisks ainavas elements. SRC stādījumu malām jāizskatās pēc iespējas dabiskāk. Ap stādījumiem var ierīkot dzīvžogus, kurus katru gadu apsaimnieko. Alternatīva dzīvžogam var būt viengadīgie lauksaimniecības augi.

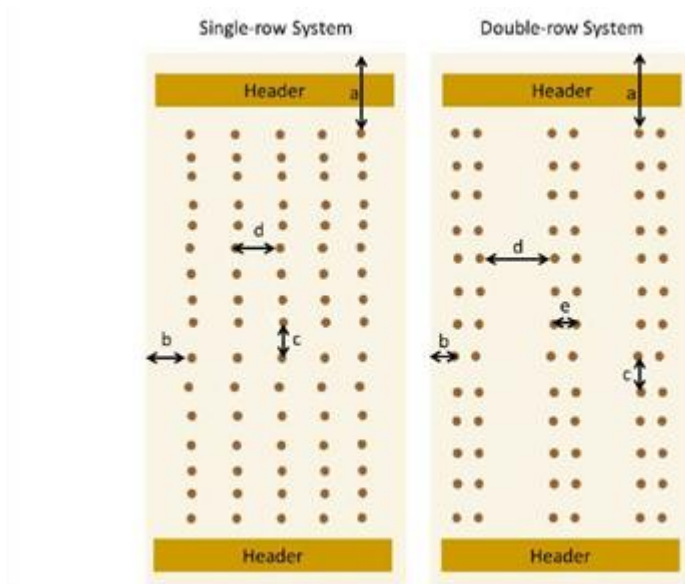
SRC stādījumu centrālajā daļā var izvēlēties dažādu izkārtojumu, kas atkarīgs no izmantotajām sugām un rotācijas perioda (skat. 2.tabulu un 13.attēlu). Kārķu un papeļu atvasāju stādījumos ir augsts blīvums – stādīšanas biežums sasniedz 5 000 līdz 20 000 spraudeņu uz hektāru. Lai atvieglotu šādu stādījumu mehanizētu apsaimniekošanu stādot, mēslojot un iegūstot ražu, ieteicama stādīšana vienā rindā vai dubultrindās.

**2.tabula: Stādījumu plāns kārķiem un papeļēm Vācijā (Pēc Wald 21)**

	Īsa rotācija (3-5 gadi)	Vidēja rotācija (6-8 gadi)	Gara rotācija (> 10 gadiem)
<b>Kārķi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 13 000 spraudeņi/ha</li> <li>• Dubultrindas: 2 m x 0,75 m</li> <li>• Intervāls: ik pēc 55 cm (rindā)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nav noteikts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nav noteikts</li> </ul>
<b>Papeles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 300–11 000 spraudeņi/ha</li> <li>• Vienā rindā: 2 m</li> <li>• Atstatums: ik pēc ~ 45-60 cm (rindā)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 000 spraudeņi/ha</li> <li>• Vienā rindā: 2 m</li> <li>• Atstatums: ik pēc ~ 1m (rindā)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 500–3 333 spraudeņi/ha</li> <li>• Vienā rindā: 2m</li> <li>• Atstatums: ik pēc ~ 1,5–2 (rindā)</li> </ul>

Papeļu stādījumus visbiežāk ierīko rindās, ar 2 m attālumu starp rindām un 0,45 m līdz 2 m atstatumu starp spraudeņiem (atkarībā no rotācijas perioda ilguma). Papeles var stādīt arī dubultrindās.

Izmantojot dubultrindu sistēmu iespējams samazināt stādījumu apsaimniekošanas laukietilpīgumu un apsaimniekošanas izmaksas. Dubultrindu sistēma īpaši piemērota kārķu stādījumiem, kur atvasājiem ir daudz sīku atvašu un rotācijas periodi ir ļoti īsi. Visbiežāk lietotais rindu attālums ir 1,50 m starp dubultrindām un 0,75 m starp dubultrindas rindām, atstatums starp spraudeņiem rindā – 0,5 m līdz 0,8 m (atkarīgs no atrašanās vietas un izmantotajiem kloniem vai sugām). Mainot rindstarpu attālumu vai atstatumu starp spraudeņiem, iespējams ietekmēt biomasas galaproduktu – īpaši koku augstumu un caurmēru. Savlaicīga konsultēšanās ar potenciālajiem galalietotājiem (jau stādījumu plānošanas posmā) ir nepieciešama, lai novācot ražu, varētu nodrošināt pircēju prasības.



13.attēls: Vienkāršotas stādījumu shēmas piemēri vienrindu un dubultrindu sistēmā (neatbilst mērogam) (a = hedera platums (8 m); b = attālums līdz lauka malai (2 m); c = atstatumsstarp spraudņiem rindā (0,45-2 m); d = attālums starp rindām (2 m); e = attālums starp dubultrindas rindām (0,75 m) (Avots: Rutz D.)



14.attēls: Dažāda vecuma kārkļu SRC stādījumi, kuros izmantoti vairāki kloni, dažādo ainavu. Atšķirīgais klonu augstums un krāsas sekmē stādījumu dažādību, un, pateicoties platajai joslai starp stādījumu malām, kaimiņi var viegli pārvietoties starp laukiem. (Avots: Nordh N-E.)



#### 1.4. Likumdošana

Izvēloties stādījumu vietu, svarīgi iepazīties ar stādījumu ierīkošanu saistīto likumdošanu. Stādījumu ierīkošanu nosaka gan valsts, gan reģionālā un vietējā līmeņa likumi, noteikumi u.c. normatīvie dokumenti. Ierīkojot SRC stādījumus, nereti tiek mainīts iepriekšējais zemes saimnieciskās izmantošanas veids (lauksaimniecības zeme, pļava, mežs, pamesta zeme utt.).

Daudzās valstīs jaunu SRC stādījumu ierīkošana meža zemēs nav ieteicama, vai pat ir aizliegta ar likumu. Tikai dažās valstīs SRC stādījumi tiek klasificēti kā meža zeme. Dažviet, piemēram, Bavārijā (Vācija), ir aizliegta SRC stādījumu ierīkošana pļavās. Ja īsircimeta atvasājus novāc konkrētā laika periodā (piemēram, Vācijā tie ir 20 gadi), tie tiek uzskatīti par vienlīdzīgiem viengadīgajām kultūrām lauksaimniecības zemēs.

Paralēli vispārīgajiem noteikumiem, kas attiecas uz SRC ierīkošanu (atšķiras starp Eiropas valstīm), jāņem vērā arī zemes aizsardzības statuss. Zemei piemērotais aizsardzības statuss ne vienmēr nozīmē stādījumu ierīkošanas aizliegumu. Tas vai stādījumus atļauts vai aizliegts ierīkot ir atkarīgs no aizsardzības statusa veida: noteikumi atšķiras, ja tas ir ainavas aizsardzības objekts, dabas aizsardzības vai Natura 2000 teritorija. Jāņem vērā arī likumdošanā noteiktās prasības attiecībā uz ūdens resursu apsaimniekošanu: ūdens drenāžas (sateces) teritorija, plūdu skartās zonas un barības vielu izskalošanās riskam pakļautās - jutīgās teritorijas.

Likumdošana var ietekmēt arī šķirņu un klonu izvēli, atzīstot tikai noteiktu sugu klonu/šķirņu izmantošanu. Nereti likumdošanā noteikts attālums līdz kaimiņu īpašumam (visbiežāk tiek pieprasīta 2 m plata, tukša josla starp stādījumiem un kaimiņu zemi).

#### 1.5. Ilgtspējīga stādījumu vietas izvēle

Biomasa pieprasījuma pieaugums enerģētikā un bioloģisku materiālu ražošanā, ir pastiprinājis diskusijas par bioenerģijas ilgtspējību. Ievērojot vairākus aspektus, SRC stādījumu ierīkošana un īsircimeta atvasāju izmantošana var uzlabot šīs jomas ilgtspējību. SRCplus ziņojumā „Ilgtspējības kritēriji un rekomendācijas īsircimeta meža kultūru audzēšanā” ir pieejams šo aspektu detalizēts apraksts (Dimitriou & Rutz 2014). Tālāk sniegts tikai vispārīgs pārskats par ziņojuma saturu.

SRC audzēšana pēc savas definīcijas ir zemu izmaksu lauksaimniecības prakse, un, ierobežotās ķīmikāliju izmantošanas rezultātā, paredz zemas SEG emisijas. Stādījumu ilggadīgums nodrošina zemas apsaimniekošanas izmaksas. Pesticīdu izmantošanas apmēri SRC stādījumos ir niecīgi un visbiežāk tie netiek izmantoti vispār. Pesticīdu nelielo izmantošanas apmēru iemesls nav slimību vai kaitēkļu neesamība, bet gan nosacīti zemā pesticīdu izmantošanas ekonomiskā vērtība (salīdzinājumā ar tradicionālajām lauksaimniecības kultūrām). Stādījumos saražotā biomasa tiek izmantota tikai enerģijas ieguvei. SRC stādījumu mēslošana, salīdzinājumā ar tradicionālo lauksaimniecības kultūru mēslošanu, nav intensīva. Koku mēslošana nav ierasta prakse, un daudzgadīgās kultūras aug vairākus gadus, augšanā izmantojot barības vielas, kas radušās, sadaloties nokritušajām lapām un atmirušajām saknēm. Pat gadījumos, kad ieteicama mēslošana ar slāpekli (N), piemēram, kārkļu īsircimeta atvasājiem, ieteicamās mēslošanas devas (aptuveni 80 kg N uz hektāru gadā) ir ievērojami mazākas nekā mēslošanas devas citām lauksaimniecības kultūrām.

**Augsnes ielabošanai** pastāv tehniski un fizioloģiski ierobežojumi (piemēram, koku augstums). Mēslošanas aprīkojums nav piemērots ikgadējai mēslošanai, īpaši, kad ierīkoti sabiezināti stādījumi, kā tas ir kārkļu un papeļu SRC stādījumos. Arī aršanu veic tikai vienreiz – ierīkojot stādījumus, un citu augsnes apstrādi neveic līdz rotācijas perioda beigām, kas var ilgt pat desmitgades.

Ilgtspējīgi apsaimniekojot SRC stādījumus, iespējams radīt būtisku sinerģiju (mijiedarbību) ar citām lauksaimniecības praksēm, ekosistēmas pakalpojumiem un dabas aizsardzības pasākumiem. SRC

stādījumi var palīdzēt uzlabot ūdens kvalitāti, paaugstināt bioloģisko daudzveidību, nodrošināt ekosistēmas pakalpojumus (medīšanu, biškopību, ūdens apgādi, ugunsdrošību), samazināt dzīvnieku slimību izplatību, novērst augsnes eroziju, mazināt mākslīgo izejmateriālu patēriņu (mēslošanas līdzekļu, pesticīdu) un samazināt klimata izmaiņu negatīvo ietekmi, asimilējot oglekli. Lai šķeldas ražošana no īscirtmeta atvasājumiem būtu ilgtspējīga, šīs sinerģijas jāsekmē, uzlabojot SRC pozitīvo ietekmi uz vidi. Jāapsver vairāki ilgtspējības aspekti: SRC stādījumi atstāj pozitīvu ietekmi uz marginālām augsnēm un var kalpot kā ainavas struktūrelements, piemēram, norobežojot laukus, ceļus un elektrolīnijas.

Ņemot vērā SRC stādījumu nozīmīgo ietekmi uz vidi, tālāk aprakstīta to ietekme uz zemes izmantošanas maiņu. Zemes izmantošanas maiņa tiek klasificēta tiešajā (tZIM) un netiešajā (nZIM). Zemes izmantošanas maiņa ietekmē jebkuru, uz kultūraugu sistēmām balstītu, bioenerģijas ieguves ķēdi, jo nākotnē konkurence par zemes izmantošanu kļūs arvien lielāka.

Iepriekšējam zemes izmantošanas veidam ir svarīga nozīme izstrādājot rekomendācijas ilgtspējīgai SRC stādījumu audzēšanai. SRC kultūras nākotnē tiks audzētas dažādos zemju veidos:

- lauksaimniecības zemēs: dažādu veidu lauksaimniecības zemēs (aramzemes), atkarībā no augsnes īpašībām un ūdens pieejamības
- pļavās: izšķir intensīvi un ekstensīvi apsaimniekotas pļavas (ganības)
- mežos: tomēr daudzās valstīs SRC nedrīkst audzēt meža zemēs (gan no likuma viedokļa, gan vides aizsardzības viedokļa).
- marginālās zemēs: ir pieejamas vairākas „marginālas zemes” definīcijas. Zemes saimnieciskās izmantošanas veidiem, kas ekonomiski ir klasificēti kā “margināli” nereti ir augsta ekoloģiskā vērtība. SRC stādījumus var ierīkot uz stāvām nogāzēm (lai novērstu augsnes eroziju), plūdu skartās teritorijās, zem elektrolīnijām, utt.
- aizsargājamās dabas teritorijās (zemēs ar aizsardzības statusu): iespēja ierīkot SRC stādījumus uz zemēm ar aizsardzības statusu ir atkarīga no aizsardzības statusa veida un apsaimniekošanas mērķiem.

Auglīgas lauksaimniecības zemes ir vispiemērotākās no resursu viedokļa efektīvās koksnes biomasas produkcijas sasniegšanai SRC stādījumos. Pareizi apsaimniekojot auglīgas platības iespējams sasniegt augstāku biomasas ražu uz platības vienību (attiecīgi, arī lielāku peļņu). SRC stādījumu ierīkošana auglīgās lauksaimniecības zemēs var pozitīvi ietekmēt ūdens kvalitāti, augsnes īpašības un bioloģisko daudzveidību (salīdzinājumā ar ierastajām, auglīgās augsnēs kultivētajām, lauksaimniecības kultūrām).

Daudzos reģionos SRC konkurē ar citām kultūrām lauksaimniecības zemēs samazina pašreizējās koksnes un enerģijas cenas, tāpēc lauksaimnieki biežāk ir ieinteresēti ierīkot SRC stādījumus pamestās lauksaimniecības zemēs vai ganībās. Lauksaimniecības zemes saimnieciskās izmantošanas veida maiņa no pļavas uz stādījumiem var būt pretrunīga, jo lauksaimniecības nozarē Eiropā tiek izdarīti centieni saglabāt oglekli asimilējošo ekosistēmu vai ekosistēmu ar augstu bioloģisko daudzveidību, kā pļavu, platības. SRC stādījumu apsaimniekošana ir vislīdzīgākā pļavu apsaimniekošanai, jo stādījumos izmantotās kokaugu kultūras ir daudzgadīgas un to audzēšanā tiek izmantots maz pesticīdu. Arī stādījumu ietekme uz augsnes un ūdens kvalitāti ir līdzīga kā pļavām. Zemes saimnieciskās izmantošanas maiņa jāveic piesardzīgi, ievērojot vides aizsardzības prasības.

SRC stādījumu audzēšanai meža zemēs ir negatīva ietekme. Tāpēc daudzas valstis ir izstrādājušas tiesību aktus, kas ierobežo SRC stādījumu ierīkošanu meža zemēs.

Visus trīs zemes izmantošanas veidus (lauksaimniecības zeme, pļava, mežs) apsaimnieko atšķirīgi. Ņemot vērā zemes apsaimniekošanas veidu, augsnes īpašības un klimata apstākļus, apzīmējumu „margināla zeme” var piemērot visiem trīs zemes izmantošanas veidiem. Marginālajai zemei, atkarībā no ekonomiskā iznākuma, augsnes auglības, esošajiem riskiem un citu faktoru viedokļa, pastāv atšķirīgas definīcijas.

Marginālas zemes var būt zemes ar vidēji vai lielā mērā piesārņotu augsni, plūdiem pakļautas teritorijas, zemes zem elektrolīnijām un gar dzelzceļa sliedēm, kā arī zemes vietās ar paaugstinātu nogrūvumu risku. SRC stādījumiem izmantojamās sugas var paciest nelabvēlīgus apstākļus un šādos apstākļos sasniegt labu ražu (piemēram, augsnēs, kas piesārņotas ar smagajiem metāliem, anaerobā vidē, mazauglīgās vietās, applūstošās teritorijās), tāpēc marginālu zemju apgrūtinātā apsaimniekošana paver iespējas SRC stādījumu ierīkošanai. Šādās teritorijās bieži nav iespējams audzēt ko citu kā SRC stādījumus. Paredzamā koksnes biomasas produktivitāte un zemes izmantošanas efektivitāte marginālās zemēs ir samērā zema. Tomēr, optimizējot SRC stādījumu apsaimniekošanu, ieinteresētību marginālu zemju apsaimniekošanā var radīt veģetācijas konkurences neesamība, un vides ieguvumi. Audzējot īscirtmeta atvasājus noteiktās teritorijās, piemēram, marginālās zemēs ar augstu bioloģisko daudzveidību, pastāv risks radīt negatīvu ietekmi uz vidi.

Visiem trim zemes izmantošanas veidiem (lauksaimniecības zemei, pļavām, mežiem) iespējams piešķirt aizsardzības statusu, saskaņā ar reģionālo, nacionālo un ES likumdošanu. Ja aizsardzības statuss ir piešķirts konkrētām ekosistēmām, dzīvotnēm un aizsargātajām sugām, SRC stādījumu ietekme šādās vietās var būt negatīva. SRC stādījumu ietekme uz vietām, kurām piešķirts ainavas aizsardzības statuss, var būt gan pozitīva, gan negatīva. Katrai vietai ir jānosaka konkrēti aizsardzības mērķi un jāizvērtē SRC stādījumu ierīkošanas ietekme uz šo mērķu izpildi.

SRC stādījumu ierīkošanas ietekme uz dažādiem zemes izmantošanas veidiem aplūkota 3.tabulā.

**3.tabula: SRC stādījumu ierīkošanas ietekme uz lauksaimniecības zemēm, pļavām un mežiem (No: BUND 2010; Dimitriou & Rutz 2014)**

Kritērijs	SRC stādījumi salīdzinājumā ar lauksaimniecības zemēm	SRC stādījumi salīdzinājumā ar pļavām	SRC stādījumi salīdzinājumā ar mežiem
Pesticīdu izmantošana	Stādījumu ierīkošanas un ražas ievākšanas laikā līdzīga ierastajai izmantošanai uz lauksaimniecības zemēm; īsos rotācijas periodos nav nepieciešama.	Stādījumu ierīkošanas un ražas ievākšanas laikā līdzīga ierastajai izmantošanai pļavās; īsos rotācijas periodos nav nepieciešama.	Augstāka
Mēslojuma izmantošana	ļevērojami zemāka nekā konvencionālajā lauksaimniecībā	ļevērojami zemāka nekā intensīvi apsaimniekotās pļavās	Augstāka
Augsnes erozija	ļevērojami zemāka	Stādījumu ierīkošanas un ražas ievākšanas laikā augstāka nekā pļavās; īsos rotācijas periodos līdzīga kā pļavai.	Nedaudz augstāka

Bioloģiskā daudzveidība	Parasti daudz augstāka nekā intensīvi izmantotās lauksaimniecības zemēs; Ekstensīvi izmantotās lauksaimniecības zemēs tā var būt gan augstāka, gan zemāka.	Atkarīga no pļavas izmantošanas intensitātes un no pārstāvētām sugām.	Atkarīga no meža tipa un SRC stādījumu veida; Salīdzinājumā ar dabīgiem mežiem bioloģiskā daudzveidība SRC stādījumos ir zemāka.
Klimats un ūdens	Augstāks iztvaikošanas ātrums, labāka lietus ūdeņu saistīšana, labāka vēja aizsardzība un temperatūras līdzsvarošana, putekļu un citu piesārņotāju daudzuma samazināšana	Augstāka iztvaikošana, augstāka vēja aizsardzība un temperatūras līdzsvarošana	Samērā negatīva ietekme
Oglekļa piesaiste	Ievērojami augstāka	Augstāka vai vienāda; atkarīga no apsaimniekošanas veida.	Ievērojami zemāka CO <sub>2</sub> uzglabāšanas spēja, taču ikgadējā sekvestrācija augstāka

Svarīgs zemes izmantošanas ilgtspējības faktors, ir enerģijas iznākums no hektāra Īscirtmeta atvasāju stādījumu, salīdzinājumā ar enerģijas iznākumu no citām kultūrām. Jo lielāks enerģijas iznākums, jo lielāks klimata izmaiņu negatīvās ietekmes samazināšanas potenciāls. Lai gan enerģijas iznākums ir atkarīgs no stādījumu atrašanās vietas, vidējās vērtības ir parādītas 4.tabulā. Enerģijas bilance ir parādīta 5.tabulā.

**4.tabula: Ikgadējais enerģijas iznākums no SRC stādījumiem, enerģētiskām kultūrām un meža; kWh/ha**

SRC	Graudi (biogāze)	Rapsis (biodīzelis)	Mežs
16 000 – 60 000	37 000 – 55 000	11 000 – 21 000	10 000 – 27 000

**5.tabula: Enerģijas bilance kā izvēlēto kultūru ieguldījuma/iznākuma attiecība**

SRC (kārkli)	SRC (papeles)	Graudi (vesels augs)	Rapsis (vesels augs)	Kvieši (ieskaitot salmus)
1:24*	1:16 līdz 1:26**	1:11*	1:9*	1:11*

Avoti: \*Börjesson & Tufvesson 2011; \*\*Burger 2011

Kā jau iepriekš minēts, zemes izmantošanas veida maiņa ir tikai viens no aspektiem, kas jāņem vērā, lai novērtētu stādījumu ilgtspējību. SRC stādījumu ietekme uz augu un dzīvnieku daudzveidību un izmaiņām augsnē, ūdenī un ainavā ir sīkāk aprakstīta ziņojumā "Ilgspējības kritēriji un rekomendācijas Īscirtmeta kokaugu kultūru audzēšanā" (Dimitriou & Rutz 2014).

## 3 Koku sugas un kloni

Eiropā enerģētiskās koksnes ražošanā tiek izmantotas vairākas ātraudzīgas koku sugas. Šajā rokasgrāmatā īpaša uzmanība tiek pievērsta kārkļu un papeļu SRC. Šīs sugas Eiropā ir izraisījušas vislielāko interesi un liela daļa pētījumu veikti tieši par papeļiem un kārkļiem. Rokasgrāmatā ir iekļauta informācija un pētījumu rezultāti arī par tādām koku sugām kā baltā akācija, eikalipts, alkšņi, osis un bērzs, kuras arī audzē kā īscirtmeta atvasājus. Informācija sagatavota, ņemot vērā augšanas apstākļu daudzveidību Eiropā.

### 3.1. Kārkli

Vītoli, kārkli un krūmveida kārkli veido *Salix* ģinti (skat. 15. un 16.att.). Šajā ģintī ir aptuveni 400 lapu koku un krūmu sugu, kuras dabā lielākoties atrodamas sākotnēji mitrās augsnēs, aukstos un mērenos reģionos ziemeļu puslodē. Eiropā, enerģijas ražošanā, visbiežāk tiek izmantoti kārkli. *Salix* ģints sugas SRC stādījumos izmanto to īpašību dēļ. Kārkļu sugas ir ātraudzīgas, augstražīgas un aug labi dažādās augsnēs (gan tam piemērotajā augsnes pH diapazonā – 5-7.5, gan ārpus tā; no smagas māla augsnes līdz vieglākas struktūras augsnei). Kārkli labi dzen atvases (tāpēc tos, pēc ražas novākšanas, nav nepieciešamības atkārtoti stādīt), to saknes spēj augt anaerobā vidē (var stādīt ar ūdeni piesātinātās augsnēs) un spēj izturēt paaugstinātu barības vielu un smago metālu koncentrācijas augsnē (kārkļus var stādīt nelabvēlīgā vidē, piemēram, augsnes atveseļošanas nolūkos). Lielā kārkļu ģenētiskā daudzveidība ir vēl viena ģints priekšrocība. Ģenētiskā daudzveidība sugām sniedz atšķirīgas fizioloģiskās īpašības, tāpēc sugas var izvēlēties atbilstoši augšanas apstākļiem. Kārkli ir viegli audzējami un atšķirīgu kārkļu klonu krustošana, iegūstot uzlabotu stādmateriālu nav sarežģīta un tiek plaši pielietota.



**15.attēls: Klūdziņu kārkle (*Sallix viminalis*), ko plaši izmanto SRC stādījumos Eiropas ziemeļu daļā, lapas (Avots: Aronsson P.)** **16.attēls: Ziedošs kārklis agri pavasarī (Avots: Rutz D.)**

Kārklu ģenētiskā materiāla uzlabošanas programmas Zviedrijā un Apvienotajā Karalistē ir ievērojami progresējušas kārklu selekcijā, īsirtmeta atvasājiem bioenerģijas ieguvei. Lai paplašinātu biomasas ražošanu, ir nepieciešamas kokaugu šķirnes, kas piemērotas plašākam vides diapazonam un nākotnes klimata apstākļiem. Zviedrijas un Apvienotās Karalistes selekcijas programmu primārais mērķis bija iegūt augstražīgas šķirnes, kas ir izturīgas pret slimībām un kaitēkļu bojājumiem un kuru virszemes forma atvieglo mehānisku ražas novākšanu. Lielākā daļa no Zviedrijas selekcijas programmas ietvaros *Svalof-Weibull AB (SW)* iegūtajiem krustojumiem, iekļāva *S. viminalis*, *S. dasyclados* un *S. schwerinii* sugas. Ģenētiskais materiāls, krustojumu veidošanai, tika iegūts no Zviedrijas un Centrāleiropas kolekcijām, kuras vēlāk tika papildinātas ar materiālu no ekspedīcijas centrālajā Krievijā un Sibīrijā. Apvienotās Karalistes selekcijas programma, kas bāzējās *IACR-Long Ashton* (finansē Eiropas Kārklu audzētāju apvienība (*European Willow Breeding Partnership - EWBP*)), izmantoja vairāk nekā divdesmit dažādas sugas no Apvienotās Karalistes Nacionālās Kārklu kolekcijas (*UK National Willows Collection*). Tika lietoti arī sugu eksotiskie ekvivalenti, piemēram, *S. viminalis* un *S. caprea*, vietā - *S. rehderiana*, *S. udensis*, *S. schwerinii*, *S. discolor* un *S. aegyptica*.

Šī darba rezultātā, jaunas, augstražīgākas un pret kaitēkļu un slimību bojājumiem noturīgākas šķirnes/kloni nodrošina stabilu ražu jaunajos kārklu SRC stādījumos. Šķirņu/klonu izvēle ir atkarīga no audzētāja vēlmēm, klimata apstākļiem stādījumu atrašanās vietā un stādmateriāla pieejamības. Stādmateriāla (spraudeņu) ražotājiem nepieciešams vismaz viens gads, lai varētu nodrošināt pietiekami daudz katras izvēlētās šķirnes spraudeņu. Tiklīdz ražotāji zina, kādas šķirnes/kloni ir nepieciešami, viņi var veikt koku atsēdināšanu uz celma, lai nākamajā ziemā būtu pieejamas viengadīgas atvases spraudeņu ražošanai. Šobrīd Eiropas Savienībā pieejamas aptuveni 25 sertificētas šķirnes, no kurām aptuveni desmit tiek izmantotas komerciāli. Katru gadu tiek izveidota viena vai divas jaunas šķirnes. Visbiežāk izmantotie kloni, kas tika iegūti divu iepriekšminēto audzēšanas programmu ietvaros, ir uzskaitīti 6.tabulā.

Lai iegūtu sīkāku informāciju par kārklu klonu īpašībām un piemērotību dažādiem augšanas apstākļiem, jāsaazinās ar spraudeņu piegādātājiem.

**6.tabula: Visbiežāk izmantoto kārklu klonu saraksts, kuri iegūti Apvienotās Karalistes Eiropas Vītulu selekcijas partnerības (EWBP) un Zviedrijas selekcijas *Svalof-Weibull AB (SW)* programmu ietvaros (Caslin *et al.*, 2012)**

Klons	Suga	Dzimte	Raksturojums	Selekcijas programma
Beagle	<i>S. viminalis</i>	Siev.	Par vidējo augstāks sausnas saturs ražas novākšanas laikā	EWBP
Endeavour	<i>S. schwerinii</i> x <i>S. viminalis</i>	Siev.	Necieš sāļu vidi	EWBP
Gudrun	<i>S. dasyclados</i>	Siev.	Uzņēmīgs pret lapu rūsu, pirmajā gadā aug lēni	SW

Inger	<i>S. triandra</i> x <i>S. viminalis</i>	Siev.	Labi aug sausās augsnēs, augsts sausnas saturs, zema siltumspēja	SW
Jorr	<i>S. viminalis</i>	Vīr.	Relatīvi uzņēmīgs pret salu	SW
Olof	<i>S. viminalis</i> x ( <i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i> )	Vīr.	Uzņēmīgs pret rūsū, augstāks ūdens saturs šķeldā	SW
Resolution	( <i>S. viminalis</i> x ( <i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i> )) x ( <i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i> )	Siev.	Augsta raža pirmajā rotācijā, labi aug sausās vietās, zems šķeldas tilpumbūvums un siltumspēja	EWBP
Sven	<i>S. viminalis</i> x ( <i>S. schwerinii</i> x <i>S. viminalis</i> )	Vīr.	Augsta raža pirmajā rotācijā, salīdzinoši neliela lapu rūsas iespējamība, šķeldu tilpumbūvums zems, bet siltumspēja augsta	SW
Terra Nova	( <i>S. triandra</i> x <i>S. viminalis</i> ) x <i>S. miyabeana</i>	Siev.	Relatīvi zema raža, taču labi aug skarbā vidē (augstienēs, sausā augsnē)	EWBP
Tora	<i>S. schwerinii</i> x <i>S. viminalis</i>	Siev.	Augsta raža, neliela lapu rūsas iespējamība, augsta raža otrajā rotācijā, piemērots audzēšanai visdažādākajos apstākļos	SW
Tordis	( <i>S. schwerinii</i> x <i>S. viminalis</i> ) x <i>S. viminalis</i>	Siev.	Augsta raža, piemērots audzēšanai sausās augsnēs, neliels lapu rūsas risks, zema tilpuma masa, augsta siltumspēja, zems sausnas saturs	SW
Torhild	( <i>S. schwerinii</i> x <i>S. viminalis</i> ) x <i>S. viminalis</i>	Siev.	Relatīvi zema raža, zems sausnas saturs	SW

### 3.2. Papeles

Papeles ( skat. 17., 18. att.) pieder pie *Salicaceae* dzimtas *Populus* ģints un, tāpat kā kārkli, ir viena no visbiežāk izmantotajām ģintīm SRC stādījumos bioenerģijas ražošanai Eiropā. Papeļu dabiskā izplatība sniedzas no tropu mežiem līdz koku augšanas ģeogrāfiskā platuma un garuma grādu robežām ziemeļu puslodē. *Populus* ģints sugas ir lapu koki vai daļēji mūžzaļi koki (reti) un tos iedala sešās sekcijās: Abaso (Meksikas papeles), Aigeiros (melnās papeles), Leucoides (liellapu papeles), Populus (apses), Tacamahaca (balzāmpapeles) un Turanga (subtropu papeles).



17.attēls: Papeļu SRC stādījumi lauksaimniecības zemju ainavā (Avots: Nordh N-E.)



18.attēls: Papeles (Max 3 kloni) lapas pavasarī, Vācijā (Avots: Rutz D.)

SRC stādījumos visbiežāk izmanto papeļu klonus. Krustojumus veido starp *Populus trichocarpa*, *Populus maximowiczii*, *Populus deltoides*, *Populus tremula*, *Populus nigra*, *Populus koreana* un *Populus tremuloides* sugām.

SRC stādījumos galvenokārt izmanto klonus 'Max 1', 'Max 3', 'Max 4', 'Hybride 275', 'Muhle Larsen' un 'Androscoggin' (skatīt 7.tabulu), kā arī klonus 'Rochester', 'Weser 6', 'Beaupré', 'Münden', 'Monviso', 'Pegaso' un 'AF2'.

Papeles ir divmāju koki (koki ir vai nu vīriešu, vai sieviešu dzimtes), un tās var atjaunot no atvasājiem un spraudņiem (veģetatīvi). *Populus* ģints sugas tiek plaši stādītas visā pasaulē - gan to dabiskajā izplatības zonā, gan ārpus tās. Eiropā lielāku dimensiju kokus no pieaugušām papeļu audzēm izmanto komerciāli - kā zāģmateriālu, finiera klučus, pārstrādātu koksni (skaidas, šķeldu utt.), kā arī celulozes rūpniecībā. Pēdējo gadu laikā ir pieaugusi interese par papeļu izmantošanu SRC plantācijās, bioenerģijas un koksnes kurināmā ieguvei. Vairākas valstis Ziemeļeiropā (piem., Zviedrija), Centrāleiropā (piem., Vācija, Francija, Beļģija) un Dienvideiropā (piem., Itālija) ir radījušas SRC stādījumiem piemērotu papeļu stādmateriālu. Tirgū ir pieejamas vairākas šķirnes/kloni, tāpēc, lai varētu izvēlēties augšanas apstākļiem piemērotāko, ieteicams konsultēties ar stādmateriāla ražotājiem.

Tiek uzskatīts, ka salīdzinājumā ar kārkliem, papeles, kas tiek audzētas bioenerģijas ieguvei Eiropā, aug: i) vietās ar maigāku klimatu nekā kārkli, tāpēc Eiropas centrālajā un dienvidu daļā interese par papelēm ir lielāka; tomēr arī Eiropas ziemeļos atrodami papeļu stādījumi, kas spēj sasniegt pietiekami augstu produktivitāti; ii) smilšainākā un sausākā augsnē, jo, salīdzinot ar kārkliem, papeles ir mazāk ūdens prasīgas; tomēr papeles var augt un dot augstu ražu arī mālainā augsnē; iii) stādījumos ar mazāku biežību (piem., ar 2-3 metru attālumu starp kokiem un ražu iegūstot garākā rotācijā > 10-15 gados); tomēr ir papeles, kuras SRC plantācijās stāda ar tādu pašu biežību un apsaimniekošanas režīmu kā kārkļu SRC (plašāk aprakstīts turpmākajās sadaļās); iv) stādījumos ar mazāku platību, jo papeļu SRC stādījumu shēmu var plānot neparedzot tik intensīvu apsaimniekošanu, kā kārkliem; papeļu stādījumu ierīkošanai un biomasas ražas iegūšanai nav nepieciešamas specializētas aprīkojums (darbu veic manuāli vai lietojot meža tehniku).

Neskatoties uz atšķirībām starp šīm divām dominējošajām SRC ģintīm, Eiropā ir sastopami piemēri, kad kārkli un papeles, vienādos augšanas apstākļos, spēj uzrādīt vienlīdz labu ražu. Tā iemesls ir plašais šo sugu stādmateriāla piedāvājums (pieejams daudz klonu un šķirņu, kas



piemēroti dažādām valstīm/klimata apstākļiem) un, atšķirīgie izvēlētie apsaimniekošanas veidi (Īsāka un garāka rotācija, intensīva vai mazāk intensīva apsaimniekošana utt.). Šie jautājumi sīkāk apskatīti citās rokasgrāmatas nodaļās.

**7.tabula: Visbiežāk SRC stādījumos izmantoto papeļu klonu saraksts (Sailer Baumschulen GmbH)**

Klons	Sugas	Dzimte	Īpašas iezīmes
Max 1	<i>P. nigra</i> x <i>P. maximowiczii</i>	Sieviešu	
Max 3	<i>P. nigra</i> x <i>P. maximowiczii</i>	Sieviešu	Augsta biomasas produkcija
Max 4	<i>P. nigra</i> x <i>P. maximowiczii</i>	Sieviešu	
Matrix	<i>P. maximowiczii</i> x <i>P. trichocarpa</i>		
Androscoggin	<i>P. maximowiczii</i> x <i>P. trichocarpa</i>	Vīriešu	Vidēja biomasas produkcija dažādās augsnēs; Hybrid un Matrix ir ātraudzīgāki, īpaši vēsākās un mitrākās vietās
Hybrid 275	<i>P. maximowiczii</i> x <i>P. trichocarpa</i>		
Muhle Larsen	<i>P. trichocarpa</i>	Sieviešu	
Fritzi Pauley	<i>P. trichocarpa</i>	Sieviešu	Vidēja biomasas produkcija dažādās augsnēs
Trichobel	<i>P. trichocarpa</i>		
Koreana	<i>P. trichocarpa</i> x <i>P. koreana</i> x <i>P. maximowiczii</i>		Augsta biomasas produkcija pēc 2. rotācijas; Vācijā klons vēl nav izgājis visas pārbaudes

### 3.3. Baltā robīnija

Baltā robīnija (*Robinia pseudoacacia* L.) (19.attēls) ir 17. gs. Eiropā ievesta koku suga, kuras dzimtene ir Amerikas Savienoto Valstu austrumi. Pēc sugas ieviešanas Eiropā, tā strauji izplatījās sākumā kā dekoratīvs koks, bet vēlāk arī plantācijās koksnes produkcijas ieguvei un pārejot savvaļā. Šodien baltā robīnija aizņem lielas platības Eiropas centrālajā un dienvidaustrumu daļā. Suga ir salīdzinoši sausumizturīga un spēj augsnē piesaistīt slāpekli, tāpēc balto robīniju bieži izmanto augsnes ielabošanai un bijušo izrakteņu ieguves vietu atjaunošanai. Robīnija ir ātraudzīga suga ar augstu koksnes blīvumu, tā spēj augt nabadzīgās augsnēs un nelabvēlīgos apstākļos un pēc nociršanas veido atvases. Robīnijas spēja dzīt atvases padara to par piemērotu sugu koksnes kurināmā ražošanai SRC stādījumos. Centrāleiropā (galvenokārt Ungārijā, arī Itālijā, Polijā u.c.) balto robīniju audzes sastopamas lielās platības. Pēdējā laikā, interese par robīniju audzēšanu SRC stādījumos lauksaimniecības zemēs pieaug arī citviet, īpaši teritorijās, kurās plānota zemes atjaunošana. Jāpiemin, ka dažviet baltā robīnija tiek uzskatīta par invazīvu sugu, kuras izplatība ir rūpīgi jākontrolē.

Baltā robīnija, salīdzinot ar citām SRC sugām lauksaimniecības zemēs, aug dažādu veidu augsnēs, bet ne ļoti sausā vai smagā augsnē. Baltā robīnija vislabāk augs vietās ar irdenu,

struktūras augsni (veidojas augsnes agregāti), īpaši puteklainā un smilšmāla augsnē. Suga ir izturīga pret vides stresiem, tādiem kā sausums, augstas un zemas temperatūras un gaisa piesārņojums. Labai baltās robīnijas augšanai vissvarīgākais ir laba augsnes aerācija un piemērots ūdens režīms.

Robīnijas pavairo ar sakņu atvasēm, celmu atvasēm, stādiem vai mikropavairošanu. Pavairošana ar sakņu un celmu atvasēm, nodrošina labu koku kvalitāti, taču ir dārgāka nekā pavairošana ar sēklām. Baltajai robīnijai ir ērkšķi, kas apgrūtina manuālu koksnes ieguvei, tāpēc ieteicams koksni sasmalcināt uzreiz uz lauka. Baltā robīnija dzen sakņu atvases, tāpēc pēc trešās vai ceturtās rotācijas robīniju atvases saaug arī rindstarpās, apgrūtinot kārkļu šķeldošanai piemēroto koksnes smalcinātāju izmantošanu. Baltās robīnijas koksne ir cietāka, nekā citiem ātraudzīgiem kokiem, tāpēc mežizstrādes mašīnām un šķeldotājiem jābūt izturīgākiem un jaudīgākiem nekā parasti SRC stādījumos lietotajiem.

Baltā robīnija spēj saistīt slāpekli, tai ir labāka koksnes kvalitāte, augstāks koksnes blīvums un siltumspēja, nekā papelēm un vītoliem, tomēr stādījumu apsaimniekošana ir problemātiska. SRC stādījumu ierīkošanā izmanto gadu vecus stādus (kārkļu un papelu spraudeni ir daudz lētāki), kurus blīvi stāda (aptuveni 10 000 stādi uz hektāru). Baltās robīnijas koksnes produktivitāte var būt tikpat augsta kā kārkļiem un papelēm, tomēr biomasas ražas novākšana ir problemātiska. Sals un jauno dzinumu un zaru lūšana vējā, īpaši rotācijas perioda sākumā, var nelabvēlīgi ietekmēt balto robīniju ražu.



19.attēls: Robīniju stādījumi enerģijas ieguvei Ungārijā (Avots: Simon L.)

### 3.3 Eikalipti

*Eikalipti* (20., 21. attēls) ir ātraudzīga koku sugu ģints, kuru dzimtene ir Austrālija. Eiropas dienvidos eikaliptu jau daudzus gadus izmanto celulozes un papīra ražošanā. Pēdējos gados ne tikai Dienvidēiropā, bet arī augstākos platuma grādos (kā Apvienotajā Karalistē un Īrijā), pieaug interese par eikalipta koksnes biomasas izmantošanu enerģijas ražošanā. Eikaliptu ģintī ir vairāk nekā 700 sugu. Visbiežāk lielās biomasas ieguves plantācijās Dienvidēiropā izmanto *E. globulus* un

*E. camaldulensis*, bet Eiropas ziemeļos, pret aukstāku klimatu izturīgākās - *E. gunnii* un *E. nitens*.

Tradicionāli, eikalipta SRC stādījumi tiek ierīkoti stādījumos ar 3 x 3 m (vai līdzīgu) attālumu starp kokiem. Rotācijas periods koksnes ieguvei priekš celulozes ražošanas ir 7-12 gadi. Atkarībā no tirgus situācijas, koksne dažkārt tiek izmantota arī enerģijas ieguvē. Pēdējā laikā ir palielinājusies interese par eikaliptu atvašu stādījumiem bioenerģijas ražošanai un tiek pārbaudītas un ieviestas intensīvākas stādījumu apsaimniekošanas sistēmas. Sistēmas līdzinās kārkļu īscirtmeta atvasāju apsaimniekošanas sistēmām un, ražojot koksni enerģijas ieguvei, paredz īsus – 2–4 gadu rotācijas ciklus un lauksaimniecībai tuvu apsaimniekošanas režīmu.

Vairākās pasaules valstīs (piem., Brazīlija, Austrālija), eikalipta SRC stādījumi tiek ierīkoti lielās platībās, kamēr Eiropā, liela daļa eikaliptu SRC stādījumu lauksaimniecības zemēs atrodas pārbaudes stadijā. Stādījumu ierīkošanā parasti izmanto apsakņotus spraudņus, kurus iegūst klimata apstākļiem piemērotu sugu hibridizācijas rezultātā. Mēslošana, īpaši ar slāpekli saturošu mēslojumu, ir viens no priekšnoteikumiem augstas ražas iegūšanai. Neskatoties uz augsto, plašā klimata apstākļu diapazonā iegūstamo ražu, no vides un ekoloģijas viedokļa eikalipti ir pretrunīga ģints. Pastāv bažas par eikaliptu plantāciju negatīvo ietekmi uz augsnes kvalitāti, gruntsūdens līmeni, bioloģisko daudzveidību, mežu ugunsgrēkiem un citiem aspektiem. Plānojot eikaliptu SRC stādījumu ierīkošanu, jāņem vērā iespējamā stādījumu negatīvā ietekme. Lielā daļā pētījumu secināts, ka negatīvā attieksme pret eikaliptu ir pārspīlēta, un šīs sugas ietekme uz vidi ir līdzīga jebkuras citas, intensīvā lauksaimniecības ražošanas sistēmā izmantotas, sugas ietekmei.



20.attēls: 6 gadus veca eikalipta SRC plantācija biomasas ieguvei Jaunzēlandē (Avots: Dimitriou I.)



21.attēls: Eikalipta plantācija ar garāku rotācijas periodu Argentīnā (Avots: Rutz D.)

### 3.5. Alkšņi

Alkšņi ir vispārpieņemts *Alnus* ģints nosaukums. Alkšņi pieder *Betulaceae* dzimtai. Ģintī ir ap 30 viennājnīeku koku un krūmu sugu un tās izplatītas visā ziemeļu mērenajā zonā. Dažu sugu izplatības areāls sniedzas līdz Centrālamerikai un Andu kalnu ziemeļiem.

Alkšņiem nepieciešams daudz gaismas, barības vielu un ūdens, tomēr tie var pieciest periodiskus, nelabvēlīgus apstākļus, piemēram, sezonālu pārplūšanu. Baltalksnis (*Alnus incana* (L.). Moench). sastopams visā Eiropā, izņemot pašu dienvidu daļu, Rietumsibīrijā, Ziemeļkaukāzā, arī Ziemeļamerikā. Baltalksnis aug līdz pat 1 500 m augstumā virs jūras līmeņa, vislabāk kalņainā augsnē, mēreni aukstā klimatā. Melnalksnis (*Alnus glutinosa*), turpretī, izvēlas mitras vietas ar augstu ūdens pieejamību un mērenu klimatu.

Kā piemērotākā alkšņu suga SRC stādījumos, Eiropas ziemeļdaļas valstīs-Skandināvijā un Austrumeiropā tiek uzskatīts baltalksnis (Aosaar et al.2012).

Baltalksnis bieži ir viena no pioniersugām izcirtumos uz auglīgām augsnēm un aizaugošās lauksaimniecības zemēs, kur tā ir arvien jaunu brīvu platību iekarotāja. Baltalkšņi izplatīti vietās, kas citām koku sugām ir nepiemērotas, arī mitrās vietās (Indriksons 2006).

Sakņu sistēma baltalksnim ir sekla, bet labi veidota, parasti sakoncentrēta augsnes virskārtā. Lai gan alkšņi ir vāji miksotrofas sugas, tomēr baltalksnis pazīstams arī kā augsnes īpašības uzlabojoša koku suga, uz kuras tievajām saknēm veidojas slāpekli saistītāju baktēriju vai aktinomicēšu izraisīti gumiņi. Literatūras avotos atrodams dažāds alkšņa gumiņbaktēriju fiksētā slāpekļa daudzums, no 20-300 kg N uz 1 ha gadā (Indriksons 2006). Zinātnieki secinājuši, ka 2,5 m augsta alkšņu jaunaudze, kuras kociņu skaits ir 10 000 gab. uz ha, ar kritušajām lapām un atmirušajām saknēm augsnē var pievienot līdz 200 kg N uz ha gadā (Indriksons 2006).

Baltalksnim raksturīga izcilā spēja atjaunoties, gan ar sēklām (veģetatīvās izcelšanās koki dīgtspējīgas sēklas sāk ražot jau 5-6 gadu vecumā) , bet pārsvarā galvenais noteicošais faktors ir tā spēja no snaudošajiem pumpuriem veidot gan sakņu , gan stumbra atvases (Kundziņš 1937; Daugaviete et. al. 2009).Mākslīgi ieaudzējot (tiek izmantots 1-gadīgs stādmateriāls), tas ir ļoti ātraudzīgs, 9-tajā gadā pēc stādīšanas sasniedzot 9 m augstumu (Bisenieks et al. 2010). SRC baltalkšņa plantāciju ierīkošanai lieto 1-gadīgu stādmateriālu- kailsakņus vai ietvarstādus (Liepiņš&Liepiņš 2011).

Pieredze alkšņu izmantošanā SRC stādījumos ir Skandināvijas valstīs, Krievijas Eiropas daļā, Igaunijā un Latvijā. Zviedrijā un Somijā atzīmēta augstākā biomasas ieguve no baltalkšņa SRC-17 t/ha DM gadā no ha ( Aosaar et al. 2012). Ieteiktais baltalkšņa SRC stādījumu rotācijas periods 15-20 gadi, iegūstot ap 60-90 t koksnes biomasas no 1 ha. Optimālais baltalkšņa SRC plantāciju stādīšanas biežums – ne lielāks kā 10 000 koki/ha. Ja rotācijas periods ir 15-20 gadi, tad pirms nociršanas kailcirtē SRC plantācijas biežums nedrīkstētu pārsniegt 3000-6000 koki/ha (Aosaar 2012). Latvijā jau sākot no 2009. gada ir izveidoti baltalkšņa SRC izmēģinājuma stādījumi, kuri paredzēti biomasas ieguvei. Stādījumu biežums- 2000-2500 koki uz ha, paredzot audzēt gan kā ģirtmeta atvasājus ar 5 gadu aprites ciklu (pēc pirmā 5 gadu cikla, stādījuma biežums tiks palielināts ar sakņu atvasēm), gan kā SCR stādījumus ar 15 gadu aprites ciklu.

Latvijā veiktie izmēģinājumi liecina, ka baltalksnis ir piemērots SRC stādījumos un atvasājos ar rotācijas ilgumu 5 līdz 15 gadi, iegūstot 20-445 ber. m<sup>3</sup> biomassa no 1 ha un ieņēmumus no 189 līdz 4200 Eur ha<sup>-1</sup> ( Lazdiņa&Daugaviete 2010; Daugaviete et al. 2011; Daugaviete et al. 2015).



18.attēls. Pret savvaļas dzīvnieku bojājumiem aizsargāti – nožogoti alkšņu stādījumi Vācijā (pa kreisi) un alkšņa lapas (pa labi) (Avots: Rutz D.)

### 3.6. Citas sugas

Biomasa ražošanai un enerģijas iegūšanai SRC sistēmās Eiropā mēģināts ieviest arī tādas ģintis/sugas, kā *Acacia saligna*, *Ulmus* spp., *Platanus* spp., *Acer* spp., *Corylus avellana*, *Paulownia* spp. un citas. Tomēr šo ģinšu/sugu ieviešana, atšķirībā no iepriekš aprakstītajām sugām, nav bijusi veiksmīga. Dažas no sugām - kandidātiem ir eksotiskas un/vai invazīvas sugas, un to ietekme uz vidi un potenciālā invazitāte nav pārbaudīta. Citas no potenciāli izmantojamajām sugām ir pielāgojušās kādam konkrētam klimatam.

Kādēļ man būtu jāstāda citas sugas?

Citu sugu (nevis kārķu un papeļu) pārbaudīšanai un pieredzes gūšanai to apsaimniekošanā, nevajadzētu būt īpaši sarežģītai un riskantai. Tāpēc lauksaimniekiem nelielā daļā SRC stādījumu ieteicams izmēģināt arī citas sugas. Vairāku sugu izmantošana palielina stādījumu daudzveidību un sabiedrības pozitīvo viedokli. Biomasa ražu var novākt vienlaicīgi un, parasti, ar to pašu aprīkojumu, ko izmanto galvenajai stādījumu sugai. Jāņem vērā, ka vietā, kurā stādītas citas sugas, būs zemāka raža nekā stādījumu mērķsugai.

## 4 Īscirtmeta atvasāju (SRC) audzēšana

Šajā nodaļā sniegta informācija par SRC stādījumu apsaimniekošanu – stādījumu ierīkošanu (stādījumu vietas sagatavošana, stādīšana) un kopšanu rotācijas perioda laikā. Galvenā uzmanība tiek pievērsta kārkliem un papelēm.

### 4.1. Stādījumu vietas sagatavošana

Pirms audzēt SRC lauksaimniecības zemēs, nepieciešama laba augsnes sagatavošana. Nezāļu kontrole ir viens no svarīgākajiem faktoriem veiksmīgai stādījumu ierīkošanai un pieauguma veidošanai SRC stādījumos. Lai atbrīvotos no nezālēm, tiek praktizēti vairāki apsaimniekošanas soļi (22.attēls).



22.attēls Kārķu stādi nezāļainā SRC laukā. Neskatoties uz to, ka nākamo gadu laikā kārkli nezāles pāraugs, sagaidāma zemāka raža. Lai to novērstu, jāveic nezāļu kontroles pasākumi. (Avots: Dimitriou I.)

Vietas nezāļainība ir atkarīga no zemes iepriekšējās izmantošanas veida un nezāļu sēklu daudzuma augsnē. Neapsaimniekotās augsnēs pastāv augstāks nezāļainības risks, jo nezāles ir paspējušas augsnē izsēt savas sēklas (Gustafsson *u.c.*, 2007). Daudzgadīgo nezāļu apkarošanā ir nozīmīga augsnes sagatavošana gada laikā pirms stādīšanas.

Vieglākā metode nezāļu apkarošanai ir herbicīdu izmantošana. Iespējama ir arī nezāļu mehāniska kontrole, tomēr tā ir diezgan riskanta un laikietilpīga. Nezāļu kontrole nepieciešama tikai pirmajā stādījumu ierīkošanas gadā. Ņemot vērā SRC stādījumu aprites ciklu, kas ir garāks par 20 gadiem, sākotnējā herbicīdu izmantošanas ietekme ir neliela.

### Ķīmikāliju izmantošanas samazināšana ir svarīgs faktors pozitīva sabiedrības viedokļa veicināšanā

Ķīmikāliju (herbicīdu, pesticīdu) lietošanas nepieciešamība ir atkarīga no vairākiem faktoriem. Galvenie no tiem ir stādījumu izmērs, jo manuāla nezāļu apkarošana lielos stādījumos ir ļoti izaicinoša, un gaidītā peļņa.

No ķīmikāliju lietošanas ir jāizvairās vai jāsamazina to izmantošanas apmērs, kur vien tas iespējams.

Lauku uz vienu gadu var atstāt atmatā, un atmatas gada vasarā, daudzgadīgo nezāļu kontrolei, lietot glifosāta preparātu. Ja teritorijā, kurā plānots ierīkot stādījumus, gadu pirms to ierīkošanas aug lauksaimniecības kultūras, nezāļu kontroli veic pēc ražas novākšanas, izmantojot glifosātu saturošu preparātu un veicot atbilstošu augsnes mehānisko apstrādi. Lai ierobežotu un tālāk kontrolētu nezāļu izplatību, pārmērīgas nezāļainības gadījumā, jāizskata iespēja nopļaut un aizvākt no lauka visu veģetāciju. Ja pastāv kukaiņu bojājumu problēma, pirms aršanas lieto organisko fosfātu pesticīdus. Ja pavasara beigās joprojām palicis daudz daudzgadīgo nezāļu, veic papildus smidzināšanu ar glifosātu. Apstrādi veic neilgi pirms stādīšanas. Lai smidzināšana būtu efektīva, daudzgadīgajām nezālēm jābūt aptuveni 3-4 lapām. Izsmidzinot pesticīdus ir svarīgi, lai augsne pirms smidzināšanas nebūtu apstrādāta (Gustafsson *u.c.*, 2007).

Organiskajā-bioloģiskajā lauksaimniecībā herbicīdu lietošana nav pieļaujama, tāpēc tiek veikta mehāniska vai manuāla nezāļu kontrole. Mehāniskā nezāļu kontrole lielās platībās var būt sarežģīta. Lai novērstu nezāļu dīgšanu, ir mēģināts augsni noklāt ar melnu agro tekstilu .

Ja sagaidāma barga ziema vai augsnes sablīvēšanās, lauku uzar jau rudenī. Bet, ja augsnes sablīvēšanās nav problēma, aršanu iespējams veikt arī pavasara sākumā, pirms stādīšanas. Pirms uzart zemi pēc herbicīdu lietošanas, jāgaida desmit dienas. Mālainās augsnēs ieteicams veikt seklo aršanu, un ecēšanas dziļumam jābūt 6-10 cm. Citās augsnēs, lai atvieglotu stādīšanu (īpaši ar spraudņiem), minimālais nepieciešamais aršanas dziļums ir 20-25 cm. Lai lieli akmeņi nesabojātu mehāniskās stādīšanas iekārtas un meža izvedējus (*harvesters*), tos no lauka novāc.



23.attēls: Tikko apstādīts kārkļu SRC lauks, kas atbrīvots no nezālēm, kuras šeit auga pirms lauka sagatavošanas stādīšanai. (Aronsson P.)

Nopietnus bojājumus jaunierīkotajiem SRC stādījumiem nodara truši, zaķi, stirnas, peles u.c. dzīvnieki (atkarībā no valsts) (25.attēls). Tomēr stādījumu iežogojānu neiesaka to augsto izmaksu dēļ. Iežogojānu veic tikai teritorijās, kurās dzīvnieku bojājumu risks ir īpaši augsts, un, ja daļu no izmaksām iespējams segt ar subsīdijām. Vislabāk ierīkot īslaicīgo iežogojumu, kas pasargās stādījumus pirmajos gados pēc SRC ierīkošanas – kad tie ir visjūtīgākie pret bojājumiem. Daudzās Eiropas daļās dzīvnieku, piemēram, lielo zīdītāju (stirnas) vai kurmju bojājumi var nodarīt nopietnus zaudējumus, tāpēc ir izstrādāti repelenti, kuri izdala smaržu dzīvnieku atbaidīšanai no SRC stādījumiem (24.attēls). Repelentu izvietošana palielina vietas sagatavošanas izmaksas un tos izmanto tikai, ja vietās ar augstu dzīvnieku bojājumu risku plānots ierīkot viena stumbra (kā kokaugu nevis krūmveida) SRC stādījumus (Caslin *u.c.*, 2012).



24.attēls: Uzstādīts repelents stirnu atbaidīšanai Vācijā (Avots: Rutz D.)



25.attēls: Stirnu bojāts papeles stumbrs Vācijā. Šādi bojājumi bieži novērojami plantācijas malās (Avots: Rutz D.)

## 4.2 Stādmateriāls

Stādmateriāla izvēli nosaka izvēlēta suga un stādījumu plāns. Sugas izvēli ietekmē vairāki faktori, kuri galvenokārt saistīti ar sugas piemērotību augšanas apstākļiem un ar kvalitatīvu un piemērotu stādmateriāla pieejamību. Enerģētiskās biomasas SRC stādījumos dominē stādījumi ar augstu biežību – tie nākotnē veidos atvasājus (koki pēc ražas novākšanas ataug no sakņu vai celmu atvasēm). Spraudņu stādīšana (26. un 27.attēls) ir visbiežāk izmantotais stādījumu ierīkošanas



veids. Izmantojot spraudeņus, nevis stādus, tiek būtiski samazinātas stādījumu ierīkošanas izmaksas. Retāk enerģētiskās SRC biomasas stādījumus ierīko kā kokveida (vienstumbra) stādījumus ar zemāku biežību. Šādos gadījumos visbiežāk izmantot stādus.



26.attēls: Bieži izmanto ap 25 cm garus spraudeņus. Šeit: papeļu Max3 klona spraudeņi (Avots: Rutz D.)



27.attēls: 20 cm gari kārķu spraudeņi SRC stādījumu ierīkošanai (izmērs salīdzināts ar standarta pildspalvu). (Avots: Aronsson P.)

Kārķu un papeļu SRC stādījumus ierīko lietojot viengadīgus SRC atvasājus, kurus sagriež aptuveni 25 cm garos spraudeņos. Materiālu spraudeņiem ievāc ziemā, kad pumpuri atrodas pilnīgā miera stāvoklī. Stādmateriālu uzglabā kastēs, augstuma kamerās,  $-4^{\circ}\text{C}$  temperatūrā un no kamerām izņem dažas dienas pirms izstādīšanas uz lauka. Pēc stādmateriāla piegādes ir svarīgi, lai kastes pirms stādīšanas tiktu turētas ēnā un vēsumā (Gustafsson *u.c.*, 2007). Komerčiāli pieejamo stādmateriālu veido uzlaboti kloni/šķirnes. Daudzas uzlabotā stādmateriāla šķirnes/klonus aizsargā Eiropas stādu selekcionāru tiesības. Tas nozīmē, ka ražot stādmateriālu pārdošanai, bez speciālas, tam izsniegtas atļaujas, ir pretlikumīgi. Spraudeņus ražo mātes uzņēmumu noalgotas un apstiprinātas audzētavas, kuras piegādā stādmateriālu – viengadīgu atvašu rīkstes un spraudeņus – mehāniskai stādīšanai. Lauksaimniekiem vai projektu izstrādātājiem, kas strādā ar SRC, ir laikus jāsaazinās ar licencētajām kompānijām, kas ražo un piegādā stādāmo materiālu (28.attēls), lai nodrošinātu, ka tiks piegādāts augšanas apstākļiem atbilstošs stādmateriāls. Vairumā gadījumu kompānijas garantē minimālās spraudeņu ieaugšanas sekmes.

Stādījumu ierīkošanas sekmes ir atkarīgas no spraudeņu kvalitātes. Spraudeņus gatavo no viengadīgām atvasēm. Lai nodrošinātu pietiekamas ogļhidrātu rezerves, kas spēcina spraudeņus pirms stādījumu izveidošanas, tiem jābūt vismaz 15 cm gariem un ar diametru  $> 0.8$  cm. Kārķu vai papeļu spraudeņu veiksmīgai stādīšanai, atvasēm jābūt pietiekami pārkoksnētām, novēršot spraudeņu deformāciju, kas var rasties tos ievietojot sagatavotajā zemē. Spraudeņiem nevajadzētu būt izbalējušiem vai sakrokojušiem – tas norāda uz atūdeņošanu un sliktiem uzglabāšanas nosacījumiem. Šādu pazīmju klātesamība samazina stādījumu ieaugšanu.



**28.attēls:** Viengadīgas atvases, no kurām izgatavo spraudņus kārklu SRC stādījumu ierīkošanai. Atvases piegādā privāta spraudņu ražotājkompanija Zviedrijā. Spraudņu materiāla kvalitāte ir svarīga SRC stādījumu izveidošanai, un to nodrošina un garantē pilnvarota kompānija. (Avots: Dimitriou I.)

Stādus priekš vienkumbra plantācijām ir jāiegādājas pilnvarotām audzētavām vai dīleriem, kuri spēj arī sniegt nepieciešamo informāciju par konkrētu sugu vai šķirņu īpašībām. Tas ir svarīgi, jo neatbilstoša stādmateriāla izmantošana maksās laiku un naudu. Ieteicams pasūtīt dažādu šķirņu materiālu – tas dažādos stādījumus un minimizēs risku, kas varētu rasties kādas šķirnes uzņēmības pret kaitēkļiem un slimībām rezultātā. Vairāku šķirņu izmantošana mazina stādīšanas neizdošanās risku.

### 4.3 Stādīšana

Pastāv vairākas stādīšanas metodes. Tās var pielāgot izvēlētajām sugām, pieejamajam stādīšanas aprīkojumam, plānotajām darbaspēka izmaksām un ražas ieguves veidam, utt. Šajā nodaļā apskatīta, galvenokārt, SRC stādījumu ierīkošana ar spraudņiem un atvasāju apsaimniekošana. Ja SRC stādījumus ierīko ar stādiem, apsaimniekošana ir līdzīga meža apsaimniekošanai un rokasgrāmatā netiek sīkāk apskatīta.

Lai īstenotu racionālu apsaimniekošanu un ražas novākšanu, un efektīvi izmantotu vietu uz lauka, stādīšanas process ir rūpīgi jāsaplāno. Stādīšana rindās ir vispiemērotākais SRC ierīkošanas paņēmieni. Rindas veido tā, lai tās būtu pēc iespējas garākas. Ideāli, ja rindas beigās ir pievedceļš. Rindas beigās jābūt 8-10 m platai apgriešanās joslai (šo joslu sauc arī par hederi), jo ražas novākšanas mašīnām nepieciešama vieta, kur apgriezties. Ja ap stādījumiem ir dziļi grāvji, apgriešanās joslai jābūt 10 m platai, citādi, pietiek ar 8 m. Gar pārējām SRC stādījumu malām jāatstāj aptuveni 2-3 m robežjosla.

**Stādīšanu** veic **pavasārī**, kad laikapstākļi ir piemēroti augsnes sagatavošanai – aprīlī-maijā Eiropas ziemeļos un agrāk Eiropas dienvidu daļā. Spraudņus var stādīt arī vēlāk (maiņā vai jūnijā), jo stādmateriālu uzglabā zemā temperatūrā. Agrāka stādīšana ir izdevīgāka, jo tiek nodrošināta garāka augšanas sezona. Spraudņi sāk apsākņoties tikai tad, kad augsnē ir pietiekami ūdens un tā ir gana silta. Galvenais spraudņu ieaugšanas faktors ir ūdens pieejamība, spraudņi neapsākņojas pārāk ieilgušos sausuma periodos un var iekalst. Ūdens pieejamība ir svarīgāks faktors par stādījumu ierīkošanas laika izvēli.

Pirmajā gadā pēc stādījumu ierīkošanas iespējams veikt *"koku atsēdināšanu uz celma"*.

Viengadīgu atvasāju atsēdināšana (īpaši kārkliem) tiek lietota, lai veicinātu straujāku pieaugumu, vairāku atvašu veidošanos un viena celma, kā arī labāku sakņu veidošanos otrajā gadā. Nav pierādīts, ka atsēdināšana uz celma paaugstinātu biomasas produktivitāti rotācijas periodā laikā, tādēļ šī operācija nav obligāta. Ja tiek izlemts veikt atsēdināšanu, to var darīt, izmantojot zāles plāvēju, plaušanas asmeni vai izkapti. Nav viennozīmīgas atbildes tam, kāda ir atsēdināšanas uz celma pirmajā gadā pēc stādījumu ierīkošanas pievienotā vērtība.

Ir veikts ievērojams pētījums par SRC stādījumu biežību un plānojumu. Šo rādītāju noteikšana ir atkarīga no izvēlētajām sugām un pieejamajām koksnes ražas novākšanas iekārtām. Ja raža tiks novākta ar speciālām, SRC stādījumiem paredzētām mašīnām, visbiežāk izvēlas dubultrindu sistēmu (skatīt 2.3.nodaļu). Stādījumu plānā jāparedz tehnikas iebraukšana SRC laukā, nebojājot augus arī pēc 3-4 augšanas gadiem. Lai to nodrošinātu, paredz 1.50 m attālumu starp dubultrindām, 0.75 m attālumu starp dubultrindas rindām, un 0.5 m līdz 0.8 m (atkarīgs no atrašanās vietas un izmantotajiem kloniem/sugām) attālumu starp spraudeņiem rindās. Atkarībā no sugas nepieciešami 5 000-20 000 spraudeņu uz hektāru. Kārklū stādījumu biežība ir augstāka par papeļu stādījumu biežību.

Stādīšanu var veikt dažādi. Viens variants ir izmantot speciālu mehānisku **stādmašīnu** un viengadīgas atvases kā stādmateriālu (29.attēls). Ar šādu stādmašīnu iespējams stādīt 2 vai 3 dubultrindās vienlaicīgi. Stādmašīnas no atvasēm automātiski izveido spraudeņus, kurus uzreiz stāda dubultrindās. Šādu mašīnu ražīgums ir aptuveni viens hektārs stundā. Citas stādmašīnas var stādīt tikai iepriekš sagatavotus spraudeņus (30.attēls).



29.attēls: Kārklū SRC stādmašīna. Mašīna stāda trīs dubultrindas vienlaicīgi, darbam nepieciešami četri cilvēki un autovadītājs. (Avots: Nordh N-E.)



**30.attēls: Stādmašīna papeļu spraudeņu automātiskai stādīšanai (Avots: Wald 21)**



**31.attēls: Papeļu stādījumi, kas ierīkoti manuāli, izmantojot 50 cm garus spraudeņus (Avots: Dimitriou I.)**

**Stādīšanu veic manuāli**, ja mehāniskās stādīšanas aprīkojums nav pieejams vai tas atrodas pārāk tālu no stādījumu vietas un tā piegāde varētu būt dārga (31., 32., 33.attēls). Manuāli stāda arī tad, ja darba izmaksas ir zemākas nekā aprīkojuma noma vai, ja apstādāmās platības ir mazas (mazākas par 1 ha). Lai izvairītos no koku savstarpējas konkurences, svarīgi nodrošināt, lai rindas atrastos paralēli viena otrai, un attālums starp rindām būtu vienāds. Taisnu rindu atlikšanai var izmantot striķi.



**32.attēls:** Spraudeņu iespiešana ar roku. Lapu pumpuriem vienmēr jābūt uz vērstiem augšu! (Avots: Rutz D.)

**33.attēls:** Spraudeņu iespiešanu ar kāju, izmanto, ja augsne ir pārāk sablīvējusies (Avots: Rutz D.)

Vītolu un papeļu SRC stādījumos pārbaudītas vairākas stādīšanas metodes, ar mērķi aizvietot dominējošo dubultrindu sistēmu un sasniegt augstāku stādījumu ražību. Viena no izmēģinātajām metodēm bija kārkļu „sprunguļu” **horizontālās stādīšanas** metode (34.attēls) ar stādāmo mašīnu. Kā stādmateriālu izmanto veselās saknes vai spraudeņus. Horizontālo stādīšanas metodi plaši izmanto nogāžu nostiprināšanai un augsnes atjaunošanai upju krastos, metode pārbaudīta arī SRC stādījumos. Stādījumu rezultāti norāda, ka biomasas raža, lietojot horizontālo stādīšanu, var būt tikpat augsta cik dubultrindu sistēmā, taču turpmākā stādījumu apsaimniekošana (ražas novākšana) ir apgrūtināta. Ja šķirnei ir piemērojams patentmaksājums - autoratlīdzība, horizontālā stādīšana ir daudz dārgāka, jo nepieciešams vairāk stādmateriāla, nekā dubultrindu sistēmā ar spraudeņiem.



**34.attēls:** Horizontāli ievietota kārkļu atvase. Atvase vēl jāaprušina ar augsni (Avots: Rutz D.)

Lai samazinātu virsmas laukumu un radītu labākus apstākļus herbicīdu izsmidzināšanai, pēc stādīšanas iespējams veikt augsnes pievelšanu. Pievelšana un herbicīdu izsmidzināšana nav obligāta un to nepieciešamība atkarīga no augsnes īpašībām un lauka nezāļainības. Ja stādīšanu veic ar mašīnu, mašīna saveļ augsni paralēli stādīšanas solim.

#### **4.4 Stādījumu apsaimniekošana**

Pēc stādījumu ierīkošanas jāveic tālāka stādījumu apsaimniekošana. Apsaimniekošanas soli aprakstīti šajā rokasgrāmatas nodaļā. Nodaļā likts uzsvars uz SRC stādījumos uz lauksaimniecības zemēs plaši izmantotajiem kārkļiem un papelēm, bet ne kokaudzes tipa stādījumiem, jo tie tiek apsaimniekoti gandrīz tāpat kā mežaudzes.

Nezāļu kontrole pēc stādīšanas: Nezāļu kontrole SRC ierīkošanas fāzē ir ārkārtīgi svarīga, jo stādi konkurē par gaismu, ūdeni un barības vielām. Nezāļu kontroles pasākumus veic gan pirms stādīšanas, gan arī pirmajā gadā pēc stādījumu ierīkošanas. Nezāļainos laukos jaunie kociņi būs vājāki un augs lēnāk. Bieži izmantota nezāļu kontroles metode ir nezāļu dīgšanas novēršana, lietojot atbilstošu augsnes herbicīdu. Herbicīdu izsmidzina uzreiz pēc stādījumu ierīkošanas un pirms spraudņi sākuši dzīt jaunus dzinumus (Gustafsson *u.c.*, 2007). Kā paskaidrots 4.1.apakšnodaļā, nezāļu kontroli, īpaši nelielās platībās, iespējams veikt mehāniski.

Vēlāk sezonas laikā, kolīdz beigusies herbicīda iedarbība, stādījumus regulāri apseko, lai izlemtu, vai ir nepieciešama tālāka nezāļu kontrole. Lai novērstu nezāļu izplatību, šajā periodā var būt nepieciešami mehāniskie kontroles pasākumi (35.attēls). Ja nezāļu kontroli veic augsni kultivējot, to ieteicams darīt trīs reizes sezonas laikā. Bet, ja veic ecēšanu, var būt nepieciešamība pēc biežākas apstrādes (atkarībā no atrašanās vietas aptuveni 6-8 reizes). Nezāļu apkarošanā izmantotajam paņēmienam vai aprīkojumam ir maza nozīme, vissvarīgāk, lai nezāļu kontroles pasākumi tiktu īstenoti uzreiz pēc to parādīšanās. Ravēšanas laika izvēlei, pēc SRC stādījumu ierīkošanas, ir liela nozīme stādījumu veiksmīgai augšanai. Praktisks ieteikums vītoli SRC audzēšanā: ja uz lauka ir 2-3 nezāļu sugas, kas ir augstākas par 8 cm, jāveic nezāļu mehāniska kontrole. Ja nezāļu kontrole tiek veikta atbilstoši ieteikumiem, tad nākamo gadu laikā tā nebūs nepieciešama, jo stādītie koki, pēc otrā augšanas gada, nezāles noēnos.



**35.attēls: Nezājains, gadu vecs kārkļu SRC lauks. Tā kā kokiem sākušas parādīties lapas (nav redzamas attēlā), nezāļu kontroli iespējams veikt tikai mehāniski – ravējot. (Avots: Dimitriou I.)**

Insektu kontrole: Ja stādījumu vietā pastāv problēmas ar kukaiņiem, reizē ar herbicīdiem var lietot arī insekticīdu. Kukaiņi šajā laikā (pavasārī pirms stādīšanas) atradīsies kāpuru fāzē, kad tos ir vieglāk apkarot. Lai nodrošinātu, ka herbicīds pietiekami labi nosegs lauka virsmu un ka insekticīdi labi infiltrēsies augsnē, ieteicams lietot lielu pesticīdu apjomu (nevis augstu koncentrāciju, bet lielu ūdens tilpumu). Ķīmikāliju lietošanas nepieciešamība vienmēr rūpīgi jāizvērtē un, ja iespējams, no tās jāizvairās. Parasti insekticīdu lietošana nav nepieciešama.

Atsēdināšana uz celma: Atsēdināšanu uz celma veic pēc pirmā augšanas gada, ziemā (bezlapu stāvoklī). Atsēdināšanu veic, lai uzlabotu atvasāju augšanu, iegūtu vairāk atvases uz celma un veicinātu sakņu veidošanos otrajā gadā. Iestādītie spraudēni pirmajā augšanas sezonā dos 1-3 atvases (atkarībā no klona), ar maksimālo augstumu 2-3 m. Atsēdināšanu veic pēc iespējas tuvāk augsnei, izmantojot virzuļa tipa pīķa pļaujmašīnu, ar kuru jāveic tīrs griezumus. Citu tipu pļāvēji var mehāniski bojāt kokus.

Neskatoties uz to, ka atsēdināšana uz celma pēc pirmā stādījumu ierīkošanas gada tiek izmantota jau kopš 1990. gadu sākuma, kad sāka attīstīties SRC sistēmas, tās nepieciešamība joprojām ir strīdīga. Lai arī pēc atsēdināšanas tiek iegūts vairāk atvašu uz celma un saknes veidojas labāk, ne vienmēr tiek panākts, ka stādījumu aprites ciklā sasniedzama augstāka biomasas raža, nekā bez atsēdināšanas. Izvēli par to, vai veikt atsēdināšanu, jāizdara pašam lauksaimniekam. Tādos klimata apstākļos vai vietās, kurās sagaidāma strauja aizaugšana ar nezālēm un, kur nepieciešama atkārtota herbicīda lietošana pēc stādīšanas, atsēdināšana uz celma atvieglo herbicīdu izsmidzināšanu.

Daži praktiķi papelu stādījumos iesaka atsēdināt tikai mazākās atvases, bet lielākās atstāt (36.attēls). Tas veicinātu atsevišķu stumbru attīstību un augšanu. Tomēr pieredze rāda, ka šāda izlases veikšana ir pārāk sarežģīta, un labums no tās ir niecīgs.



**36.attēls: Viengadīga papelu atvase Vācijā. Lai uzlabotu primārās atvases augšanu, sekundārā atvase ir nogriezta. (Avots: Rutz D.)**

Mēslošana: Kā jebkurai kultūrai, kas tiek audzēta lauksaimniecības zemē ar mērķi iegūt augstu ražu, arī īsirtmeta atvasāju stādījumiem nepieciešamas barības vielas, kuras no audzes tiek iznestas novācot ražu. Tā kā īsirtmeta atvasāju stādījumi ir daudzgadīgi, barības vielas tajos daļēji tiks pievadītas no nokritušajām lapām, kā arī no atmirušajām saknēm un augsnes, kura pirms stādījumu ierīkošanas jāanalizē. Ir veikts apjomīgs pētījums par galvenajām SRC sugām (kārkliem un papelēm) nepieciešamo mēslojuma daudzumu un biežumu vairākās valstīs. Pētījuma rezultāti liecina, ka nav iespējams sniegt konkrētus ieteikumus par mēslošanas daudzumu un biežumu, jo tā nepieciešamība ir lielā mērā atkarīga no konkrētās vietas apstākļiem.

Stādījumu mēslošana pirmajā gadā pēc to ierīkošanas nav ieteicama, jo spraudēni nav pilnībā iesakņojušies, un nevar nodrošināt efektīvu mēslojuma uzņemšanu. Pāragri mēslojot tiek veicināta arī nezāļu augšana. Kad SRC spraudēni ir pilnībā iesakņojušies var sākt plānot mēslošanu. Vairāki eksperimenti ir pierādījuši, ka vidēji auglīgā un auglīgā augsnē, mēslošanai rotācijas sākumā nav pozitīva rezultāta. Vietās ar nabadzīgāku augsni un mazāku barības vielu daudzumu, mēslošana produktivitātes nodrošināšanai var būt nepieciešama jau pirmajā rotācijā. Atvasājiem pirmajos



rotācijas periodos visbiežāk nepieciešams slāpeklis, bet fosfors un kālijs ir pietiekami, tāpēc augsnes mēslošanā iespējams izmantot neorganiskus slāpekļa mēslojumus (Aronsson *et al.*, 2014).

Stādījumu mēslošanai var izmantot dūņas no vietējām notekūdeņu attīrīšanas iekārtām (sīkāk aprakstīts turpmākās nodaļās), taču tās jāpapildina ar slāpekli. Slāpekļa nepieciešamība ir atkarīga no SRC stādījumu vecuma un atvašu attīstības. Vecākos stādījumos slāpeklis tiek atbrīvots no nokritušo lapu kārtas, un tas samazina mēslojuma nepieciešamību. Stādījumiem jāpievada tāds slāpekļa daudzums, kāds ticis izvadīts, novācot biomasas ražu.

Barības vielu izvades daudzums vītoli SRC ir mainīgs un atrodas 150-400 kg N, 180-250 kg K un 24-40 kg P diapazonā uz hektāru 3 gadu rotācijas periodā, pieņemot, ka biomasas raža ir 8 t sausas/ha gadā (Zviedrijā). Salīdzinājumam – intensīvi apsaimniekotā pļavā, 3 gadu laikā, tiek izvadīti aptuveni 900 kg N/ha. Šāds salīdzinājums pierāda īcirtmeta atvasāju stādījumu nelielu nepieciešamību pēc slāpekļa (N), salīdzinājumā ar citām lauksaimniecības kultūrām. Lai aprēķinātu SRC stādījumu mēslošanai nepieciešamo slāpekļa daudzumu, jāņem vērā slāpekļa izmantošanas efektivitāte. Ievērojamo barības vielu daudzumu izmanto augsnes mikroflora, vēl daļa tiek pazaudēta atmosfērā vai piesaistīta atvasāju saknēs un lapās. Atvasāju lapās un saknēs piesaistītais slāpeklis, sadaloties nokritušajām lapām un atmirstot sīkajām saknēm, tiks atgriezts augsnē.

Fosfora un kālija mēslojums SRC stādījumos visbiežāk nav vajadzīgs. Lai palielinātu fosfora daudzumu augsnē, nepieciešami vairāki secīgas pielietošanas gadi, un zemās SRC stādījumu prasības šādu mēslošanu nepamato. Kālijs augsnē ir salīdzinoši stabils un tādēļ augiem grūti pieejams. Koksnes pelnu izkliešana audzē (plašāka informācija par šādu praksi atrodama turpmākajās nodaļās), stādījumos var atgriezt lielāko daļu kālija, kas ticis izvadīts, novācot biomasas ražu.

Ņemot vērā visus iepriekšminētos faktorus, potenciālos augsnes analīžu rezultātus un sagaidāmo ražu, ļoti vispārīgs mēslošanas ieteikums vītoli SRC stādījumiem būtu: 120-150 kg N, 15-40 kg P un 40 kg K uz hektāru gadā (cenšoties pielietot zemākās devas) (Gustafsson *u.c.*, 2007). Šādu pašu aprēķinu piemēro citām sugām, kuras izmanto SRC plantācijās. Potenciālajam īcirtmeta atvasāju audzētājam jāņem vērā, ka tehniski SRC stādījumu mēslošana ir iespējama tikai pirmajā un, iespējams, otrajā gadā pēc stādījumu ierīkošanas, taču ne vēlāk. Atvasāju augstums ir par lielu, lai mēslošanas iekārtas varētu iekļūt stādījumos nenodarot mehāniskus bojājumus kokiem.

Nesenais pētījums par SRC stādījumiem, kuros izmantoti jauni kloni, norādīja, ka jaunu klonu reakcija uz mēslošanu ir ievērojamāka, nekā tad, ja tiek mēsloti vecāku klonu stādījumi (Aronsson *u.c.*, 2014). Tas, iespējams, sniedz atbildi, vai lauksaimniekiem ir vai nav jāmēslo stādījumi. Varbūt, ka stādījumos ar jaunu klonu stādmateriālu, mēslošana tiks veikta pielietojot lielākus slāpekļa apjomus, nekā ieteikts iepriekš (protams, gadījumā, ja nenotiek slāpekļa izskalošanās). Atbilde uz jautājumu – mēslot vai nē – ir atkarīga arī no mēslojuma cenas (1 kg/N) un paredzētā ražas pieauguma.

## 5 Biomasas ieguve

SRC stādījumu rotācijas ciklā nozīmīga loma ir biomasas novākšanai, tā ir 50-80% no kopējām ražošanas izmaksām (Liebhard 2007) un būtiski ietekmē SRC stādījumu ekonomisko iznākumu.

Ražas novākšanu veic ziemā, pēc lapu nokrišanas un, vislabāk tad, kad augsne ir sasalusi. Atkarībā no vēlamā galaprodukta, ražas novākšanu SRC stādījumos veic ar 2-20 gadu intervālu. Biomasas ražu SRC stādījumos novāc, lietojot dažādus paņēmienus un aprīkojumu. Ražas novākšanas veids ir atkarīgs no šādiem faktoriem:

- Koku sugas un šķirnes: koku skaits un caurmērs
- Vēlamais galaprodukts: šķelda, granulas, zāģbaļķi
- Galaprodukta kvalitāte: šķeldas forma, mitruma saturs
- Tehnikas pieejamība: sava tehnika vai sadarbība ar darbuzņēmējiem
- Audzes ģeometrija: vienrindu vai dubultrindu, attālums starp rindām
- Lauka izmērs un forma: lieli vai mazi lauki, nogāzes
- Ievāktās koksnes biomasas daudzums: loģistika, ražas novākšanas intervāls (aprites cikls)
- Augsnes mitrums: piebraukšanas iespējas

Kokus pirmajā ražas novākšanā nogriež tuvu augsnei, un ar katru ražas novākšanas reizi aptuveni 1-2 cm augstāk. Griezumam jābūt asam un horizontālam – lai griezuma virsma būtu pēc iespējas mazāka.

## 5.1 Biomasas raža

Išcirtmeta atvasājos iegūtās biomasas daudzums ir atkarīgs no stādījumu atrašanās vietas, ko parasti raksturo klimats (temperatūra un ūdens pieejamība) un augsnes tips. Lai maksimizētu ražu, jāizvēlas katrai vietai rūpīgi piemērotas sugas, šķirnes un kloni. Eiropas ziemeļos sugas/kлона izvēles galvenais kritērijs ir aukstumizturība (t.sk. izturība pret salnu), bet Eiropas dienvidos – sausumizturība. 8.tabulā parādīti dažas galvenās SRC stādījumiem raksturīgās pazīmes un iespējamā kārķļu, papeļu un balto robīniju raža dažādos klimata apstākļos (atšķirīgās Eiropas daļās).

Ražu ietekmē ne tikai abiotiskie faktori, bet arī cilvēku darbība: apsaimniekošanas prakse, vispārējā saimniekošana, SRC sugu un šķirņu izvēle, slimību un nezāļu kontrole un stādījumu nodrošināšana ar barības vielām.

Aprites cikls/intervāls ir atkarīgs no SRC stādījumu mērķa. Parasti tas ir no 1 līdz 7 gadiem, taču var tikt paildzināts līdz 20 gadiem. Pēc 20-30 gadiem stādījumi tiek pārstādīti vai tiek nomainīta suga.

Iespējamā ikgadējā sausas šķeldas (sausna; 0% mitrums) raža Eiropā ir diapazonā no 5 līdz 18 t/ha. Kopējais biomasas apjoms vienā rotācijas periodā tiek aprēķināts ņemot vērā ikgadējo pieaugumu, rotācijas perioda ilgumu un ūdens saturu koksni (tikko nozāģētā koksni – aptuveni 55%). Piemēram, ja ikgadējā raža ir 10 t/ha sausas šķeldas, rotācijas periods – 4 gadi un ūdens saturs koksni – 50%, kopējais iegūtās biomasas apjoms ir aptuveni 80 t/ha, bet sausas šķeldas apjoms – 40 t/ha.

Biomasas produktivitāte pirmajā rotācijas periodā bieži ir zemāka nekā otrajā un trešajā rotācijas periodā. Atkarībā no augšanas un citiem apstākļiem biomasas produktivitāte nākamajās rotācijās var būt stabilāka un pazemināties, kolīdz stādījumi kļūst vecāki.

**8.tabula: Īscirtmeta atvasāju (SRC) vispārīgs raksturojums (Avots: Dallemand u.c. 2007)**

Sugas	Kārkli	Papeles	Baltā robinija
Eiropas daļa	Eiropas ziemeļu, centrālā un rietumu daļa	Centrālā un dienvideiropa	Vidusjūras reģions (Eiropas daļa), Ungārija, Polija
Stādījumu biežība (celmi ar atvasēm/ha)	12 500 – 15 000	8 000 – 12 000	8 000 – 12 000
Rotācijas periods (gadi)	1 – 4	1 – 6	2 – 4
Vidējais celma diametrs rotācijas perioda beigās (mm)	15 – 40	20 – 80	20 – 40
Vidējais augstums rotācijas perioda beigās	3,5 – 5,0	2,5 – 7,5	2,0 – 5,0
Krāja rotācijas perioda beigās (mitra koksne t/ha)	30 – 60	20 – 45	15 – 40
Koksnes mitruma saturs (% no svara)	45 – 62	50 – 55	40 – 45

**Kā kāpināt SRC stādījumu produktivitāti? (Lindegaard 2013)**

Savlaicīga plānošana: SRC stādījumu ierīkošanu vislabāk sākt plānot gadu pirms ierīkošanas. Tas dos pietiekami daudz laika, lai sagatavotu pieteikumus un kvalitatīvi sagatavotu augsni. Vēlu vasarā/agri rudenī var sākt nezāļu kontroli un zemes aršanu.

Pārzini savu īpašumu!: Augsnes piemērotība ir pamatnosacījums veiksmīgai SRC sugu augšanai. Tāpēc jums jāpārzina sava zeme un tās galvenie parametri – augsnes īpašības un ūdens pieejamība. Ierīkojot stādījumus neauglīgā vai citādi nepiemērotā augsnē, jūs gandrīz noteikti iegūsiet sliktu ražu. Kārķu SRC stādījumi vislabāk augs auglīgā aramzemē, kuras pH vērtība būs robežās no 5,5-8,0. Kārķi labi aug smagā brūnzemē ar augstu māla saturu, bet tos jāizvairās audzēt putekļainās un vieglās smiltis augsnēs. Īscirtmeta atvasāju kārķiem nepieciešamais ikgadējais nokrišņu daudzums ir aptuveni 600–1000 mm. Koku sakņu sistēma var skart un bojāt meliorācijas sistēmu, lai to novērstu, stādiet vismaz 30 metrus no svarīgiem noteces grāvjiem. Rentabilitāte tiek vieglāk sasniegta lielos, standarta formas laukos. Mazāki, neregulāras formas lauki palielina mašīnu dīkstāves laiku un stādīšanas un ražas ievākšanas izmaksas.

Nezāļu kontrole: Lai gan īscirtmeta atvasāji aug ļoti ātri, stādījumu ierīkošanas laikā jānodrošina minimāla nezāļu konkurence. Nezāļu kontrole sākas ar augsnes sagatavošanu rudenī un turpinās pirmo gadu pēc stādījumu ierīkošanas. No ķīmikāliju izmantošanas stādījumos cenšas izvairīties. Nepieciešamību lietot pesticīdus nosaka stādījumu izmērs, sastopamās nezāļu sugas, stādījumos izmantotās sugas utt.

Labāko šķirņu izmantošana: Īscirtmeta atvasāju šķirnes pirms to izmantošanas rūpīgi jāpārbauda. Selekcijas rezultātā iegūtās uzlabotās šķirnes dod augstāku ražu. Ja iespējams, izvēlas vietējās šķirnes. Lai iegūtu augstu ražu, nepieciešams izmantot vairākas šķirnes un, lai samazinātu slimību un kaitēkļu bojājumu riska apmēru, stādījumos jānodrošina ģenētiskā daudzveidība. Pareiza šķirņu izvēle ir būtiska veiksmīgam stādījumu iznākumam, kā arī palīdz samazināt vai izslēgt kaitēkļu un slimību risku.

Sadarbība ar stādīšanas darbu veicēju: Visbiežāk SRC stādījumu ierīkošanai tiks algots stādīšanas darbu veicējs. Sazinieties ar darbu veicēju savlaicīgi un palūdziet atsauksmes. Pajautājiet citiem lauksaimniekiem par viņu pieredzi ar stādīšanas darbu veicēju. Tukšumi, kuros spraudēņi nedīgst, bieži tiek attiecināti uz stādīšanas laikā pieļautajām kļūdām. Ja stādīšana aizņem vairāk laika, bet tiek iegūts labāks rezultāts un samazināti tukšumi audzē, tas ir laika vērts. Iegaumējiet, ka stādīšanas kvalitāte ir svarīgāka nekā zemas izmaksas.

Tukšumu aizpildīšana: Lai cik rūpīgi Jūs un stādīšanas darbu veicējs nebūtu, stādījumos vienmēr būs tukšumi, vai nu, kur spraudēņa iestādīšana tika izlaista vai, kur tie nav apsakņojušies. Veicot atsēdināšanu uz celma Jūs iegūsiet ļoti daudz stādmateriāla tukšumu aizpildīšanai. Pēc pirmās ražas ieguves, brīvajās vietās var saspraust 1 metru garas atvases vai spraudēņus. Tukšumu aizpildīšanas veids atkarīgs no izmantotās koku šķirnes.

Samaziniet dzīvnieku nodarītos bojājumus: Tādi savvaļas dzīvnieki, kā truši, zaķi un brieži, jaunajiem stādījumiem var nodarīt nopietnus bojājumus, īpaši, ja stādījumi ierīkoti nelielā platībā un vietās ar augstu savvaļas dzīvnieku blīvumu. Sadarbojieties ar medniekiem un atļaujiet viņiem ierīkot medību mastus savvaļas dzīvnieku skaita kontrolēšanai un atbaidīšanai. Arī dažādu aromātu (repelentu) izmantošana var palīdzēt atbaidīt savvaļas dzīvniekus. Vēl viens aizsardzības pasākums ir platību iežogošana. Tā ir ļoti dārga, taču to ir vērts paveikt ilgtermiņā. Ražas lielums 20 gadu stādījumu rotācijas periodā būs atkarīgs no šiem pirmajiem pāris mēnešiem pēc stādījumu ierīkošanas. Meklējiet iespējas, lai iegūtu labāko piedāvājumu no vietējiem uzņēmējiem.

Mēslojiet ar organiskajiem atkritumiem: SRC stādījumiem ir vajadzīgs pietiekami barības vielu. Barības vielas iespējams nodrošināt lietojot organiskos mēslojumus, tādus kā virca, pārstrādātas notekūdeņu dūņas, kūtsmēsli vai digestāts. Vislabāk mēslojumu lietot jau ierīkotā plantācijā, pēc biomasas ražas novākšanas. Mēslošana ir vairāk nepieciešama vecākiem stādījumiem. Iegaumējiet, ka mēslojot ir jāievēro noteikumi, likumdošana un citi nosacījumi, kas attiecas uz augšanas stimulēšanu.

Kāpiniet biomasas ražu: Iegūstot biomasas ražu, jūs vēlaties būt pārliecināti, ka novākti visi atvasāji. Arī šim darbam Jūs visbiežāk noalgosiet ražas novākšanas pakalpojumu veicēju. Izmantojot pieredzējuša ražas novācēja pakalpojumus, ir iespējams būtiski samazināt mašīnas operatora kļūdas un atbīrumus no pārpildītām piekabēm. Tāpat ir svarīgi, lai hārvestera asmeņi būtu pareizi uzstādīti, un atvasāji tiek nogriezti pietiekami zemu – kur stumbri ir visresnākie un smagākie. Atvasāji ataug labāk, ja griezumam ir asi un bez spurojumiem. Arī šķeldas kvalitāte ir labāka, ja asmeņi ir asi.

Minimizējiet uzglabāšanas zudumus: Centieties minimizēt uzglabāšanas zudumus pēc ražas novākšanas. Šķeldas uzglabāšana un pēcapstrāde (kaltēšana) ir atkarīga no ražas ievākšanas metodes, laika, kad šķelda būs vajadzīga un nepieciešamās šķeldas kvalitātes. Atrodiet labāko metodi, kā ar minimālām izmaksām samazināt uzglabāšanas zudumus.

## 5.2. Stādījumu aprites cikls

Biomasas ražas ievākšanas cikls ir no 1 līdz 7 gadiem, taču to var pagarināt līdz 20 gadiem. Ik pēc 20-30 gadiem stādījumi tiek pārstādīti vai tos nomaina citas kultūras. Stādījumu aprites cikla

garums un tā samazināšana nav stingri noteikta, šādu lēmumu pieņem, ņemot vērā augšanas apstākļus un citus nosacījumus (Tubby & Armstrong 2002). Ražas novākšanas laiku (rotācijas periodu) nosaka SRC stādījumu apsaimniekotājs.

Ražas novākšanas laiku ietekmē šādi faktori:

- SRC sugas: atvasāju ataugšanas laiks, konkrētas sugas biomasas ražas maksimizēšana;
- vietas "apguve": sakļāvušies audzes vainagi uztver lielāko daļu gaismas un atrodas augstākajā produktivitātes punktā; tam nepieciešamais laiks ir atkarīgs no stādījumos izmantotajām sugām, kuras ietekmē arī ražas novākšanas laiku;
- vēlamais galaprodukts: šķelda, zāģbaļķi; materiāla kvalitāte;
- ražas novākšanas tehnikas pieejamība: ražas novākšanas sezonā uzņēmēji var būt noslogoti; nepieciešama savlaicīga plānošana;
- augsnes stāvoklis: vislabāk ražu novākt, kad augsne ir sausa un/vai sasalusi; ir gadi un reģioni, kuros ražas novākšanu ir labāk atlikt. Ražas novākšanu atliek, ja augsnes stāvoklis nav pietiekami labs, un ražas novākšana varētu bojāt augsni un veģetāciju;
- vēlamā naudas plūsma: atkarīga no vispārējiem apsaimniekošanas mērķiem;
- šķeldas cena: lai gūtu lielāku peļņu stādījumu apsaimniekotāji var 'gaidīt' augstāku koksnes cenu; tomēr koksnes cenas nav paredzamas un ir atkarīgas no spekulācijām;
- mājsaimniecības pieprasījums pēc siltuma: ja šķeldu izmanto mājsaimniecības siltumapgādei, tai jābūt pieejamai katru gadu;
- citi: iespējams uzlabot bioloģisko daudzveidību un pasargāt savvaļas dzīvniekus.

Rotācijas periods ietekmē ražas novākšanas loģistiku. Jo garāks rotācijas periods, jo lielākas koku dimensijas ražu novācot (ikgadējais biomasas pieaugums reizināts ar rotācijas perioda ilgumu). Pēc gariem rotācijas periodiem, stādījumu uzturētājiem var nepietikt *loģistikas jaudas* (uzglabāšanas noliktavas, kravas auto, darbaspēks), lai tiktu galā ar lielo biomasas ražas apjomu. Lai izlīdzinātu darba slodzi un riskus, jāapsver SRC lauku rotācijas iespēja, tādējādi iegūstot ražu katru gadu, bet ne no visiem zemes gabaliem vienlaicīgi.

Rotācijas periods nosaka arī ražas novākšanas tehnoloģiju. Jo vecāki koki, jo to stumbri būs resnāki un, jo smagākas mašīnas nepieciešamas. Stādījumu malās stumbru caurmērs ir lielāks, jo šie koki saņem vairāk gaismas un ūdens nekā koki stādījumu vidū.

### 5.3 Iegūtās koksnes biomasas īpašības

SRC stādījumos iegūtās koksnes biomasas galaprodukts visbiežāk ir šķelda, ko pārsvarā izmanto siltumenerģijas ieguvei. Šķeldu var izmantot arī celulozes un papīra vai citu bioproduktu ražošanā. Piemēram, Vācijā lieli SRC šķeldas apjomi tiek iegūti priekš biodegvielu ražošanas vairāku pakāpju biomasas pārveidošanas procesā (Rutz u.c. 2008).

Atkarībā no ražas novākšanas metodes, procesā rodas dažādi starpprodukti, kas ietekmē šķeldas īpašības, galvenokārt, to izmēru un formu, kā arī mitruma saturu. Starpproduktus var klasificēt šādās kategorijās (DEFRA 2014):

- Atvašu rīkstes: līdz pat 8 m garas atvases
- Kūlīši: kūlīšos sasetas atvases
- „Sprunguļi”: 5 - 15 cm garumā nogriezts materiāls
- Šķeldas: līdz pat 5 x 5 x 5 cm liels, griešanas starpprodukts

Ražas novākšanas metodes starpproduktu iegūšanai sauc par “atvašu novākšanu”, “šķeldošanu”, “griešanas un smalcināšanas metodi”, “*sprunguļu* novākšanu” vai “griešanas un *sprunguļu* metodi” (Kofman 2012).

Mitruma saturs tikko iegūtā koksņē ir 40–60%. Nelieliem tvaika katliem nepieciešama šķelda ar mitruma saturs ir zem 30%.

Jo zemāks mitruma saturs šķeldā, jo augstāka tās kvalitāte un labākas uzglabāšanas iespējas.

Atvašu rīkstes (45.attēls) vai atvašu kūlīšus var novietot hederos vai šķūnī un kaltēt līdz mitruma saturs koksņē samazinās līdz aptuveni 30%, kas prasīs aptuveni 4–6 mēnešus. Atvašu un šķeldas starpprodukts ir „sprunguļi”, kurus var uzglabāt kaudzēs. Tā kā starp „sprunguļiem” ir daudz brīvu vietu, uzglabāšanas kaudzēs ir laba ventilācija, kas atvieglo koksnes kalšanu un nerada sarežģījumus uzglabājot (salīdzinājumā ar šķeldas uzglabāšanu, sīkāk 5.5.apakšnodalā).

Lai gan atvašu rīkšu, atvašu kūlīšu un „sprunguļu” priekšrocība ir to relatīvi vieglā kaltēšana, jau izkaltēta materiāla šķeldošana samazina šķeldas kvalitāti. Svaigas koksnes griezumi ir asāki nekā sausas koksnes, tāpēc smalcinot koksni uzreiz pēc tās iegūšanas, tiek iegūta augstākas kvalitātes šķelda. Šķelidojot sausu koksni, šķeldu ir vairāk (skaita ziņā) un to izmērs ir neviendabīgāks.

#### 5.4 Biomasas ražas novākšanas metodes

Ir vairākas ražas novākšanas metodes. Atvasājus var griezt un šķeldot vienlaicīgi, ražas novākšanas operācijas laikā. Vēl atvasājus var nogriezt, atstāt (kā atvases/stumbrus vai „sprunguļus”) uz lauka kaltēties un smalcināšanu veikt vēlāk – kā atsevišķu operāciju.

Šķeldas iegūšanai ir pieejamas dažādas tehnoloģijas, kuras savā starpā var kombinēt. Tās var klasificēt pēc automatizācijas pakāpes un lietotās tehnikas tipa (aprakstīts 9.tabulā).

Atvasāju biomasas novākšanas iekārtas nepārtraukti attīstās. Mehanizētai biomasas ražas novākšanai var izmantot šādas iekārtas:

- Mežizstrādes kombains („hārvesteri”): Hārvesteri griež lielāka caurmēra kokus. Tā kā atvasāju stumbri nav ļoti resni, iespējams izmantot mazākus un vieglākus hārvesterus (kopšanas ciršu hārvesterus). Hārvesteriem parasti nav smalcināšanas aprīkojuma, tāpēc ir nepieciešamas papildus iekārtas. Dažreiz uz ekskavatora uzstāda darba galvu (40.attēls).
- Uzkarināmās iekārtas: Uzkarināmās iekārtas ir pieejamas dažādās variācijās. Tās var būt paredzētas kombinētai griešanai un smalcināšanai, tikai koku griešanai vai tikai smalcināšanai un ir uzmontējamās traktoriem. Lietojot kombinēto uzkarināmo iekārtu, atvases iespējams griezt un smalcināt tās horizontāli padodot šķeldotājam, vai arī kā to iesaka Ehlert u.c. (2013) griezto dzinumumu padot šķeldotājam vertikālā stāvoklī.
- Pašgājējsmalcinātāji: ir īpaši hārvesteri (38. un 39.attēls) vai pārveidoti lopbarības kombaini (37.attēls), kas vienlaikus griež un smalcina koksni – līdzīgi kā kombains, kas novāc augus skābarībai. Šādas mašīnas piedāvā vairāki izgatavotāji. Ir pašgājējmašīnas, kas griež

koksni un to sagarina „sprunguļos”. Tās dēvē par „sprunguļu” hārvesteriem.

Pašgājēsmalcinātāji un uzkabināmās iekārtas, kas griež un smalcina vienlaicīgi, ir pārveidoti lopbarības kombaini vai cukurniedru hārvesteri. Vairāku izgatavotāju hārvesterus, tādus kā Claas (Jaguar) (37.attēls), Austoft (7700) un New Holland (38. un 39.attēls) var aprīkot ar speciāliem atvasāju novākšanas hederiem. Ja interese par SRC sistēmām pieaug, tuvākajos gados ir gaidāmi tehnikas uzlabojumi un pilnveidojumi.



37.attēls: Claas pašgājējmašīna - SRC hārvesters „Jaguar“ (Avots: Dimitriou I.)



38.attēls: New Holland pašgājējmašīna un piekabe šķeldai (Avots: Rutz D.)

39.attēls: New Holland pašgājējmašīnas hederis (Avots: Rutz D.)



40.attēls: Uz ekskavatora uzstādīta darba galva papeļu novākšanai Austrijā (Avots: Mergner R.)

Tievu atvašu (tādām kā kārķu) novākšanai ir pieejamas presēšanas iekārtas, kas ražo apaļus atvašu saiņus, kas ir līdzīgi salmu vai siena rullīem. Šādu tehnoloģiju piedāvā, piem., “Biobaler” (41.attēls) no *Andersons Canada* (Caslin et al. 2010).

Jau tagad pieejamas vairākas šķeldošanas iekārtas (43.attēls), piemēram, no Jenz, Komptech, Husman, Jensen, Pezzolato, Spapperi, Heizomat, Vogt, utt. Tās var būt gan mobilas, gan stacionāras, piekabei vai traktoram uzmontējamas iekārtas, kā arī pašgājējmašīnas. Bieži vien tām ir izlice koksnes padošanai šķeldošanas iekārtai. Ja iekārtai nav izlices, nepieciešama cita mašīna, kas var veikt atvašu padošanu. Ir trīs dažādas koksnes smalcināšanas tehnoloģijas:

- Cilindra smalcinātājs: cilindra smalcinātājam ir rotējošs tērauda cilindrs, uz kura tiek uzstādīti



līdz pat 20 naži. Cilindrs griežas uz izvades caurules pusi un darbojas arī kā padeves mehānisms. Šāda tipa smalcināšanas iekārtas ir ļoti skaļas un lai tās izmantotu, nepieciešams ievērot īpašus drošības pasākumus. Smalcinātāji var izraisīt traumas vai nāvi, ja operators aizķeras aiz materiāla un tiek ierauts mašīnā. Saražotā šķelda ir liela, bet, ja smalcinātājā ievietots ļoti tievs materiāls, tas drīzāk tiks sagriezts sloksnēs, nevis šķeldās. Mūsdienīgi cilindra smalcinātāji smalcina kokus ar caurmēru no 15-50 cm.

- Diska smalcinātājs: Diska smalcinātāja smalcināšanas mehānisms ir tērauda disks ar uz tā uzstādītiem 2-4 nažiem. Horizontāli atpakaļgaitas veltnī ar hidraulisku veltnu ātruma regulāciju pārvieto materiālu no padeves piltuves uz disku, kas ir uzstādīts perpendikulāri padotajam materiālam. Kad disks griežas, naži sagriež materiālu šķeldās. Šķelda tiek izmesta pa rotējošu izgrūdēja tekni. Diska smalcinātājs nav tik energoefektīvs, kā cilindra smalcinātājs, taču saražo pēc izmēra un formas viendabīgāku šķeldu. Patērētāju klases diska smalcinātāji smalcina kokus ar diametru no 15 līdz 46 cm. Rūpnieciskie smalcinātāji ir pieejami ar diskkiem, kuru diametrs ir 4,1 m.
- Skrūves tipa smalcinātājs: Skrūves tipa smalcinātājs sastāv no izstiepta, koniska skrūves formas asmens. Garā spirālveida asmens malas ir noasinātas koksnes smalcināšanai. Smalcinātāja asmens rotē paralēli koksnes izgrūdējcaurules virzienam. Koki tiek ievilkti smalcinātājā, rotora asmenim veicot spirālveida kustību.

Mežizstrādes harvesteri ir smagā mežtehnika, kurus izmanto mežizstrādē – koku gāšanai, atzarošanai un sagarumošanai. Mežā hārvesteris parasti tiek izmantots kopā ar forvarderi, kas baļķus pieved uz augšgala krautuvi. Ir pieejami hārvesteri no vairākiem izgatavotājiem, tādiem kā *John Deere, Caterpillar, Hyundai, Valmet, Rottne, Dorfmeister*, utt.

Kompānija *Anderson* ir izstrādājusi jaunu koncepciju – tā saukto biopresi Biobaler(41.attēls), kas no kokiem un krūmiem veido sapresētus, ar tīklu apvilktus ruļļus ar 120 cm diametru. Šādi ruļļi ir gatavi rūpnieciskai izmantošanai.



41.attēls: Bio baller „Bioprese” no *Anderson*, Kanāda (Avots: Anderson Group)

**9.tabula: Biomases ražas novākšanas metodes, to apraksts un raksturojums (LWF 2011, Kofman 2012)**

Apraksts	Raksturojums
<p>Manuālā un moto-manuālā ražas novākšana, izmantojot mačeti, ķēdes motorzāģi, krūmgriezi vai līdzīgu instrumentu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atvašu griešana un gāšana ar mačeti, ķēdes motorzāģi, krūmgriezi vai līdzīgu instrumentu</li> <li>- Manuāla atvašu novākšana vai novākšana ar traktoru</li> <li>- Atvašu uzglabāšana kaltēšanai vai tūlītēja smalcināšana</li> <li>- Manuāla atvašu rīkšu padošana vai padošana ar celtni nelielā smalcinātājā</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Iespējams personīgs ieguldījums</li> <li>- Prasīgs un bīstams darbs</li> <li>- Zems darba ražīgums</li> <li>- Samazinātas izmaksas, jo aprīkojums ir viegli izmantojams</li> <li>- Piemērots platībām, kas ir mazākas par 5 ha un, ja šķelda paredzēta mājsaimniecībām vai nelielas jaudas katliem</li> <li>- Darbs jāveic vismaz 2 strādniekiem</li> </ul>
<p>Mehāniskā novākšana, izmantojot hārvesteru</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lielāku koku novākšana ar mežizstrādes hārvesteru</li> <li>- Koku savākšana kūlīšos ar traktoru vai forvarderu</li> <li>- Atvašu rīkšu/kūlīšu uzglabāšana kaltēšanai vai tūlītēja smalcināšana.</li> <li>- Koku padeve ar krānu uz smalcinātāju</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ergonomiskākas operācijas, pateicoties augstajam automatizācijas līmenim</li> <li>- Iespējama kūlīšu/rīkšu kaltēšana uz lauka</li> <li>- Apkalpošanu parasti veic darbuzņēmējs, ražas novākšanas izmaksas ir augstas</li> <li>- Ekonomiski izdevīgi tikai pie lielām platībām</li> <li>- Piemērots jebkāda veida šķeldas katliem</li> </ul>
<p>Mehāniskā novākšana, izmantojot uzkarināmo iekārtu vai pašgājējmašīnu</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uzkarināmās iekārtas vai pašgājējmašīnas (lopbarības kombaini ar tiešai smalcināšanai pārveidotiem hederiem)</li> <li>- Ražas novākšana un smalcināšana notiek vienlaicīgi</li> <li>- Piekabēm, kas transportē šķeldu no lauka, jābūt pieejamām ražas novākšanas laikā.</li> <li>- Šķeldas tiek tūlītēji izmantotas, uzglabātas vai kaltētas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ergonomiskākas operācijas, pateicoties augstajam automatizācijas līmenim</li> <li>- Ekonomiski izdevīgs vidēja izmēra līdz lielās platībās</li> <li>- Lielākoties piemērots lielākām apkures sistēmām un koģenerācijas stacijām (CHP)</li> <li>- Šķeldu kaltēšana nav vienkārša un var būt dārga</li> <li>- Smalcinot svaigu koksni tiek iegūta <i>tira</i> un viendabīga augstas kvalitātes šķelda</li> </ul>



**42.attēls:** Forvarders, kas savāc kokus no lauka Austrijā  
(Avots: Mergner R.)



**43.attēls:** Uz traktora uzstādīts koksnes smalcinātājs Austrijā  
(Avots: Rutz D.)



**44.attēls:** Novāktie vītoli SRC stādījumi ziemā, Zviedrijā;  
redzamas dubultrindas (Avots: Rutz D.)



**45.attēls:** Uzglabātā vītoli biomasas raža pie SRC  
stādījumiem Zviedrijā (Avots: Rutz D.)

## 5.5 Šķeldas kaltēšana un uzglabāšana

Pēc SRC biomasas ražas novākšanas to, pirms izmantošanas personīgajam patēriņam vai pārdošanai, uzglabā. Šķeldu, atvašu rīkstes, balķus un „sprunguļus” var uzglabāt stādījumu hederos vai nogādāt līdz tālākās izmantošanas punktam.

Ļoti svarīga šķeldas kvalitātes īpašība ir ūdens saturs (10.tabula) vai mitruma saturs koksnē. Kaltējot uz lauka, pāris mēnešu laikā mitruma saturu iespējams samazināt no 50–55% līdz aptuveni 30%.

**10.tabula: Koksnes ūdens saturs iedalījums četrās kategorijās**

Kategorija	w (mitruma saturs)
Absolūti sausa koksne	0%
Gaisā kaltētā koksne	15%-20%
Uzglabātā koksne	< 30-35%
Svaiga koksne	> 50%

Svaigi sasmalcinātas koksnes ilglaicīga uzglabāšana ir sarežģīta un ir saistīta ar šādiem riskiem (LWF 2012):

- Biomases zudums: 2–4% biomases zudums mēnesī notiekošo bioloģisku procesu un sadalīšanās rezultātā.
- Veselības risks: sēņu sporu savairošanās, kas negatīvi ietekmē veselību.
- Kvalitāte: nenosegtās kaudzēs, nokrišņu un ūdens kondensāta atkārtotas uzkrāšanās rezultātā, mitruma saturs koksne palielinās
- Tehniskais risks: šķeldai sasilstot, tai klāt piesalst arī piejaukumi, kurus ir grūti apstrādāt, piemēram, akmeņi, smiltis, kas var bojāt iekārtas.
- Spontāna aizdegšanās: mikrobiālā aktivitāte paaugstina temperatūru kaudzē – tas var izraisīt šķeldas paš aizdegšanos.
- Ietekme uz vidi: šķeldas smaka var būt netīkama kaimiņiem, un infiltrāti var piesārņot tuvējās ūdenstilpnes.

Neskatoties uz augstākminētajiem riskiem, arī kaltētas šķeldas ar aptuveni 30% augstu ūdens saturu var salīdzinoši viegli un droši uzglabāt nenosegtās kaudzēs. Apsedzot šķeldas kaudzes vai uzglabājot tās zem jumta, iespējams novērst ūdens saturs paaugstināšanos koksne pēc nokrišņiem. Arī svaigas šķeldas var uzglabāt zem jumta un kaltēt līdz mitruma saturs sasniedz 30%, taču, lai izvairītos no paš aizdegšanās, jānodrošina laba ventilācija un jāveic regulāra šķeldas maisīšana, piemēram, ar frontālo iekrāvēju.

Vislabāk, ja mitruma saturu šķeldā samazina līdz līmenim, kas ir zemāks par 20%. Pēc Eiropas standartiem šķeldu, atkarībā no mitruma saturs darba masā, klasificē piecās grupās – M20, M30, M40, M55, M65 (Rutz u.c. 2012). Mazā izmēra dēļ šķeldas ir jutīgas pret mikroorganismiem, sevišķi, ja tajās ir augsts mitruma saturs. Palielināta mikroorganismu aktivitāte paaugstina temperatūru kaudzē, kas var izraisīt šķeldu paš aizdegšanos uzglabāšanas vietās.

Jo augstāks mitruma saturs šķeldā, jo mazāk enerģijas rodas šķeldai sadegot (skat. 8.3.apakšnodaļu) un vairāk enerģijas tiek patērēts mitruma iztvaicēšanai. Kaltētas koksnes zemākais sadegšanas siltums (4,3 kWh/g) ir augstāks nekā svaigas vai mitras koksnes zemākais sadegšanas siltums (1,5 kWh/g) (Liebhard 2007). Koksnes sadegšanas siltuma izmaiņas atkarībā no mitruma saturs koksne parādīta 46.attēlā. Jo augstāks mitruma saturs koksne, jo zemāks ir koksnes sadegšanas siltums.



46.attēls: Koksnes sadegšanas siltuma izmaiņas atkarībā no mitruma satura koksnē (Avots: FNR 2012)

5.aile: Kāda ir atšķirība starp mitruma saturu un ūdens saturu?

Svarīgs koksnes kurināmā kvalitātes rādītājs ir ūdens saturs tajā. Lai varētu aprēķināt un salīdzināt mitruma saturu koksnē, izmanto divus fizikālu mērījumu parametrus, mitruma saturu ( $w$ ) (sauc arī par "mitrumu darba masā") un ūdens saturu ( $u$ ) (sauc arī par "ūdens saturu sausajā masā").

Mitruma saturs ( $w$ ) attiecas uz ūdens masu  $m_w$  svaigajā biomasā ( $m_d + m_w$ ), bet ūdens saturs uz ūdens masu  $m_w$  sausā biomasā ( $m_d$ ).

$$w = m_w / (m_d + m_w)$$

$$u = m_w / m_d$$

Mitruma saturu var pārvērst ūdens saturā. Piemēram, 50% mitruma satura atbilst 100% ūdens saturam sausajā koksnē. Ūdens saturs var būt lielāks par 100%.

Svarīgs koksnes kurināmā kvalitātes rādītājs ir ūdens saturs tajā.

Lai būtu iespējams aprēķināt un salīdzināt ūdens saturu, izmanto divus fizikālu mērījumu parametrus:

- Ūdens saturu ( $w$ ), ko sauc arī par mitrumu pret svaigu materiālu un
- kurināmā mitrumu ( $u$ )-ūdens daudzumu pret kurināmā sausni.

Ūdens saturs ( $w$ ) raksturo ūdens masas ( $m_w$ ) daļu svaigā biomasā ( $m_d + m_w$ ), bet kurināmā mitrums ( $u$ ) raksturo ūdens saturu pret sausu biomasu ( $m_d$ ).

$$w = m_w / (m_d + m_w) \text{ (relatīvais mitrums)}$$

$$u = m_w / m_d \text{ (absolūtais mitrums)}$$

Mitruma satura vērtības var pārvērst ūdens satura vērtībās. Piemēram, 50% ūdens saturs ( $w$ ) atbilst 100% mitrumam ( $u$ ). Ūdens saturs jeb mitrums ( $u$ ) var būt lielāks par 100%. Jēdzienu ūdens saturs jeb mitrums ( $w$ ) parasti lieto mežsaimniecībā un kokrūpniecībā. Enerģētikā biežāk lieto kurināmā mitruma ( $u$ ) satura jēdzienu.

Pastāv vairākas kaltēšanas metodes - sākot ar ļoti vienkāršām līdz tehnoloģiski sarežģītām (11.tabula). Šķeldas bieži kaltē **nekustīgajā slānī**, piemēram, konteineros, piekabēs vai glabātuves, caur kurām tiek pūsts karsts gaiss (47. līdz 52.attēls).

Konteineriem vai piekabēm ir dubultais dibens ar režģotu grīdu vai režģotu cauruli, caur kuru tiek pūsts karstais gaiss. Lēts risinājums ir kaltēšanai pielāgotas piekabes. Šķeldu sajaukšana šajos konteineros vai piekabēs nenotiek, tāpēc tā kalst neviendabīgi.

Sarežģītāka kaltēšanas metode ir **rotējošā kalte**. Šeit karstais gaiss tiek iepūsts zem dubultsieta un kustīgās lāpstiņas maisa un padod šķeldas kaltēšanas procesā. Kaltēšanas procesā, dzenrats vairākas reizes pārbīda lāpstiņas no viena kaltes gala uz otru. Rotācijas virzienu iespējams mainīt, to pārslēdzot automatizētajā vadības sistēmas panelī. Rotējošās padeves kaltes var darboties gan periodiski, gan nepārtraukti.

**Lentes kaltēs** šķeldas, pa perforētu lenti, tiek nepārtraukti un vienmērīgi padotas ievades kamerā. Lente, kas atrodas horizontālā stāvoklī, virza šķeldas cauri kaltēšanas zonai, kas var būt iedalīta vairākās kamerās. Šajās zonās siltais gaiss plūst cauri vai pāri mitrajai koksnei, to kaltējot. Katra kamera ir aprīkota ar ventilatoru un siltummaini un ir pielāgojama dažādiem apstākļiem.

Ideāls un lēts siltuma avots kaltēšanai ir, piemēram, no rūpnieciskiem procesiem vai biogāzes stacijām pāri palikušais siltums (Rutz et al. 2012).

#### 11.attēls: Kaltēšanas tehnoloģijas un to raksturojums (Avots: Rutz et al. 2012)

Kaltes tips	Raksturojums
Nekustīgā kalte	Karstais gaiss caurplūst materiālam horizontālos vai vertikālos bunkuros, skābbarības bedrēs, piekabēs vai konteineros. Šī ir viena no vienkāršākajiem kaltēm, jo materiāls netiek maisīts. Kravas kaltes ir lētas un piemērotas mazu apjomu kaltēšanai
Rotējošā kalte	Karstais gaiss tiek pūsts zem režģa un plūst cauri produktam. Dzenratam rotējot, lāpstiņas maisa un pārvieto produktu.
Lentes kalte	Karstais gaiss kaltē materiālu, kas tiek lēnām virzīts pa lenti. Šādas kaltes izmaksas ir samērā augstas.



47.attēls: Konteinerim pievienotas gaisa apkures caurules šķeldu kaltēšanai biogāzes rūpnīcā Minhenē, Vācija (Avots: Rutz D.).



48.attēls: Konteineris šķeldu kaltēšanai Minhenē, Vācija (Avots: Rutz D.).



49.attēls: Kravas kalte uz piekabes. Kaltēšanai tiek izmantots biogāzes rūpnīcā pārpalikušais siltums. Vācija. (Avots: Rutz D.).



50.attēls: Rotējošā padeves kalte šķeldu kaltēšanai biogāzes rūpnīcā Vācijā (Avots: Rutz D.).



51.attēls: Noliktavas grīdā iebūvēta ventilācijas lūka Biomasas tirdzniecības centrā Ahentālē, Vācija (skat. 52.attēlu) (Avots: Rutz D.)

52.attēls: Ideāla šķeldu noliktava Biomasas tirdzniecības centrā Ahentālē, Vācija (Avots: Rutz D.)

Ir izstrādāts speciāls paņēmieni ģircirtmeta atvasāju (SRC) ŗķeldu kaltēšanai, un to patentējusi (PCT/EP2005/009241) Drēzdenes Tehniskā universitāte (Vācija). Kaltēšanas sistēma balstās uz principu, ka svaigas un mitras ŗķeldas, uzglabātas kaudzē, uzsilst pašas. Perforētas (caurumotas) caurules nodrošina gaisa iekļūšanu kaudzē, kamēr izvades caurule darbojas kā skurstenis un atbrīvo silto gaisu, kas rodas ŗķeldām sasilstot. Ŗis gaisa ventilācijas process ir efektīva metode koksnes kaltēšanai un tam nav vajadzīga papildus enerģijas pievade. Izmantojot ŗo metodi, trīs mēnešu laikā ir iespējams samazināt ūdens saturu koksnē līdz 30% (Grosse u.c. 2008). Kaudzi var izveidot tieši plantācijas galā vai ŗķeldas patērēšanas punktā.

**53.attēls: Ventilācijas sistēmas shēma ŗķeldu kaltēšanai kaudzē (Avots: Rutz D.)**



## 6 Loģistika un transports

Pirms SRC stādījumu ierīkošanas, rūpīgi jāapsver transporta izmaksas un attālums līdz potenciālajiem klientiem. Šķeldu transportēšanas attālums jāsamazina pēc iespējas vairāk. Pārāk garš attālums negatīvi ietekmē SEG līdzsvaru un stādījumu ekonomiku. Maksimālais ieteicamais attālums šķeldu transportēšanai un tam piemērotākais transporta līdzeklis ir atkarīgs no vairākiem apstākļiem, bet tos var apkopot šādi:

- 0–40 km: pašu traktori
- 30–90 km: smagās kravas automašīnas ar 70–95 m<sup>3</sup> ietilpību
- >70 km: vilcieni

Jau plānošanas fāzē jāieplāno viegla piekļuve stādījumiem, īpaši, ja stādījumos tiks izmantota smagā tehnika un kravas mašīnas. Jāievēro maksimālais atļautais kravas svars uz ceļiem un tiltiem.

Šķeldas blīvums ir atkarīgs no mitruma satura tajā, koku sugas, šķeldu izmēriem un formas, kā arī no mizas/koka īpatsvara. Vienas tonnas absolūti sausu šķeldu tilpums ir aptuveni 6,5 līdz 7 kubikmetri. 12.tabulā parādīti vairāku SRC sugu un citu sugu šķeldas blīvums atkarībā no mitruma satura.

**12.tabula: SRC sugu un citu sugu kubikmetra (m<sup>3</sup>) šķeldas svars (vidējie/tipiskie lielumi; reālie lielumi ir atkarīgi no vairākiem faktoriem!)**

Mitruma saturs [%]	0	15	20	30	50
	Masa [kg]				
Papeles (SRC) (blīvums 353 kg sausas/ cieš m <sup>3</sup> )	164	145-174***	181**	203** 167-200***	284**
Kārkli (SRC) (blīvums 420 kg sausas/ cieš m <sup>3</sup> )	168*	181-217***	181**	208-250***	nav zināms
Alkšņi (SRC) (blīvums 530 kg sausas/ cieš m <sup>3</sup> )	nav zināms	177-212***	n.a.	204-245***	nav zināms
Robīnija (SRC) (blīvums 750 kg sausas/ cieš m <sup>3</sup> )	nav zināms	264-317***	n.a.	304-365***	nav zināms
Egle (nav SRC) (blīvums 379 kg sausas/ cieš m <sup>3</sup> )	151	178	189	216	302
Dižskābardis (nav SRC) (blīvums 558 kg sausas/ cieš m <sup>3</sup> )	222	261	278	317	444

(Avots: CARMEN 2014, \* SLL n.d., \*\* Biomasseverband OO n.d., \*\*\* ETA Heiztechnik GmbH n.d. (pirmā vērtība G50 šķeldai, otrā vērtība G30 šķeldai), citi avoti)

Stādījumu galos būtu jābūt zonām, kurās neaudzē atvasājus, bet, piemēram, ziedošus lakstaugus, kuri palielina stādījumu vērtību. Šīs zonas sauc par **stādījumu hederiem**. Hederi kalpo kā apgrīšanās vieta ražas novākšanas un apkopes tehnikai. Uz stādījumu hederiem iespējams uzglabāt novāktu koksnes biomasu. Nereti iegūto koksnes biomasas ražu uzreiz nogādā līdz

tālākās izmantošanas punktam.

## 7 SRC stādījumu rekultivācija

SRC stādījumus likvidē jeb rekultivē pēc vairāku gadu augšanas un tam var būt vairāki iemesli. Lauksaimnieks var mainīt zemes saimnieciskās izmantošanas veidu uz pļavu vai aramzemi, vai arī veikt SRC stādījumu pārstādīšanu, nomainot vecākas šķirnes pret jaunākām. Lauksaimnieki, kuriem nav lielas pieredzes ar SRC stādījumu audzēšanu, stādījumu likvidēšanu nereti uzskata par lielu šķērslī. Tomēr ir jāpastāv iespējai atgūt zemi ātri tās sākotnējā stāvoklī. Potenciālie SRC ierīkotāji šajā jautājumā ir bijuši samērā atturīgi, taču izpratnes vairošana un informācijas sniegšana palīdz pārvarēt šo izaicinājumu. SRC stādījumu likvidēšana nav tehniski sarežģīta, jo neskatoties uz to, ka atvasāji auguši daudzus gadus, to sakņu sistēma ir relatīvi sekla.

Likvidējot SRC stādījumus, vērā jāņem vairāki soļi. Stādījumu likvidēšanas metodi izvēlas atkarībā no tālākā plānotā zemes saimnieciskās izmantošanas veida. Ja stādījumu vietā paredzēta pļava, iespējams, pietiks ar zemes irdināšanu – kultivēšanu un zāles sēšanu. Dažos gadījumos, arī aramzemes atjaunošanai pietiek ar kultivēšanu. Augsnes irdināšanas tehnikas (kultivatora) spēja (54., 55.attēls) sagriezt koksni mazos gabaliņos nosaka to, vai būs nepieciešama tālāka augsnes apstrāde.

Komplicētāka metode stādījumu likvidēšanā ir mehānisko un ķīmisko līdzekļu apvienošana. Šeit, pēc pēdējās biomasas ražas novākšanas celmus neizvāc, bet atstāj audzē līdz pavasarim, kad tie sāk veidot jaunas atvases. Kad atvases izaugušas 30–40 cm garas, stādījumos apstrādā ar herbicīdu. Kārkli un papeles ir jūtīgi pret herbicīdiem un aktīvi augošās daļas atmirs. Lai jautu herbicīdam pilnībā uzsūkties, atvasājus vismaz uz divām nedēļām pēc apsmidzināšanas atstāj uz lauka. Kad atvases ir atmirušas ar lieljaudas kultivatoru veic celmu sasmalcināšanu augsnes augšējos 5–10 cm. Kad celmi ir pilnībā sasmalcināti, augsni sagatavo ar liela diametra disku frēzi, kas sagriež atlikušos stumbrus un saknes, neuzrušinot tos līdz augsnes augšējai.

Tiklīdz celmi ir sasmalcināti, bez nepieciešamības tos izvākt, augsnē var atkārtoti stādīt kārkļus vai ierīkot citas lauksaimniecības kultūras stādījumus, sējumus.



54.attēls: Kultivators smalcina atlikušos atvasāju celmus Austrijā (Avots: Mergner R.)



55.attēls: Rekultivēta augsne Austrijā (Avots: Mergner R.)



## 8 SRC produktu izmantošana

Rotācijas periods tiek noteikts jau stādījumu plānošanas un izveidošanas laikā, jo no tā atkarīgs stādīšanas attālums. Ja attālums starp kokiem ir mazs un rotācijas periods ir starp 2 un 8 gadiem, ievāktā koksnes biomasa gandrīz noteikti tiks sasmalcināta šķeldā, kuru vēlāk izmantos dažādiem mērķiem. Ja rotācijas periodi ir garāki, ir vērts apsvērt zāģbaļķu, nevis šķeldu ieguvu, tādējādi gūstot lielāku peļņu. Baļķu izmantošanas iespējas atkarīgas no to kvalitātes. Zāģbaļķu iegūšana iespējama, piemēram, papeļu vai eikaliptu SRC stādījumos. Kārķu stādījumos, parastā stādījumu rotācijas periodā, nav iespējams iegūt pietiekami resnus kokus. Rokasgrāmatā netiek apskatīta zāģbaļķu ieguve un izmantošana. Galvenā uzmanība tiek vērsta uz šķeldas izmantošanu enerģijas ieguvē.

### 8.1 Šķeldas kvalitāte

Šķeldas kvalitāte ir atkarīga no tās plānotās izmantošanas (56., 57.attēls). Galvenie šķeldas kvalitātes noteikšanas parametri ir:

- Mitruma/ūdens saturs: jo zemāks mitruma saturs, jo augstāks koksnes sadegšanas siltums.
- Šķeldu viendabīgums un izmērs: Šķeldu izmēram jābūt atbilstošam plānotajai pielietošanai un koksnes kurināmā apstrādes sistēmai.
- Sīko daļiņu saturs: sīkās daļiņas (koksnes putekļi) rada risku veselībai.
- Šķeldu forma: lai palielinātu šķeldas tilpumbūvumu un nodrošinātu vienmērīgu padevi apkures sistēmā, šķeldu griezumam jābūt asiem un bez atskabargām.
- Izcelsmes: audzēšanas un apsaimniekošanas sistēmas ilgspējīgums; jo tuvāk galalietotājam šķelda iegūta, jo mazāks transportēšanas attālums un zemākas CO<sub>2</sub> emisijas no transportēšanas.
- Pelnu saturs: jo zemāks pelnu saturs, jo augstāka enerģijas atdeve un mazāks pelnu, kā ražošanas (š.g. siltumenerģijas ražošanas) atkritumu, daudzums.
- Piemaisījumi: šķeldā nav jābūt nekādiem piemaisījumiem (augšne, akmeņi).
- Sastāvs: jo augstāks koksnes un zemāks mizas, lapu un nelielu zariņu daudzums šķeldā, jo augstāka kurināmā kvalitāte.

Kā jau aprakstīts 5.3. un 5.5. apakšnodalās galvenais šķeldas kvalitātes kritērijs ir mitruma saturs tajās. Mitruma saturu SRC šķeldās lielākoties ietekmē ražas novākšanas veids un transportēšanas un kaltēšanas procedūras.

Šķeldu viendabīgumu, izmēru un formu, kā arī sīko daļiņu saturu tajā ietekmē ražas novākšanas aprīkojums un tehnoloģija. Piemaisījumu klātbūtni daļēji nosaka ražas novākšanas tehnoloģija un šķeldas uzglabāšanas veids. Ja šķelda tiek uzglabāta uz lauka, palielinās piemaisījumu rašanās risks. Šķeldas sastāvu un pelnu saturu nosaka koku sugas īpašības un audzēšanas veids. Šķeldai no īsirtmeta atvasājiem ir augstāks pelnu saturs, jo mizas un mazo zaru īpatsvara attiecība pret koksnes daļu ir daudz augstāka (atvasāju caurmērs SRC stādījumos ir salīdzinoši neliels).



**56.attēls: Augstas kvalitātes (pa kreisi) un zemas kvalitātes šķelda (ne no SRC stādījumiem) (pa vidu, pa labi) Vācijā (Avots: Rutz D.)**

Šķeldas kvalitātes nosaka pēc speciāliem standartiem. Eiropas Standartizācijas komiteja (CEN) ir izstrādājusi standartus attiecībā uz šķeldas, brikešu, malkas un granulu kvalitātes prasībām, kvalitātes pārbaudes metodēm, kurināmā pārveidošanas noteikumiem un kvalitātes nodrošināšanu. 2014. gadā šie standarti tika grozīti un tālāk izstrādāti kā starptautiskie ISO (Starptautiskā Standartizācijas organizācija) standarti. Koksnes biokurināmajam piemēro šādus standartus:

- ISO 17225-1:2014-09 (iepriekš EN 14961-1:2010) Cietais biokurināmais. Kurināmā specifikācijas un klases. 1.daļa: Vispārīgās prasības
- ISO 17225-2:2014-09 (iepriekš EN 14961-2:2011) Cietais biokurināmais. Kurināmā specifikācijas un klases. 2.daļa: Koksnes granulu klasifikācija
- ISO 17225-3:2014-09 (iepriekš EN 14961-3:2011) Cietais biokurināmais. Kurināmā specifikācijas un klases. 3.daļa: Koksnes brikešu klasifikācija
- ISO 17225-4:2014-09 (iepriekš EN 14961-4:2011) Cietais biokurināmais. Kurināmā specifikācijas un klases. 4.daļa: Šķeldas klasifikācija
- ISO 17225-5:2014-09 (iepriekš EN 14961-5:2011) Cietais biokurināmais. Kurināmā specifikācijas un klases. 5.daļa: Malkas klasifikācija



57.attēls: Svaigas šķeldas, iegūtas kārķļu SRC stādījumos Zviedrijā (Avots: Rutz D.)

ISO 17225 sērijas mērķis ir (i) nodrošināt skaidrus un nepārprotamus cietā biokurināmā klasifikācijas principus, (ii) būt instrumentam, kas nodrošina efektīvu biokurināmā tirdzniecību, (iii) nodrošināt sapratni starp pārdevēju un pircēju, kā arī (iv) kalpot kā saziņas līdzeklim ar aprīkojuma izgatavotājiem. Standarti atvieglo atļauju izdošanas procedūras un pārskatu sniegšanu atbildīgajās iestādēs (ISO 2014).

Alakangas (2009) 13.tabulā sniedz šķeldas deklarācijas (marķējuma) piemēru, norādot EN 14961-1 noteiktos normatīvos parametrus – izmēru (P), mitruma saturu darba masā (M) un pelnu saturu (A), kā arī informatīvos parametrus – tilpumblīvumu (BD), sadegšanas siltumu (Q) un sēra (S), slāpekļa (N) un hlora (Cl) saturu šķeldā.

13.tabula: Produkta – šķeldas – deklarācijas piemērs (Avots: Alakangas 2009, grozīts)

EN 14961-1		
	Izgatavotājs	EAA Biofuels
	Atrašanās vieta	Jyvāskylā, Somija
Vispārējie dati	Izcelsme	1.1.1.1 un 1.1.1.2 (viss koks)
	Tirdzniecības forma	Šķelda

	Daudzums (t)	4,00
	Izmēri	P45A
Normatīvie parametri	Mitrums, w-%	M35
	Pelni, w-% sausai masai	A1,5
	Tilpumbūvums, kg/m <sup>3</sup>	BD250
	Zemākais sadegšanas siltums, kā saņemts, MJ/kg	Q <sub>11,5</sub>
Informatīvie parametri	Sērs, w-% sausai masai	0,05
	Slāpekļis, w-% sausai masai	N0,3
	Hlors, w-% sausai masai	Cl0,03

ISO standarti šķeldu tirgošanā ir nepieciešami, lai informētu pircēju par šķeldas kvalitāti. Tas ietekmē šķeldas cenu.

Standartos tiek iekļauta informācija par to, kā uzlabot šķeldu kvalitāti, tāpēc standarti ir saistoši arī stādītjumu īpašniekiem, kuri šķeldu patērē tikai mājsaimniecības vajadzībām.

## 8.2 Šķeldas izmantošanas iespējas

Šķeldu iespējams izmantot:

- Mazās apkures sistēmās (vienai vai dažām mājsaimniecībām)
- Lielākās sadedzināšanas un apkures sistēmās (nelielām centralizētās siltumapgādes sistēmām, kurām pieslēgtas vairākas mājsaimniecības)
- Koģenerācijas stacijās (CHP), kas paredzētas šķeldas izmantošanai (Organiskais Renkina cikls (ORC), tvaika turbīnas)
- Gazifikācijas iekārtās elektroenerģijas ražošanai
- Kā papildu enerģijas avotu lielās, uz fosilo kurināmo bāzētās, spēkstacijās
- Kā izejvielu biomasas pārveidošanas procesiem (piem., pirolīzē, gazifikācijā, kokogļu ražošanā, bioķīmiskā pārveidošanā etanolā, bioplastmasas ražošanā).
- Pārstrādei granulās (dažādiem mērķiem).
- Nišas produktiem: Kā mulču dārkopībā un ainavu apsaimniekošanā, kā pakaišus dzīvniekiem, kā substrātu sēņu audzēšanā, kā materiālu biofiltriem vai kā rotaļu laukumu virsmas materiālu.

Šodien, Eiropā, šķeldu pārsvarā izmanto apkures sistēmās, koģenerācijas stacijās un kā papildus kurināmo lielās spēkstacijās. 8.3. apakšnodaļā sniegta informācija par šķeldu un granulū dedzināšanu.

Nākotnē pieprasījums pēc šķeldām priekš biomasas pārveidošanas procesiem var pieaugt. Jau ir

ierīkoti SRC stādījumi otrās paaudzes šķidrās biodegvielas ražošanai. Šķidrās biodegvielas ražošana no biomasas (BtL – *biomass-to-liquid*) atrodas attīstības stadijā. Termokīmiski pārveidojot lignocelulozes biomasu (tādu kā šķelda no SRC), tiek iegūta sintētiskā biodegviela. Bioķīmiska pārveidošana ir sarežģītāka tehnoloģija, kurā lignocelulozes materiāls tiek pārveidots par cukuru, kas tiek tālāk fermentēts, iegūstot etanolu (58.attēls). Etanols ir benzīna aizvietoja. Vairākās Eiropas un starptautiskās izmēģinājuma un demonstrācijas stacijās arvien vairāk tiek pārbaudīta šķeldas izmantošana etanola iegūšanā. Līdz šim uzmanības centrā bija zālaugu biomasas izmantošana (salmi, zāle, utt.). Integrētās biomasas pārveidošana iekārtās iespējams ražot arī tādus produktus, kā lignīnu, elektroenerģiju, siltumu, bioplastmasas un bioķīmikālijas. Šādi produkti veido SRC šķeldas nākotnes tirgu.

Mazākā mēroga ražošanā šķeldu ir iespējams termokīmiski pārveidot, iegūstot pirolīzes eļļu. Pirolīzes eļļa var aizstāt kurināmo vai tikt tālāk pārstrādāta. Jau šodien bieži tiek izmantota šķeldas gazifikācija un saražotās singāzes tālāka izmantošana iekšdedzes dzinējos elektroenerģijas ražošanai (59.attēls).

Sākotnēji granulas tika ražotas no zāgskaidām, kas tika uzskatītas par ražošanas atkritumiem (60.attēls). Šodien granulas ražo arī no SRC stādījumos iegūtās šķeldas. SRC šķeldai ir salīdzinoši augsts mizas/koksnes īpatsvars, tāpēc, lai ievērotu kvalitātes standartus, ieteicams izmantot šķeldu no SRC stādījumiem, ar garākiem rotācijas periodiem (tas samazina mizas/koksnes īpatsvaru).

Bez šķeldas izmantošanas enerģijas ieguvei, iespējamas arī citas tās izmantošanas iespējas, kas atkarīgas no vietējā pieprasījuma. Šķeldas var izmantot kā mulču dārzkopībā un ainavu apsaimniekošanā, kā pakaišus (piem., zirgiem), kā substrātu sēņu ražošanai, kā materiālu biofiltriem (piem., atkritumu poligonos ar biogāzes ieguvei) vai kā rotaļu laukumu virsmas segumu. Šo papildus iespēju ierobežotās pielietojuma dēļ, netiek sniegta sīkāka informācija.



58.attēls: Otrās paaudzes metanola rūpnīca ABENGOA Spānijā (Avots: Rutz D.)





**59.attēls:** Mazizmēra gazifikatori konteinerī (pa kreisi) un ražošanas laikā (pa labi) „SpannerRE<sup>2</sup>” rūpnīcā. (Avots: Rutz D.)



**60.attēls:** Granulu prese (pa kreisi) un augstas kvalitātes granulas (pa labi) (Avots: Rutz D.)

### 8.3 Šķeldas un granulu dedzināšana

Galvenais šķeldas un granulu pielietojums ir to dedzināšana ilgtspējīgai siltumenerģijas ražošanai (skatiet 6.aili). Šajā apakšnodaļā sniegta pamatinformācija par šķeldas degšanas procesiem. Sīkāka informācija ir pieejama, piemēram, Hiegl u.c. (2011) vai Rutz u.c. (2006).

Augu biomasa sastāv galvenokārt no oglekļa (C), ūdeņraža (H) un skābekļa (O). Oglekļa īpatsvars nosaka enerģijas daudzumu, kas tiek atbrīvots biomasas sadegšanas procesā (oksidācijā). Arī ūdeņradis sadegot atbrīvo enerģiju. Ūdeņradis un ogleklis nosaka sausa kurināmā sadegšanas siltumu (augstāko sadegšanas siltumu). Skābeklis tikai atbalsta degšanas procesu, bet tam nav nekādas ietekmes uz kurināmā enerģijas atdevi.

Koksnes kurināmajā ir augsts oglekļa - 47 līdz 50% un skābekļa – 40 līdz 45% saturs. Ūdeņraža saturs koksnes kurināmajā ir 5 līdz 7%. Bez šiem trim elementiem koksnē ir arī citi elementi.

Neskatoties uz citu elementu zemu īpatsvaru kurināmajā, tiem var būt liela ietekme uz emisijām no sadedzināšanas procesa. Sērs, hlors un slāpeklis ir elementi, kuriem ir vislielākā ietekme uz kaitīgo emisiju daudzumiem. Kurināmo daļēji var iedalīt atkarībā no kaitīgās emisijas veidojošo ķīmisko elementu satura.

Enerģijas daudzums uz masas vienību tiek izteikts ar zemāko un augstāko sadegšanas siltumu (skatiet 7.aili un 14. tabulu). Šķeldas raksturošanai bieži izmanto enerģijas daudzumu uz tilpuma vienību – kubikmetru (enerģijas blīvumu). Tā piemērs parādīts 15.tabulā. Atkarībā no koka sugas, no kuras iegūta šķelda, šķeldu izmēra un mitruma, kubikmetrs šķeldas sver aptuveni 200 – 300 kg.

Šķeldas katlus (61., 62.attēls) izmanto apkures sistēmās, kuru jauda ir vismaz 20 kW, bet granulu katlus – arī mazjaudīgākās apkures sistēmās. Apkure ar šķeldu ir ekonomiski izdevīga tikai lielākās saimniecībās un fermās, vai pat vairākās saimniecībās un nelielos ciemos. Uz granulām balstītas siltumapgādes sistēmas parasti tiek ierīkotas vienā vai dažās māsaimniecībās.

Šķeldas un granulu apkures sistēmas ir labi attīstītas un tirgū ir atrodami vairāki ražotāji. Apkures sistēma sastāv no uzglabāšanas bunkura, padeves sistēmas, apkures katla, dūmgāzu novadīšanas sistēmas un siltuma sadales sistēmas (bieži tiek uzstādītas arī siltuma akumulācijas tvertnes).

Šķeldas vai granulu katlam nepieciešamās investīcijas ir lielākas nekā fosilā kurināmā katlam, bet paša kurināmā izmaksas ir daudz zemākas. Ilgtermiņā, šķeldas vai granulu katli ir ekonomiskāki, nekā fosilā kurināmā katli.

#### Kāpēc biomasa ir atjaunojams resurss?

Galvenā siltumnīcas efektu izraisošā gāze (SEG), kas rodas degšanas procesā ir oglekļa dioksīds ( $\text{CO}_2$ ). Tā ir viena no galvenajām gāzēm, kas izraisa globālās temperatūras paaugstināšanos. Oglekļa dioksīds atmosfērā tiek emitēts sadegot fosilajam kurināmajam (piem., lignītam, antracītam, naftai, dabasgāzei) un biomasai. Biomasas augšanas procesā no atmosfēras tiek asimilēts  $\text{CO}_2$  (fotosintēzes procesā). Arī īscirtmeta (piem. ar 4-6 gadu ciklu) stādījumos koki no atmosfēras asimilē  $\text{CO}_2$  daudzumu, kas ir līdzvērtīgs vēlāk, degšanas rezultātā radīto  $\text{CO}_2$  emisiju daudzumam. Šī iemesle dēļ arī īsa rotācijas perioda (SRC) biomasa ir atjaunojams resurss, kura izmantošana palīdz aizsargāt klimatu.

Pagaidām biomasas enerģijas avoti nav pilnībā 'CO<sub>2</sub>-neitrāli', jo biomasas pārstrādē un izmantošanā (piem., ražas novākšanā un transportēšanā) joprojām tiek izmantoti neatjaunojamie resursi. Jaunos SRC stādījumos jāņem vērā zemes saimnieciskās izmantošanas maiņa, kas var izraisīt gan oglekļa atbrīvošanos no augsnes, gan tā uzkrāšanos augsnē. Salīdzinājumā ar viengadīgajām kultūrām, SRC stādījumos oglekļa uzkrāšanās augsnē ir augstāka un stādījumiem ir papildus pozitīva ietekme uz klimata pārmaiņu mazināšanu.

#### Kāda ir atšķirība starp zemāko un augstāko siltumspēju?

Kurināmā sadegšanas siltums ir nozīmīga kurināmā īpašība.

Zemākais sadegšanas siltums (LHV) (neto siltumspēja (NCV), zemākā kaloritāte (LCV)) norāda siltuma daudzumu, kas tiek atbrīvots biomasai pilnīgi sadegot (oksidējoties). Nosakot zemāko sadegšanas siltumu netiek ņemts vērā latentais siltums (iztvaikošanas siltums), kas atrodas dūmgāzu sastāvā esošajos ūdens tvaikos. Tādējādi zemākais sadegšanas siltums samazinās, pieaugot mitruma saturam biomasā.

Augstāko sadegšanas siltumu (HHV) (kaloritāti, bruto siltumspēju, augšējo siltumspēju ( $H_o$ ), bruto kaloritāti (GCV), augstāko kaloritāti (HCV)), nosaka visiem degšanas produktiem sasniedzot pirmsdegšanas temperatūru. Šajā kontekstā svarīgākā ir tieši ūdens tvaiku kondensācija un latentā siltuma atgūšana. Biomasas augstākais sadegšanas siltums ir vidēji par 6 % (mizai), 7 % (koksnei)

vai 7,5 % (lauksaimniecības produkts) augstāks par zemāko sadegšanas siltumu (14.tabula). Šī sakarība ir spēkā tikai attiecībā uz absolūti sausu ( $w_f$ ) cieto biokurināmo. Mitrai biomasai šī starpība palielinās. SRC stādījumos visbiežāk izmantoto sugu – kārkļu un papeļu – sadegšanas siltums, salīdzinājumā ar citiem koksnes kurināmajiem, ir atspoguļots 15.tabulā.

14.tabula: Cietā kurināmā raksturojums (Hiegl u.c. 2011) (vidējie/tipiskie lielumi; reālie lielumi ir atkarīgi no vairākiem faktoriem)

Kurināmā veids	Zemākais sadedgšanas siltums [MJ/kg]	Augstākais sadedgšanas siltums [MJ/kg]	Pelnu saturs [%]	Pelnu kušanas temperatūra [°C]
Papeļu koksne	18,5	19,8	1,8	1335
Kārkļu koksne	18,4	19,7	2,0	1283
Dižskābarža koksne	18,4	19,7	0,5	Nav datu
Egles koksne	18,8	20,2	0,6	1426
Skujkoku miza	19,2	20,4	3,8	1440
Kviešu salmi	17,2	18,5	5,7	998
Kviešu graudi	17,0	18,4	2,7	687
Antracīts	29,7	Nav datu	8,3	1250
Lignīts	20,6	Nav datu	5,1	1050



61.attēls: Neliela Fröling šķeldas apkures sistēma (24-50 kW jauda) ar apkures katlu (pa kreisi), kurināmā padeves sistēmu (vidū) un šķeldas uzglabāšanas tvertni (pa labi) (Avots: Rutz D.)

**15.tabula: SRC un citu šķeldu sadegšanas siltums atkarībā no mitruma satura koksnē (vidējie/tipiskie lielumi; faktiskie lielumi ir atkarīgi no vairākiem faktoriem)**

Mitruma saturs [%]		0	15	20	30	50
	Mērvienība	Zemākais sadegšanas siltums [kWh]				
Papele (blīvums 353 kg sausnas/cieš. m <sup>3</sup> )	kg	5,00	4,15	3,86	3,30	2,16
	cieš. m <sup>3</sup>	1765	1723	1705	1662	1525
	bēr. m <sup>3</sup>	706	689	681	666	610
Vītols (blīvums 420 kg sausnas/cieš. m <sup>3</sup> )	kg	4,54*	3,76**	n.d.	2,97**	n.d.
	cieš. m <sup>3</sup>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	bēr. m <sup>3</sup>	n.d.	680-810**	n.d.	620-740**	n.d.
Alksnis (blīvums 530 kg sausnas/cieš. m <sup>3</sup> )	kg	n.d.	4,06**	n.d.	3,23**	n.d.
	cieš. m <sup>3</sup>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	bēr. m <sup>3</sup>	n.d.	720-860**	n.d.	660-790**	n.d.
Robīnija (blīvums 750 kg sausnas/cieš. m <sup>3</sup> )	kg	n.d.	4,11**	n.d.	3,27**	n.d.
	cieš. m <sup>3</sup>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	bēr. m <sup>3</sup>	n.d.	1 090- 1 300**	n.d.	990- 1 190**	n.d.
Egle (blīvums 379 kg sausnas/cieš. m <sup>3</sup> )	kg	5,20	4,32	4,02	3,44	2,26
	cieš. m <sup>3</sup>	1 970	1 930	1 900	1 860	1 710
	bēr. m <sup>3</sup>	788	770	762	745	685
Dižskābardis (blīvums 558 kg sausnas/cieš. m <sup>3</sup> )	kg	5,00	4,15	3,86	3,30	2,16
	cieš. m <sup>3</sup>	2790	2720	2700	2630	2410
	bēr. m <sup>3</sup>	1116	1090	1077	1052	964

Avots: CARMEN 2014, \*Verscheure 1998, \*\* ETA Heiztechnik GmbH n.d. (pirmā ber. m<sup>3</sup> vērtība attiecās uz G50 šķeldu, otrā – uz G30, citi avoti; n.d. – nav datu)



**62.attēls:** Vidēja izmēra šķeldas apkures sistēma (3000 kW jauda) ar apkures katlu (pa labi) un siltuma akumulācijas tvertni (pa kreisi), Biomassehof, Ahentāle, Vācija (Avots: Rutz D.)

Lielākos kurināmā sadedzināšanas objektos ir iespējams ražot elektroenerģiju, izmantojot Organisko Renkina ciklu (ORC). ORC ir termodinamisks process, kas darbina ģeneratoru elektrības ražošanai. Salīdzinājumā ar citām koģenerācijas tehnoloģijām, tādām kā gazifikācija (63.attēls), ORC procesi parasti ir ievērojami jaudīgāki.

Vēl lielākās elektrostacijās šķeldas un rūpnieciskās granulas lielā daudzumā tiek līdzdedzinātas ar kādu citu kurināmo, visbiežāk kopā ar oglēm vai lignītu. Tādās stacijās parasti tiek pielietots tvaika cikls. Ideālajā gadījumā siltums no procesa tiek izmantots centralizētajā siltumapgādes sistēmā. Šķeldu līdzdedzināšana pārsvarā tiek pielietota Eiropā, īpaši Nīderlandē, Lielbritānijā un Beļģijā.



63.attēls: ORC sistēma (1,520 kW<sub>el</sub>), Grunfüttertrocknungsgenossenschaft Kirchdorf a.H. eG Vācijā (Avots: Rutz D.)

## 9 Īscirtmeta stādījumu ietekme uz vidi

SRC stādījumiem ir pozitīvāka ietekme uz vidi, salīdzinājumā ar viengadīgajām kultūrām. Negatīvas vides ietekmes risks ir zems. Balstoties uz *SRCplus* projekta ziņojumu par “Ilgtspējības kritērijiem un ieteikumiem Īscirtmeta kokaugu audzēšanā” (Dimitriou & Rutz 2014), šajā nodaļā (arī 2.5. apakšnodaļā) sīkāk aprakstīta SRC stādījumu ietekme uz vidi un ar to saistītie riski.

### 9.1 Augu daudzveidība

Augu daudzveidība ir augu un augu kopu dažādība. Lai izpētītu augu daudzveidību Zviedrijā, Vācijā un citās valstīs, tika veikti vairāki eksperimenti, kuros tika identificētas, skaitītas un novērtētas atšķirības starp SRC stādījumiem un citiem zemes izmantošanas veidiem (piem. labības un zāles audzēšana). Tika novērtētas arī atšķirības starp SRC stādījumiem un mežiem (Dimitriou u.c., 2012a). Daži no pētījumos gūtajiem secinājumiem ir šādi:

- SRC stādījumi var paaugstināt augu daudzveidību lauksaimniecības zemēs, jo kalpo kā papildus elements.
- SRC stādījumi nodrošina dzīvotni jaunām sugām, kas nevar dzīvot apkārtesošajās teritorijās, tādējādi palielinot augu sugu daudzveidību (īpaši teritorijās, kurās dominē aramzemes un skujkoku meži).
- SRC stādījumos sastopamo sugu klāstu - augu sabiedrību – veido gan pļavu, gan ruderālas (sugas, kas pirmās kolonizē teritorijas, kurās degradējusies iepriekšējā augu sabiedrība) augu sugas, kā arī tipiskie meža augi. Aramzemēs, turpretī, sastopamas lielākoties ruderālās un aramzemēm raksturīgās augu sugas.
- Noskaidrots, ka SRC stādījumos sastopama līdz pat trīs reizēm augstāka augu daudzveidība, nekā aramzemēs. Pierādīts arī, ka atsevišķos gadījumos, augu daudzveidība SRC stādījumos var būt augstāka, nekā skujkoku mežos un jauktajos mežos.



64.attēls: Augu sega trīsgadīgos papeļu stādījumos, pavasarī, Vācijā. (Avots: Rutz D.)



65.attēls: Augu sega un nokritušās lapas papeļu SRC stādījumos, rudenī, Vācijā (Avots: Rutz D.)



**66.attēls: Augu valsts kārķu SRC stādījumā, pavasarī, Zviedrijā (Avots: Rutz D.)**



**67.attēls: Kārķu stādījumi, kuros iestādīti divi dažādi kloni, var palielināt citu augu sugu daudzveidību stādījumos (Avots: Weih M.)**

SRC stādījumu ieguldījums sugu daudzveidības nodrošināšanā, lauksaimniecības zemēs, ar laiku mainās. Samazinoties saules starojumam (gaismas daudzumam), kas nonāk līdz augsnei, palielinās mežam raksturīgo sugu īpatsvars. Var secināt, ka koku sugas, stādījumu biežība un vecums, un rotācijas perioda ilgums, ietekmē zemesaugu sugu sastāvu.

Papeļu SRC stādījumos ir augstāks starojums un starojuma variācija, tādēļ vairāk raksturīga ir lauksaimniecības zemju veģetācija, bet kārķu stādījumos izplatītākas ir mežam raksturīgas augu valsts sugas.

Stādījumu īpašniekam jāņem vērā, ka jaunierīkotu SRC stādījumu ietekme uz augu daudzveidību ir atkarīga no vairākiem faktoriem. Pastāv viegli un lēti pasākumi augu daudzveidības palielināšanai stādījumos. Šādi pasākumi ir: dažādu klonu un sugu izmantošana, ziedošu augu sēšana stādījumu hederos, vietējo krūmu sugu stādīšanu stādījumu robežās un starp stādījumiem, dažu tukšumu atstāšana stādījumos (veicina gaismprasīgu koku sugu augšanu), utt.

Pastāv šādi ieteikumi stādījumu pozitīvās ietekmes palielināšanai uz augu daudzveidību (Dimitriou et al., 2012a):

- Jāizvairās no SRC stādījumu ierīkošanas vietās ar augstu ekoloģisko vērtību (piem., vietās ar dabas aizsardzības statusu, vietās, kurās sastopamas retas sugas, pārmitras vietās, purvos).
- Augsta strukturālā daudzveidība nodrošina dzīvotni dažādām augu sabiedrībām un palielina to daudzveidību. Augstu strukturālo daudzveidību SRC stādījumos (vienā atrašanās vietā) var sasniegt (1) stādot dažādas koku sugas un klonus, un (2) novācot biomasas ražu ar intervāliem, blokos – lai kokiem stādījumos būtu dažāds rotācijas periods.
- SRC stādījumu malās sastopama liela sugu daudzveidība, tāpēc ir ieteicama vairāku mazu stādījumu ierīkošana viena liela vietā. Vairākiem mazākiem stādījumiem, pateicoties to izmēram, ir lielāks malas laukums un garums nekā vienam lielam ar tādu pat platību. Ja tas nav iespējams, vislabāk ierīkot garus, taisnstūra formas stādījumus.



- Mežam raksturīgo sugu daudzveidību iespējams palielināt, samazinot starojuma daudzumu, kas nonāk līdz zemsedzei. To var panākt pagarinot rotācijas periodus, palielinot stādījumu biežību un papeļu vietā izvēloties kārkļus. Vēl viens veids kā samazināt starojuma daudzumu uz zemsedzi ir rindu ierīkošana austrumu - rietumu virzienā.
- Stādījumu malām (hederiem), kuras nepieciešamas vieglākai ražas novākšanai, jābūt pēc iespējas platākām, lai tajās augtu, piemēram, vietējās nektāraugu sugas, kas pievilinātu kukaiņus. Hederu pļaušanas laiks jānosaka tā, lai maksimizētu veģetācijas pozitīvo ietekmi (piem., kad nektāraugi pārziedējuši).
- Sugu sastāvu SRC stādījumos ietekmē starojuma daudzums (skatiet iepriekš) un augsnes īpašības. Uz augstu humusa kvalitāti un augu barības vielu pieejamību norāda slāpekļa indikatorsugas. Bet uz augsnes paskābināšanos – citas indikatorsugas.
- Sugu projektīvais segums SRC stādījumos ir izteikti heterogēns un lielāks, nekā aramzemes.
- Jo daudzveidīgāka ir apkārtējā vide, jo zemāka sugu proporcija SRC stādījumos, attiecībā pret sugu daudzveidību ainavas līmenī (gamma ( $\gamma$ ) daudzveidība – sugu daudzveidība ainavā).
- Jo augstāka ekosistēmu un dzīvotņu daudzveidība ainavā, jo augstāka gamma daudzveidība un, jo zemāka SRC stādījumu sugu proporcija gamma daudzveidībā.
- Augu sēkļu daudzveidībai augsnē ir zema ietekme uz faktisko sugu sastāvu SRC stādījumos, palielinoties SRC stādījumu dzīves ciklam, sēkļu daudzveidības ietekme turpina samazināties.



68.attēls: Kārķu SRC stādījumu mala, kas robežojas ar ziemas kviešu lauku; paaugstinātā augu sugu daudzveidība ir acīmredzama (Avots: Nordh N-E.)

## 9.2 Dzīvnieku daudzveidība

Dzīvnieku daudzveidība ir dzīvnieku un dzīvnieku sabiedrību daudzveidība un populācijas lielums. Dzīvnieku daudzveidības noteikšanai ir ievākta un analizēta līdzīga informācija kā augu daudzveidības noteikšanai.

SRC kārklu stādījumi Zviedrijā tiek izmantoti savvaļas dzīvnieku pievilināšanai, piemēram, stirnu. Stādījumi nereti tiek ierīkoti medībām. Mežacūkām stādījumi nodrošina dabisku vidi lauksaimniecības ainavā, uz to norāda zīdītāju skaita palielināšanās.

Briežu, zaķu un trušu skaita palielināšanās var negatīvi ietekmēt stādījumus un radīt bojājumus kokiem. Zaķu skaits varētu samazināties, ja stādījumu ierīkošana kļūtu plaši izplatīta. Zaķi labprātāk izvēlas fragmentētu lauksaimniecības ainavu, nevis lielas, blīvi apstādītas stādījumu platības.



69.attēls: Trusis vītoli SRC stādījumos. Dažviet dzīvnieki SRC stādījumos var nodarīt plašus bojājumus, taču iežogot stādījumus nav nepieciešams, jo tas veido pārāk augstas apsaimniekošanas izmaksas. (Avots: Dimitriou I.)



**70.attēls:** Stirna pie kārkļu SRC stādījumiem. Ir labi zināms, ka SRC stādījumi pievilkina dzīvniekus, kuri atrodas šajā teritorijā, jo tajos pieejams gan patvērums, gan pārtika. (Avots: Nordh N-E.)

Tiek diskutēts arī par **putnu** skaita pieaugumu ainavās, kurās sastopami SRC stādījumi. Ar to saistītu pētījumu nozīmīgākie rezultāti ir šādi (Dimitriou u.c., 2012a):

- Salīdzinājumā ar aramzemēm, SRC stādījumos ir augstāka putnu sugu daudzveidība un pārpilnība, taču tajos nav atrodama gandrīz neviena ligzdojošo putnu suga.
- SRC stādījumos visbiežāk uzturas bieži sastopamas un neapdraudētas putnu sugas.
- Apdraudētas putnu sugas SRC stādījumos parādās reti un uzturas lielākoties jaunos SRC stādījumos vai stādījumu malās.
- SRC stādījumu, kā dzīvotnes, piemērotība dažādām putnu sugām ir lielā mērā atkarīga no kārkļu/papeļu stādījumu vecuma un struktūras. Dažādas putnu sugas izvēlas dažāda vecuma SRC stādījumus.
- Stādījumiem pieaugot, to augstums palielinās, un putnu sugu sabiedrība tajos mainās no klajumu uz krūmājos ligzdojošu putnu sugām un vēlāk – uz mežu sugām.
- Lielākā putnu sugu bagātība un pārpilnība tika konstatēta 2-5 gadus vecos atvasāju stādījumos.
- Putnu sugu daudzveidība un pārpilnība ir saistīta arī ar atvasāju stādījumu biežību un palielinātu nezāļu daudzumu stādījumos.
- Putnu sugu skaitu ietekmē tādi faktori, kā stādījumu izmēru daudzveidība, apsaimniekošanas intensitāte, ainavas konteksts un reģionālais sugu sastāvs un daudzveidība. Putnu sugu daudzveidībai ainavas konteksts īpaši nozīmīgs ir

lauksaimniecības ainavās, kurās ierīkoti SRC stādījumi.

- Vispārīgā stādījumu ietekme uz dzīvnieku daudzveidību lielā mērā būs atkarīga no tā, kādas zemes saimnieciskās lietošanas veids tiek aizstāts ar SRC stādījumiem un no apkārtējās ainavas īpašībām.

Ja jaunie SRC stādījumi aizņemtu būtisku daļu (piem., 20%) no homogēni un intensīvi apsaimniekotas zemes tad būtu vairāk (Dimitriou u.c., 2012a):

- ligzdojošu putnu sugu, jo SRC stādījumi nodrošina jaunu biotopu.
- mežam raksturīgu putnu sugu, ja SRC stādījumu rotācijas periods ir tik ilgs, ka tie sāk līdzināties mežaudzei (papeļu/kārķļu augstums > 8 m).
- krūmos ligzdojošu putnu sugu, ja SRC stādījumi atrodas krūmveida stadijā un tajos ir paaugstināta biežība (papeļu/kārķļu augstums > aptuveni 1 m).
- attiecībā uz putniem, kuru ligzdošanai un barības nodrošinājumam nepieciešama atklāta lauka dabiskā vide, kvalitatīvas atšķirības starp aramzemi un stādījumiem nepastāv.
- ligzdojošu putnu sugu, kuru dzīvotnei nepieciešami ekotoni un malas efekts (piemēram, koki vai krūmi pie atklāta lauka)
- ligzdojošo putnu sugu, kuras apdzīvo mazas, neapsaimniekotas pļavas un nenoplautas platības ar augstu veģetāciju gar SRC stādījumu malām.
- nedaudz vairāk aizsargājamu putnu sugu, ja stādījumos sastopamas tiem piemērotas ekoloģiskās struktūras (piem., bagātīga ārstniecības augu valsts, ekotoni) vai samērā liela strukturālā daudzveidība.

SRC stādījumiem ir pozitīva ietekme arī uz virszemes biomasā un augsnē dzīvojošo bezmugurkaulnieku, tādu kā slieku, zirnekļu, vaboļu un tauriņu, daudzveidību. Vairāku gadu laikā ierīkotajos SRC stādījumos ir novērots slieku skaita pieaugums (salīdzinājumā ar aramzemēm). Neskatoties uz pieaugošo atsevišķu sugu daudzumu SRC stādījumos, maz ticams, ka, intensīvi apsaimniekoti stādījumi nodrošinās pietiekami bagātīgu dzīvotni apdraudētām, augsnē dzīvojošām bezmugurkaulnieku sugām (salīdzinājumā ar dabiskiem biotopiem). Vairāk bezmugurkaulnieku sugu būs vietās, kurās tiek lietots maz pesticīdu un, kurās apsaimniekošana ir mazāk intensīva.



71.attēls: Putnu un savvaļas dzīvnieku novērošanas tornis kārkļu stādījumu malā, atklātā vietā. Vairākas putnu sugas pievilina, galvenokārt, SRC stādījumu malu zonas. (Avots: Dimitriou I.)



72.attēls: Apputeksnēšana ir svarīgs ekosistēmas pakalpojums. Kārkļu stādījumi ir nozīmīgs nektāra un putekšņu avots bitēm (Avots: Nordh N- E., (pa kreisi) Rutz D. (pa labi))

Kā īpašs ekosistēmas pakalpojums jāmin apputeksnēšana. Atvasāju stādījumi medus bitēm un savvaļas bitēm (vientuļniecēm un saimēm) sniedz vairākus labumus, kamēr bites, ievācot nektāru un ziedputekšņus, veic koku apputeksnēšanu.

Salīdzinājumā ar viengadīgajām kultūrām, SRC stādījumos tiek izmantots mazāk pesticīdu. Bites ir jutīgas pret agroķīmikālijām, un SRC stādījumi tām sniedz papildus nektāra un putekšņu avotu.

Kārkli ir viens no pavasarī agrāk ziedošajiem augiem un tāpēc, nozīmīgs putekšņu avots bitēm. Sveķi no papeļu un alkšņu pumpuriem ir propolisa avots. Propoliss ir sveķains maisījums, ko medus bites ievāc no koku pumpuriem, koku sulām un citiem augu izcelsmes avotiem. Bites

propolisu izmanto kā antiseptisku materiālu, higiēnas nodrošināšanai stropā, un kā hermētiķi, nevēlamu spraugu aizlīmēšanai stropā.

Arī citi augi stādījumos (zemsedzes augi), kalpo kā nektāra avots bitēm.

Robīnijas ir ļoti labs nektārdevējs un nodrošina bites ar vērtīgu barības avotu.

SRC stādījumos, ražas novākšanas mašīnu manevrēšanai, nepieciešamas tehnoloģiskās malu zonas - hederi. Hederos atvasāji netiek stādīti un tajos iespējams audzēt vietējos savvaļas ziedus, kas bitēm nodrošinātu papildus barības avotu.



73.attēls: Kārķļu SRC stādījumi un to hederi, kuros aug nektārdevēji augi un, kuri kalpo kā *koridors* savvaļas dzīvniekiem (Avots: Nordh N-E.)

Lai novērstu stādījumu potenciālo negatīvo ietekmi un palielinātu dzīvnieku daudzveidību, plānojot SRC stādījumu ierīkošanu konkrētā teritorijā, jāņem vērā vairākas lietas (Dimitriou et al., 2012a):

- Ja iespējams, SRC stādījumus ierīko ar lielu malu attiecību pret stādījumu iekšpusi
- Jāizmanto vairākas šķirnes un kloni
- Ražas novākšanu plāno pakāpeniski, lai stādījumos veidotos jauktu vecuma klašu bloki.
- Lielus SRC stādījumus sadala, piemēram, ierīkojot dzīvžogus un ceļus.
- Audzējot kārķļus, stādīšanai izvēlas hibrīdus (*Salix* spp.) ar dažādu ziedēšanas laiku.
- Jāizvairās no pesticīdu izmantošanas. Kaitēkļus cenšas ierobežot ar bioloģiskiem pasākumiem.
- Daļa stādījumiem paredzētās platības jārezervē maziem biotopiem, tādiem kā zālaugu joslas un mežmalas.
- SRC stādījumus neierīko vietās ar augstu ekoloģisko vērtību un nozīmīgiem biotopiem, tādiem kā pārmitra zeme, mitras pļavas, atmatas, sausas papuves un daļēji dabiskas ganības.

### 9.3 Augsne

Pozitīvā SRC stādījumu ietekme uz augsnes kvalitāti (salīdzinājumā ar viengadīgajām lauksaimniecības kultūrām) tiek minēta kā viena no lielākajām SRC sistēmu priekšrocībām, tos ieviešot lauksaimniecības ainavā. Pozitīvi efekti, gadījumos, kad SRC stādījumi tiek ilglaicīgi (piem., vairāk nekā uz 15 gadiem) iekļauti lauksaimniecības ainavā, ir vairāki. (Dimitriou u.c., 2012b):

- SRC stādījumos norit intensīvāka oglekļa (C) uzkrāšana augsnes organiskajā slānī. Intensīvi apsaimniekotās plāvās un augsnēs, kurās tiek kultivēti viengadīgie lauksaimniecības augi, piemēram, graudaugi, ogleklis uzkrājas lēnāk.
- Augsnēs SRC stādījumos ir augstāka organiskās daļas stabilitāte nekā augsnēs, kurās kultivē viengadīgos lauksaimniecības augus. Organiskās daļas stabilitāte uzlabo augsnes spēju sekvestrēt oglekli.
- Augsnes erozijas risks ir zemāks nekā citās lauksaimniecības zemēs.
- Augsnēs SRC stādījumos ir augstāks kopējais augsnes slāpekļa (N) saturs un zemāka viegli pieejamā slāpekļa (N) proporcija, nekā augsnēs, kurās kultivē viengadīgos lauksaimniecības augus. Samazinātu viegli pieejamā slāpekļa proporciju izraisa palielinātais C/N koeficients augsnes organiskajā daļā.
- Augsnēs SRC stādījumos augiem ir zemāka fosfora (P) pieejamība, nekā augsnēs, kurās kultivē viengadīgos lauksaimniecības augus.
- Augsnes tilpuma blīvums SRC stādījumos ir nedaudz augstāks nekā augsnēs, kurās kultivē viengadīgos lauksaimniecības augus.
- Augsnes pH reakcija SRC stādījumos var būt nedaudz zemāka nekā augsnēs, kurās kultivē viengadīgos lauksaimniecības augus.
- Augsnēs SRC stādījumos ir nedaudz zemāka mikrobiālā aktivitāte, nekā augsnēs, kurās kultivē viengadīgos lauksaimniecības augus. Samazinātā mikrobiālā aktivitāte veicina organiskās vielas uzkrāšanos stādījumos.
- Augsnēs SRC stādījumos ir zemāka kadmija (Cd) koncentrācija, nekā augsnēs, kurās kultivē viengadīgos lauksaimniecības augus.



74.attēls: Trīsgadīga papeļu kлона Max3 stumbrs martā, Vācijā. Augsni joprojām klāj lapas no iepriekšējās veģetācijas sezonas (Avots: Rutz D.)

Augsnes zem SRC stādījumiem ir mazāk sablīvētas, nekā augsnes, kurās tiek kultivētas viengadīgās kultūras. Augsnes sablīvēšanos veicina ikgadēja ražas novākšana. SRC stādījumos no augsnes sablīvēšanās iespējams izvairīties ražu novācot ziemā, kad augsne ir sasalusi un koksnes kurināmā pieprasījums ir visaugstākais. Salīdzinājumā ar aramzemēm, papeļu, kārkļu, bērzu un eikaliptu SRC stādījumos, augsnē ir palielināts mikorizas (simbiotiskas attiecības starp sēnēm un augu saknēm – ektomikoriza) daudzums, kas uzlabo barības vielu apriti.

SRC sistēmas var izmantot piesārņotu augšņu *sanācijai* jeb *atveseļošanai*. Bioloģiskā sanācija ir piesārņotās augsnes (piem., ar smagajiem metāliem, pesticīdiem, šķīdinātājiem) atveseļošana izmantojot noteiktu augu sugu spēju no augsnes absorbēt kaitīgās vietas. Šādi atveseļojot augsni, nav nepieciešams izrakt piesārņoto materiālu un no tā atbrīvoties. Dažām vītoli sugām piemīt spēja absorbēt smagos metālus.





75.attēls: Vītolu SRC stādījumi (fonā) blakus apstrādātai lauksaimniecības zemei (fotogrāfija uzņemta rudenī). Augsne SRC stādījumos netiek regulāri irdināta un apvērsta, tāpēc augsnes oglekļa saturs stādījumos ir augstāks nekā aramzemēs. (Avots: Nordh N-E.)

Ir vairāki ieteikumi, kā plānojot un ierīkojot SRC stādījumus, palielināt to pozitīvo ietekmi uz augsni:

- Lai palielinātu organiskās daļas saturu augsnē, uzlabotu augsnes auglību un palielinātu augsnes spēju uzkrāt oglekli (C), atvasāju stādījumus iespējams ierīkot vietās ar zemu sākotnējo augsnes organisko daļu.
- SRC stādījumus īpaši ieteicams ierīkot vietās ar augstu erozijas risku, piemēram, reljefās vietās, lai pazeminātu auglīgās aramkārtas un barības vielu zudumu ūdens un vēja ietekmē.
- Barības vielu aprites veicināšanai SRC stādījumos iespējams izmantot sadzīves atkritumus, piemēram, notekūdeņu dūņas. SRC stādījumi spēj samazināt barības vielu zudumu un efektīvi absorbēt smagos metālus.
- SRC stādījumu ierīkošana var uzlabot augsnes stāvokli vietās ar augstu kadmija (Cd) koncentrāciju, ko izraisa, piemēram, kadmiju saturoša fosfora (P) mēslojuma vai citu vides piesārņotāju izmantošana.
- Lai panāktu augsnes kvalitātes uzlabošanu – augstāku organiskā oglekļa saturu un samazinātu Cd koncentrāciju augsnē – SRC stādījumos jāizaudzē vismaz trīs atvasāju rotācijas. Lai novērstu augsnes sablīvēšanos, atvasāju biomasas ražu novāc ziemā, kad augsne ir sasalusi (valstīs ar aukstu klimatu).

#### 9.4. Ūdens

Pētījumos par SRC ietekmi uz ūdeni, uzmanība lielākoties tiek vērsta uz ūdens kvalitāti un tās apdraudējumiem, piemēram, barības vielu ieskalšanās gruntsūdeņos. Šādā ziņā, stādījumu ietekme uz ūdeni ir pozitīva. Tomēr, jāņem vērā arī stādījumu ietekme uz ūdens daudzumu, kas infiltrējas gruntsūdeņos, uz gruntsūdens līmeni un uz blakusesošajām ūdenstilpēm. Stādījumu ietekme uz ūdens daudzumu ir negatīva, īpaši teritorijās, kurās vasarā ir maz ūdens. Pētījumos par

ūdens kvalitāti un daudzumu SRC stādījumos, salīdzinot ar citām lauksaimniecībā izmantotām zemēm secināts, ka (Dimitriou u.c. (2012c)):

- $\text{NO}_3\text{-N}$  izskalošanās gruntsūdeņos SRC stādījumos ir ievērojami zemāka
- $\text{PO}_4\text{-P}$  izskalošanās gruntsūdeņos SRC stādījumos ir tāda pati vai nedaudz augstāka
- Palielinātā  $\text{PO}_4\text{-P}$  izskalošanās gruntsūdeņos SRC stādījumos nav saistīta ar notekūdeņu dūņu izmantošanu.
- Īscirtmeta atvasājus iespējams izmantot aizsargjoslu stādījumos, difūzu pesticīdu radītā piesārņojuma mazināšanai.
- No kārkļu stādījumiem, salīdzinājumā ar pļavām, gruntsūdeņos nonāk ievērojami mazāk ūdens, taču izsakot šo efektu uz ūdens sateces laukumu, kurā ir 20% SRC stādījumu, negatīvā ietekme uz gruntsūdens līmeni ir neliela.
- Kārkļu SRC audzes nociršana (noplaušana) veicina intensīvāku gruntsūdeņu pieplūšanu pirmajā stādījumu ataugšanas gadā, jo mazāk ūdens tiek iztvaikots un aizturēts vainagā.

Lai, izvēloties SRC stādījumu atrašanās vietu un plānojot stādījumus, palielinātu pozitīvo ietekmi uz ūdeni, ieteicams:

- Ierīkot SRC stādījumus vietās, kas atrodas tuvu slāpekļa (N) avotiem (piem., dzīvnieku fermām, slāpekļa jutīgām zonām, notekūdeņu attīrīšanas iekārtām utt.), lai mazinātu slāpekļa ieskalošanos apkārtējās ūdenstilpnēs.
- Ierīkot SRC stādījumus vietās ar augstu gruntsūdens līmeni (potenciāli applūstošās teritorijās un teritorijās blakus ūdenstilpnēm).
- Cieto sadzīves atkritumu, piemēram, notekūdeņu dūņu, izmantošana mēslošanā, neietekmē ūdens kvalitāti un ir atbalstāma.
- Biežāka ražas novākšana palielina gruntsūdens pieplūšanu. Lai samazinātu stādījumu negatīvo ietekmi uz gruntsūdens līmeņa pazemināšanos, iespējams saīsināt rotācijas periodus.

## 9.5. Pelnu un notekūdeņu dūņu izmantošana stādījumu mēslošanā

Atvasāju stādījumos netiek iegūta ne pārtika, ne lopbarība. Tāpēc pieņemams risinājums ir mēslojot stādījumus uz lauksaimniecības zemēm ar dūņām no notekūdeņu attīrīšanas iekārtām. Pārtikas ķēdes tieša piesārņojuma risks, mēslojot stādījumus, ir minimāls. Notekūdeņu dūņu izmantošana atbilst Eiropas Savienības politiskajiem lēmumiem – veicināt fosfora (kura avoti ir ierobežoti) un slāpekļa pārstrādi lauksaimniecībā. Dūņu izmantošana palielina oglekļa piesaisti lauksaimniecības augsnē. Notekūdeņu dūņas bez barības vielām var saturēt arī smagos metālus, tāpēc smago metālu daudzums augsnē, pēc dūņu izmantošanas, jākontrolē. Jāizvairās no metālu uzkrāšanās augsnē. Smago metālu uzkrāšanās var izraisīt paaugstinātu metālu saturu lauksaimniecības zemēs audzētajās pārtikas izejvielās, piemēram, graudos. Visās Eiropas valstīs pastāv noteikumi, kuros noteikts kopējais pielietojamo dūņu apjoms un atļautās smago metālu koncentrācijās augsnē, pēc dūņu iestrādes. Atļautie apjomi dažādās valstīs ir atšķirīgi un tāpēc, pirms notekūdeņu dūņu izmantošanas, nepieciešams konsultēties ar vietējām vides aizsardzības iestādēm.

Notekūdeņu dūņas nav sabalansēts mēslojums – tās satur nedaudz slāpekļa (galvenokārt, organiski saistīta), lielu daudzumu fosfora un ļoti maz kālija. SRC stādījumu mēslošanai iespējams izmantot notekūdeņu dūņu un koksnes pelnu maisījumu (Dimitriou u.c., 2006). Koksnes pelni satur daudz kālija un ļoti maz fosfora, kā arī tajos nav slāpekļa. Šāds, līdzsvarotāks, mēslojums SRC

stādījumos var aizvietot ierastos, neorganiskos mēslošanas līdzekļus. Dažos gadījumos, lai ievērotu mēslošanas prasības attiecībā uz slāpekli, nepieciešams slāpekļa papildmēslojums. Augi uzņem bīstamos smagos metālus un fosforu un samazina to uzkrāšanos dūņu un pelnu maisījumā.

Novācot biomasas ražu, smagos metālus saturošās atvases tiek izvestas no audzes un sadedzinātas. Pelni, kas rodas koksnei sadegot, satur izdedžus ar zemu smago metālu koncentrāciju un vieglos pelnus, kuros smago metālu koncentrācija ir augsta. SRC stādījumos tiek izkliedēta tikai izdedžu frakcija. Vieglos pelnus izgāž atkritumu poligonā un izņem no ekocikla.

Dūņu un pelnu maisījumu lieto, ierīkojot SRC stādījumus un pēc katras biomasas ražas novākšanas jeb ik pēc trīs līdz pieciem gadiem, lai kompensētu ražas novākšanas laikā no audzes iznestās barības vielas. Maisījuma atļauto daudzumu nosaka pēc maksimālā atļautā fosfora daudzuma (tas parasti ir ierobežots, piem., Zviedrijā aptuveni 22 līdz 35 kg fosfora uz hektāru gadā).



76.attēls: Notekūdeņu dūņu izkliedēšana (šeit maisījumā ar koku pelniem) ir ierasta prakse Zviedrijā (Avots: Dimitriou I.)

Kadmiji tiek uzskatīti par vienu no cilvēka veselībai bīstamākajiem metāliem. Kārkli ar atvasēm spēj absorbēt lielu kadmija daudzumus. Atvases novāc ik pēc trīs līdz četriem gadiem, vairākas reizes SRC stādījumu aprites ciklā (Dimitriou un Aronsson, 2005). Biomasai sadegot, kadmiji un citi smagie metāli paliek dažādās pelnu frakcijās. Pateicoties tam, mēslošanā izmantojamie pelnus ir iespējams atdalīt no piesārņotajiem pelniem. Tā kā šis vides pakalpojums parasti netiek apmaksāts, barības vielām bagātie, mēslošanā izmantojamie pelni nereti tiek izgāzti atkritumu poligonos.

## 9.6. Agromežsaimniecības sistēmas

Agromežsaimniecība ir zemes izmantošanas sistēma, kurā dažādas kokaugu sugas, šajā gadījumā SRC sugas, tiek audzētas kopā ar zālaugiem vai to audzēšana apvienota ar ganībām. Sistēma ietver lauksaimniecības un mežsaimniecības tehnoloģijas un tās mērķis ir veidot daudzveidīgākas, ražīgākas, ienesīgākas, veselīgākas un ilgtspējīgākas zemes lietojuma sistēmas.

Agromežsaimniecības sistēmu izmantošana SRC stādījumu audzēšanā ir īpaši izdevīga lielās platībās, ar augstu augsnes erozijas risku. Pētījumos noskaidrots, ka SRC stādījumi pozitīvi ietekmē vietas mikroklimatu. Stādījumu radītais noņojums vasarā pozitīvi ietekmē kviešu un rapšu ražu (72.attēls).

Ir piemēri, kuros agromežsaimniecības prakse tiek īstenota, SRC stādījumus apvienojot ar dzīvnieku, piemēram, vistu, audzēšanu. Agromežsaimniecības sistēmām ir īpaši labi panākumi tropu reģionos, sistēma palīdz uzlabot augsnes kvalitāti un nodrošina iztiku mazajiem lauksaimniekiem (Kaufmann u.c. n.d.).



77.attēls: Agromežsaimniecības sistēma 40 ha lielā laukā Dornburgā, Vācija: Papeļu joslveida stādījumi aiztur vēju un uzlabo vietas mikroklimatu. Agrāk šajos 40 ha tika audzētas viengadīgās lauksaimniecības monokultūras. (Avots: Rutz D.)

## 10. Īsirtmeta stādījumu ekonomika

SRC stādījumu ekonomiskie aprēķini nereti atšķiras no reālā iznākuma. Ir daudzi gadījumi, kad SRC stādījumi izrādās rentabli un nes peļņu, taču arī gadījumi, kad stādījumi nav bijuši tik ienesīgi, kā sākumā aplēsts. Šādu nenoteiktību izraisa daudzu, no stādījumu atrašanās vietas atkarīgo, faktoru ietekme uz stādījumu ekonomiku. No stādījumu atrašanās vietas atkarīgie faktori ietekmē SRC apsaimniekošanas izdevumus, gan starp valstīm, gan starp reģioniem vienā valstī, gan arī starp dažādām saimniecībām (piemēram, kādam lauksaimniekam tuvumā nav SRC stādījumu apsaimniekošanas pakalpojumu sniedzēju). Arī peļņa, kuru var gūt pārdodot koksnes biomasu, atšķiras, gan reģionāli, gan starp valstīm.

Koksnes pārdošanas cena ir atkarīga no citu enerģijas avotu cenām valstī vai reģionā, un var sezonāli svārstīties. Daudzo faktoru ietekme sarežģī SRC stādījumu rentabilitātes aplēšanu un lauksaimniekam ir jārēķinās ar šo aplēšu nenoteiktību. Šajā rokasgrāmatas nodaļā, vispārīgu aprēķinu vietā, sniegti vairāki piemēri par SRC stādījumu apsaimniekošanas ekonomiju dažādās Eiropas daļās (Dimitriou *u.c.*, 2014b). Salīdzinot reālus faktus ir vieglāk izdarīt secinājumus. Piemēros, pirms izdevumu un peļņas aprēķiniem, sniegta informācija par SRC stādījumiem un to apsaimniekošanas praksi.

### 10.1. 1.piemērs: Kārķu SRC stādījumi Grestorpā (Grästorp), Zviedrijā

Šajā piemērā aprakstīta kārķu SRC audzēšana lauksaimniecības zemē. Bioenerģijas ražošanai vietējā centralizētās siltumapgādes sistēmā tiek izmantota šķelda no kārķiem un citiem koksnes avotiem. *Puckgården* fermā, kuras kopējā platība ir 50 ha, 21 ha lielu platību aizņem kārķu SRC stādījumi biomasas ražošanai. Pārējā platībā tiek audzētas auzas, kvieši, zirņi un rapši. *Puckgården* ir vietējās kārķu audzētāju apvienības biedrs. Apvienībā ir 12 fermeri, kuri audzē aptuveni 100 ha kārķu stādījumu. Apvienības biedri sadarbojas visos kārķu apsaimniekošanas aspektos: nomā ražas novākšanas tehniku (katrs biedrs maksā atsevišķi, pēc darba laika izmaksām) un transportē un pārdod šķeldu vietējiem centrālapkures sistēmas apsaimniekotājiem. *Puckgården* saimnieks smalcina arī citas biomasas izejvielas, kuras pārdod centrālapkures stacijai. Centrālapkures stacija maksā par šķeldas kubikmetru (€/m<sup>3</sup>). Lauksaimniekiem tas ir izdevīgi, jo šķeldas kvalitāte netiek ņemta vērā.

Kārķu stādījumi *Puckgården* tika izveidoti 1991., 1992. un 1993. gadā, kad bija pieejamas stādījumu ierīkošanas subsīdijas 10 000 SEK apmērā (aptuveni 1 110 *Eiro*, 1 € = 9 SEK), tolaik subsīdijas nosedza visas stādīšanas izmaksas. Otrajā gadā pēc katras ražas novākšanas, stādījumiem tika pievadīti 100 kg slāpekļa mēslojuma uz hektāru. Stādījumos tiek izmantoti arī notekūdeņi no vietējām fermām, taču tie vairāk kalpo stādījumu apūdeņošanai vasarā, nevis barības vielu nodrošinājumam, jo barības vielu saturs tajos ir zems.

Kārķu biomasu iegūst katru ceturto gadu, agri pavasarī (martā), kad augsne vēl sasalusi. Ražas novākšanā izmanto *Claas Jaguar* mašīnu, kura veic tūlītēju koksnes smalcināšanu. Biomasas raža svārstās no 8 līdz 10.7 t sausas/ha gadā. Kārķu šķelda aptuveni 1 mēnesi tiek uzglabāta kaudzēs lauku malās. Pēc tam šķeldu transportē un pārdod vietējai katlumājai Grestorpā. Katlumājas jauda ir 3,5 MW. 40% no jaudas pieder pašvaldībai un 60% *Lantmannen* (lauksaimniecības kooperatīvs, kurš pieder lielākajai daļai aktīvo zviedru lauksaimnieku). Centralizētā siltumapgādes sistēma nodrošina siltumapgādi pašvaldības ēkās un apkārtējos privātpašumos Grestorpā (aptuveni 5 641 iedzīvotājiem). 6 mēnešus gadā katlumājas katls tiek kurināts tikai ar kārķu šķeldām (pārējo gada laiku ar citu koku šķeldu). Mitruma saturu šķeldā samazina to mēnesi uzglabājot *Puckgården* lauku malās.

Zemāk parādītas apsaimniekošanas izmaksas un ienākumu aprēķins (€/ha/gadā) atbilstoši 2011. gada cenu līmenim. Atsevišķu fermu maksājumi nav iekļauti. Stādījumu ierīkošanas

izmaksas (t.i., stādīšanas aprīkojums, stādmateriāla un darba izmaksas) bija aptuveni 1 110 €/ha un ir iekļautas 16.tabulā. Stādīšanas subsīdijas bija 1 110 €/ha, arī tās iekļautas 16.tabulā.

**16.tabula: Puckgården** kārķļu stādījumu apsaimniekošanas izmaksas, ienākumi un peļņa €/ha/gadā

Izmaksas (€/ha/gadā)	
Mēslošana	38
Uzraudzība/uzturēšana	22
Ražas novākšana	139
Transportēšana	105
Vispārīgi izdevumi	55
Procentu maksājumi, EUR	11
Kopā	370
Ienākumi (€/ha/gadā)	
Šķelda	864
Kopā	864
Peļņa (€/ha/gadā)	
	494

\* Aprēķini tika veikti, izmantojot valūtas kursu 1 € = 9 SEK, 4 gadu rotācijas periodu un 5. rotācijas periodu

\*\* Ir iekļautas visas izmaksas, izņemot īpašuma nodokli

\*\*\* Administratīvās, komunikācijas un transporta izmaksas ir iekļautas "Vispārīgajos izdevumos"

Parasti pirmajos rotācijas periodos tiek iegūta zemāka biomasas raža. Aprēķinos, 17. tabulā, veikts peļņas pārrēķins ietverot zemāku stādījumu produktivitāti un augstākas apsaimniekošanas izmaksas pirmajos rotācijas periodos.

17.attēls: Peļņas no **Puckgården** kārkļu stādījumiem aprēķins 4 gadus ilgam rotācijas periodam, ņemot vērā visus rotācijas periodus (arī mazāk produktīvo pirmo rotācijas periodu).

	Biomazas ražā (t/ha/gadā)	Šķeldas cena (€/t sausas)	Apsaimniekošanas izmaksas (€/t sausas)	Ierīkošanas subsīdijas (€/ha/gadā)	Peļņa (€/ha/gadā)
5. rotācijas periods	9.5	91	38.5		494
Vidēji visos rotācijas periodos	8.8	91	52	50.5	392

\* Aprēķini tika veikti, izmantojot valūtas kursu 1 € = 9 SEK, 4 gadu rotācijas periodu un 5. rotācijas periodu

\*\* Ir iekļautas visas izmaksas, izņemot īpašuma nodokli

## 10.2 2.piemērs: Kārkļu SRC stādījumi SIA ECOMARK, Latvija

SIA ECOMARK iegūst šķeldu no kārkļu SRC stādījumiem, kuri ierīkoti neapsaimniekotās lauksaimniecības zemēs, un no citiem Latvijā pieejamiem koksnes avotiem. Latvijā pieaug pieprasījums pēc kvalitatīvas šķeldas, briketēm un granulām siltuma un/vai elektrības ražošanai un būvniecības kokmateriāliem. Augošais pieprasījums veicinājis vairāku jaunu uzņēmumu, kas nodarbojas ar kārkļu audzēšanu lauksaimniecības zemēs, darbības uzsākšanu. Šādu uzņēmumu galvenais mērķis ir ražot atjaunojamus resursus un pārdot koksnes izejvielas siltuma un elektrības ražošanai. Koksnes biomasa tiek iegūta no ātraudzīgām koku sugām, iekultivējot pamestas lauksaimniecības zemes un pārvēršot tās produktīvos SRC stādījumos. SIA Ecomark, pēc vienošanās ar Zviedrijas kompāniju *Salixenergy AB* (veic kārkļu selekcionēšanu), ražo un pārdod stādmateriālu Latvijā. Stādmateriālu (spraudņus) iegūst no viengadīgām atvasēm. Lai palielinātu neatkarību no pakalpojumu sniedzējiem, uzņēmums 2012. gadā iegādājies divas stādīšanas iekārtas stādīšanai dubultrindās.

Sākumā uzņēmumam piederēja nelieli, demonstrācijām un apmācībām par kārkļu audzēšanu lauksaimniecības zemē, paredzēti stādījumi. Šie stādījumi tika ierīkoti ar tobrīd vislabākajiem pieejamajiem, Zviedrijā selekcionētajiem kārkļu kloniem *Tora* un *Torhild*, kā arī ar stādmateriālu no Lietuvas un Ungārijas. Lai gan Ungārijas *Salix alba* kloni varētu izdzīvot Latvijas apstākļos, kopš 2008.gada to atvases pastiprināti cieš no sala nodarītajiem bojājumiem. Sākotnējā ideja audzēt kokus atvasāju sistēmā koksnes enerģijas ražošanai, nākusi no Zviedrijas. Pirmo stādījumu ierīkošanas laikā lauksaimniecības zeme bija samērā lēts, bet ekonomiski izdevīgs resurss (500–700 €/ha). Pēdējo gadu laikā zeme ir kļuvusi dārgāka, un šobrīd, pat aizaugušu lauksaimniecības zemju cena ir aptuveni 1 000 €/ha. Uzņēmums veic zemju uzlabošanu, novācot dabiski atjaunojušās jaukto lapu koku audzes. No tām iegūto koksni izmanto šķeldu ražošanā. 2012. gada pēdējā ceturksnī, SIA Ecomark sāka ražot šķeldu.

SIA Ecomark izmanto rūpniecisko smalcinātāju un saražo aptuveni 7 000 m<sup>3</sup> šķeldas mēnesī. Šķeldas tiek ražotas no dažādiem tirgū pieejamiem materiāliem – no lauksaimniecības un mežizstrādes atlikumiem, kurināmās koksnes, krūmiem un neliela izmēra kokiem no pamestām lauksaimniecības zemēm. Uzņēmums piedāvā koksnes smalcināšanas pakalpojumus. Kārkļu stādījumi, kas tika ierīkoti 2012. gada pavasarī, tiks novākti 2014.–2015. gada ziemā.

Stādījumu apsaimniekošanas izmaksas (2013. gadā) norādītas zemāk. Tā kā kompānija pagaidām

nav novākusi biomasas ražu no kārkļu stādījumiem, tālāki aprēķini netiek sniegti.

- licencēta stādmateriāla cena: 0,065 € par spraudeni vai 0,325 €/m (izmaksas uz ha 780–975 €);
- augsnes sagatavošana: 230–360 €/ha (ieskaitot ķīmikāliju izsmidzināšanu, aršanu, koku sakņu un akmeņu novākšanu un augsnes mehānisko apstrādi);
- stādīšana: 215 €/ha;
- mehāniska nezāļu kontrole (rindstarpu ecēšana): 55 €/ha (veic vienreiz);
- nezāļu kontrole ar herbicīdiem (*Stomp CS*): 80 €/ha.

### 10.3. 3. piemērs: Papeļu SRC stādījumi Getingenē (*Göttingen*), Vācijā

Vācijas katlu un apkures sistēmu ražotājs *Viessmann*, pirms dažiem gadiem uzsāka programmu “*Efficiency plus*”. Šīs programmas galvenais mērķis ir apgādāt uzņēmuma rūpniecības ēkas ar siltumu, kas ražots no koksnes biomasas, kas galvenokārt iegūta no papeļu SRC stādījumiem. Biomasas apkures katli tiek apgādāti ar šķeldu no SRC stādījumiem, kas aizņem 180 ha lauksaimniecības zemes.

Lai biomasas katlu varētu apgādāt ar šķeldām, *Viessmann* izveidoja jauno kompāniju ar izmēģinājuma katlumāju, kas iznomāja un iegādājās vietējās lauksaimniecības zemes SRC stādījumu ierīkošanai. Jau 2007. gadā tika ievākta pirmā biomasas raža no kompānijai piederošajiem stādījumiem, kuri ierīkoti ar kontrolētu stādmateriālu, bet 2008. gada maijā ievāktais materiāls tika izmantots pirmo 130 hektāru papeļu SRC stādījumu ierīkošanai. Izmēģinājumam, mazās platībās ir iestādītas arī citas SRC sugas, kā *Paulownia*, *Igniscum*, *Salix* un citas.

2009. gada oktobrī tika iegūta pirmā SRC stādījumu raža un saražotā šķelda izmantota *Viessmann* rūpnīcas apkurei.

*Viessmann* SRC stādījumi ir viens no labākajiem ilggadīgo kokaugu stādījumu piemēriem Vācijā, jo:

- jau projekta sākumā tajā tika iesaistīti: dabas aizsardzības organizācija, ūdens apgādes uzņēmums, vietējās iestādes un pašvaldības, lauksaimniecības pārvalde, vietējā lauksaimnieku apvienība un vietējais mednieku kolektīvs;
- stādījumu atrašanās vietā Allendorfā (*Allendorf*), tika īstenoti vairāki pētnieciskie projekti, daži no tiem joprojām ir aktīvi, piemēram “ELKE”, “ProLoc II” un “Naturschutzfachliche Anforderungen an KUP”. Tie nodrošina SRC stādījumu ilgtspējības aspektus Vācijā;
- projektam tika piešķirti vairāki apbalvojumi, kā Vācijas Ilgtspējības balva (2009. un 2011. gadā), Energoefektivitātes apbalvojums 2010 (*Energy Efficiency Award 2010*) un Pasaules Enerģijas balva 2012 (*Energy Globe World Award 2012*).

Pirmie stādījumi tika ierīkoti 2008. gadā, taču nav pieejama informācija par stādījumu biežību (piem., uz hektāru) un ierīkošanā izmantotā stādmateriāla daudzumu. Tas ir tāpēc, ka katram stādījumam tika pielietots atsevišķais stādīšanas plāns. Zemāk parādīti galvenie Allendorfas klimatiskie dati:

- Vietas augstums: 250–708 m virs jūras līmeņa
- Augsne: smilšakmens cilmiezis
- Vidējā gada temperatūra: 6,5–8,5°C



Tā kā *Viessmann* ražo apkures sistēmas, piemēram, ar koksni kurināmus katlus, SRC stādījumi ideāli iederas Allendorfas bioenerģijas ķēdē. Biomasas ieguve SRC stādījumos samazina koksnes biomasas ieguvi mežos, kuri šajā teritorijā vairāk paredzēti rekreācijai un citiem nolūkiem. Ir arī lietas, kas jāuzlabo, piemēram, ražas novākšanas metodes un saražotās šķeldas kvalitāte.

Balstoties uz ražas novākšanas praksi Allendorfā, tika veikti aprēķini, kuru rezultāti parādīti 18. tabulā.

18.tabula: Aprēķināto izmaksu un peļņas pārskats (€) SRC stādījumiem Allendorfā (Avots: von Harling un Viessmann; 2009)

Izmaksu / peļņas kategorijas	Izmaksas	Peļņa*	Komentāri
Spraudeņi	1 650	11 000	spraudeņi uz ha Cena par
Spraudeņi (pašu produkcija)	0		
Herbicīdu pielietošana rudenī (ķīmiskā aizsardzība)	20		
Ķīmiskās aizsardzības pielietošana	22		Ķīmiskās aizsardzības līdzekļu izmantošana (rudenī): 5 l/ha
Rudens aršana	94		
Herbicīdi, pavasarī ( ķīmiskā aizsardzība)	12		Ķīmiskās aizsardzības līdzekļu izmantošana (pavasarī):
Ķīmiskās aizsardzības pielietošana	22		
Ecēšana pavasarī	47		
Stādīšanas izmaksas	1 100		
Mulčēšana, agri pavasarī	33		
Ražas novākšanas izmaksas	7 500		Koksnes smalcinātājs 15 €/t Transportēšanas izmaksas 10 €/t
Finanšu pārskati un nodokļi	2 071		
Sociālās nodarbinātības nodokļi	1 036		
Konsultācijas	31		
Viessmann personāla izmaksas	3 000		
Atkārtota pārveidošana (1,000 €/ha)	1 000		
Šķeldu pārdošana Viessmann		19 500	Pārdošanas cena (šķeldas): 65 €/t sausas
Subsīdijas		571	
Ieņēmumi no īpašuma (pļavu un ganību noma)		166	
Bonuss (enerģētiskie augi)		300	

leņēmumi no spraudēju pārdošanas	0		
Atlikums	-4 000	6 899	2 899

\*Pieņēmums: 30 gadu stādījumu aprites cikls (ražas novākšana katru 3.gadu)

#### 10.4 4. piemērs: Kārķu SRC stādījumi Bretaņā (Brittany), Francijā

“EU Life Environment” pētījuma ietvaros, Bretaņā, laikā no 2004. līdz 2007. gadam vietējai siltumapgādei tika ierīkoti 100 ha kārķu stādījumu. Projekta mērķis bija ierīkot SRC stādījumus reģionā un demonstrēt to lietderību notekūdeņu apsaimniekošanā. Īpaša uzmanība tika pievērsta projekta ekonomiskajai dzīvotspējai – meklējot labākās prakses stādījumu ierīkošanai un veidus, kā attīstīt vietējo siltumapgādes sistēmu. Lai projektā gūto pieredzi varētu izmantot citu teritoriju apsaimniekošanā, tika veikti vairāki papildus pētījumi apsaimniekošanas kritēriju noteikšanai un projekta rezultātu analizēšanai. *Wilwater* projekta rezultāti attēloti saskaņā ar trim projekta galvenajiem mērķim atbilstošiem modeļiem:

- 1.mērķis: ražot šķeldas siltumenerģijas ieguvei;
- 2.mērķis: aizsargāt dabisko vidi; veikt apūdeņošanu ar attīrītiem notekūdeņiem un aizsargāt dzeramā ūdens sateces laukumus;
- 3.mērķis: dūņu no notekūdeņu attīrīšanas iekārtām izmantošana stādījumos;

*Wilwater* projekts tika uzsākts ar mērķi – atrast daudzkritēriju SRC apsaimniekošanas pieeju, lai pārvarētu ekonomiskās problēmas, kas saistītas ar SRC audzēšanu Francijā. Enerģētiskie SRC stādījumi valstī tika ierīkoti nelielā apjomā un politiskais atbalsts SRC plantācijām ir minimāls, tāpēc bija svarīgi atrast jaunus SRC stādījumu izmantošanas veidus. Visas projektos iesaistītās personas uzsver, ka motivācija bijusi vairāk nekā tikai ekonomiska, tā bijusi:

- motivācija kļūt autonomākiem (ražot pašiem savu enerģiju, atrast noturīgākus risinājumus notekūdeņu dūņu apsaimniekošanā, izveidot vietējās piegādes ķēdes);
- motivācija nodibināt jaunas reģionālās un vietējās partnerības (kapacitātes veidošana starp iesaistītajām personām)
- motivācija izveidot labu publisko tēlu (komunikācija un inovatīvi risinājumi)

Tika izveidota sadarbība ar vietējām pašvaldībām, kas apsaimnieko vietējās siltumapgādes sistēmas, ar pašvaldības notekūdeņu attīrīšanas iekārtu apsaimniekotājiem, lauksaimniekiem un vietējām enerģētikas kompānijām. Projekta ietvaros tika izveidoti vairāki izmēģinājuma stādījumi ar konkrētu biznesa stratēģiju katram no tiem. Tālāk aprakstīta biznesa stratēģija vienam no izmēģinājuma stādījumiem, kas tika ierīkoti *Wilwater* projekta ietvaros *Pleyber-Christ* ciematā.

*Pleyber-Christ* ciematā ir 2 800 iedzīvotāji. Notekūdeņi tiek izmantoti kārķu SRC stādījumu apūdeņošanai (100 m<sup>3</sup>/ha vairāk kā 3 gadus ilgā periodā). Iegūto biomasu pārstrādā šķeldā, kuru izmanto pašvaldības ēku siltumapgādei (150 kW). Ikgadējais aprēķinātais enerģijas patēriņš ir 217 MWh, tas pielīdzināms 110 tonnām šķeldu (ar 25% mitrumu). SRC stādījumi ierīkoti pašvaldības zemē, izmantojot STEP mašīnu (izmaksas 2800 €/ha, ieskaitot augsnes sagatavošanu). Pirmajā un otrajā gadā pēc stādījumu ierīkošanas (vai ražas novākšanas), ciemata lauksaimnieki, kuri apvienojušies kooperatīvā (*CUMA de Pleyber-Christ*), veic dūņu izkliešanu stādījumos. Trešajā gadā kārķi ir pārāk gari izkliešanas izmantošanai. Ražas novākšanu sāk trešajā gadā un atkārto ik pēc 3 gadiem. Ražas novākšanu veic reģionālais kooperatīvais iekārtu

dienests (*CUMA Breizh Energie*), kas investējis STEMSTER iekārtā. Ciemata fermeru kooperatīvs ir atbildīgs par šķeldu transportēšanu līdz kaltei, kuru apsaimnieko vietējais kooperatīva uzņēmums (*Société Cooperative d'intérêt Collectif*), kas ticis izveidots tieši šim nolūkam. Projekts ir saņēmis subsīdijas dažādos līmeņos (piem., 50% reģionālās subsīdijas siltuma ražošanas iekārtai). Tiek lēsts, ka aizvietojošais fosilo kurinājums ar kurinājumu no SRC stādījumiem, pašvaldība ietaupīs 20 000 € gadā.

Lai pārbaudītu SRC stādījumu ekonomiskās un tehniskās iespējas, laikā no 1998. līdz 2001. gadam Bretaņā, 10 dažādās zonās, tika iestādīti 13 ha SRC stādījumu.

Lai izmēģinātu dūņu izkliešanu SRC stādījumos, no 2002. līdz 2006. gadam, ciematā, saistībā ar apkures sistēmas būvi, tika ierīkoti 5 ha stādījumu.

Apvienība *D'initiatives Locales pour l'Energie et l'Environnement (AILE)* bija šo projektu sadarbības partneris un *Wilwater* projekta uzsācējs.

Notekūdeņu un notekūdeņu dūņu izmantošana SRC stādījumos kļuva aktuāla pēc izmaiņām likumā, kas lauksaimniekiem vairs neļāva izklieēt dūņas uz laukiem, kuros tika audzēta pārtika un pārtikas izejvielas (kartupeļi, kvieši, u.c.).

SRC stādījumi tika ierīkoti, izmantojot speciālu stādāmo mašīnu un 4 dažādas kārklu klonus, kas tika izvēlētas to ražīguma un izturības pret rūsu dēļ (*Björn, Tora, Torhild un Olof*). Stādījumi tika ierīkoti ar bieztību 16 000 spraudēni uz hektāru. Tika pielietoti produkti pret nezāļu dīgšanu, kā arī bioloģiski noārdāms polimēra segums. Tika uzbūvētas speciālas lauksaimniecības iekārtas, rindstarpu mehāniskai ravēšanai un iekārtas, dūņu izkliešanai 2 un 3 gadus vecos kārklu stādījumos.

Lai pielāgotos klimata apstākļiem Bretaņā, biomasas ražu tika nolemts iegūt divos posmos: sākumā novācot ražu, bet koksni šķeldojot tikai tad, kad tā ir sausa un visas lapas ir nokritušas. Reģionālajam kooperatīva iekārtu dienestam (*CUMA Breizh Energie*) piederošā STEMSTER ražas novākšanas mašīna ziemā var novākt līdz pat 250 ha SRC stādījumu, tātad – visus ciemata stādījumus.

SRC šķeldu izmantošana vietējā siltumapgādes sistēmā ir būtiska projekta ekonomiskā līdzsvara sasniegšanai. Projekta izdošanās priekšnoteikums ir šķeldas izmantošana nelielā attālumā no to ieguves vietas – vietējā siltumapgādes sistēmā vai lauksaimnieku personīgajām vajadzībām. Pašvaldībām Bretaņas reģionā jau bija centralizētās siltumapgādes sistēmas vai tās nupat grasījās investēt jaunajās iekārtās. SRC stādījumi palīdzēja vietējās bioenerģijas ķēdes attīstībai. Šķeldas vietējās izmantošanas piemēri:

- nelielas centralizētās siltumapgādes sistēmas, piemēram, trīs fermu nodrošināšanai ar siltumenerģiju
- siltuma ražošana ciemata skolai
- siltuma ražošana administratīvajām ēkām ciematā

Zemāk ir parādītas apsaimniekošanas izmaksas un ienākumu aprēķini €/ha/gadā, atbilstoši 2007. gada cenu līmeņiem (19.tabula līdz 21.tabula).

19.tabula: Apsaimniekošanas izmaksas, stādījumu ierīkošanas gadā €/ha/gadā

<i>Izmaksas (€/ha/gadā)</i>	
Augsnes sagatavošana	250
Mēslošana	100
Apstrāde pret insektiem	90
Nezāļu kontrole - dīgšanu kavējošas vielas	305
Stādīšana	1 800
Stādījumu uzturēšana (mehāniskā ravēšana)	85
Ravēšana (cita)	210
Atsēdināšana uz celma	60
<b>Kopā 2 900</b>	

\* Zemes īpašuma nodoklis nav iekļauts

20.tabula: Apsaimniekošanas izmaksas, ražas novākšanas izmaksas €/ha/gadā

<i>Izmaksas (€)</i>	Zemākās novērtētās	Auštākās novērtētās
Stādīšana	2 300 €/ha	2 800 €/ha
Mēslošana (izklieģot mēslojumu) - 1 vai 2 reizes 3 gadu periodā	180 €	480 €
Ražas novākšana ik pēc 3 gadiem, izmantojot STEMSTER mašīnu, smalcināšana un transportēšana	850 €/ha	1 800 €/ha
Ikgadējās izmaksas > 20 gadu periodā		
- Izklieģot mēslojumu	424 €/ha/gadā	824 €/ha/gadā
- Nelietojot mēslojumu	370 €/ha/gadā	680 €/ha/gadā
Šķeldas uzglabāšana (25% mitrums)	6 €/t	36 €/t
Raža (prognozētā) (25% mitrums)	10,7 t/ha/gadā	13,3 t/ha/gadā

Investīcijas STEMSTER ražas novākšanas mašīnā var optimizēt ražu ik gadu iegūstot vismaz 200 ha lielā platībā.

21.tabula: Peļņa no SRC stādījumiem (stādīšanas un ražas novākšanas izmaksas tiek samazinātas, jo netiek pirkti pakalpojumi, visus darbus veic pats lauksaimnieks)

<i>Peļņa (€/ha/gadā)</i>	Optimizētā raža (200 ha)	šodien
bez mēslošanas; pārdod nekaltētu	38	-250
bez mēslošanas, izmanto pašu vajadzībām	406	118
ar izklieģšanu; pārdod nekaltētu	-43	-331
ar izklieģšanu; izmanto pašu vajadzībām	325	37

### 10.5 5.piemērs: Kārķu SRC stādījumi Enšēpingā (*Enköping*), Zviedrijā

Projekta ietvaros ierīkoti 76 ha kārķu SRC stādījumu, kas tiek apūdeņoti ar notekūdeņiem no sadzīves notekūdeņu attīrīšanas iekārtām. Koksnes biomasu izmanto enerģijas ieguvei vietējā koģenerācijas stacijā.

Nynäs Gård ir saimniecība, kas sadarbojas ar koģenerācijas staciju *ENA-Energi*, kas ir arī sadzīves notekūdeņu attīrīšanas iekārtu apsaimniekotāji. Kārķu stādījumi tiek apūdeņoti ar aptuveni 200 000 m<sup>3</sup> attīrītu un neattīrītu notekūdeņu maisījumu (20 000 m<sup>3</sup> neattīrīta, ar barības vielām bagāta notekūdens). Starp saimniecību un notekūdeņu apsaimniekotāju noslēgts līgums uz 15 gadiem. Līgumā paredzēts, ka saimniecība savu kārķu stādījumu apūdeņošanā varēs izmantot notekūdeņus, bet ENA-Energi no Nynäs Gård saņems kārķu šķeldu par tirgus cenu. Sākumā ražas novākšanu veica ENA-Energi, taču nesen saimniecība sākusi algot citu pakalpojumu sniedzēju.

76 ha vītoli stādījumi tika ierīkoti divos piegājienos – 1998. un 2000. gadā. Platība ir iedalīta vairākos laukos, no kuriem lielākais ir aptuveni 30 ha un pārējie no 6 līdz 15 ha lieli. Stādījumu ierīkošanas subsīdijas, kas bija pieejamas stādīšanas gados, bija 5 000 SEK (aptuveni 550€) uz hektāru un sedza aptuveni pusi no ierīkošanas izmaksām. Pirms stādīšanas augsni apstrādāja ar gliofosfātu (ložņu vārpatas kontrolei), uzara un uzecēja (mehāniskā ravēšana pirms stādīšanas). Mehāniskā ravēšana tika veikta arī gadu pirms stādīšanas. 76 ha platībā 15 dubultrindu joslās (0,75 m starp dubultrindas rindām un 1,25 m starp dubultrindām, un 0,5 m starp spraudņiem rindās) stādīti vairāki kārķu kloni. Stādījumi aptuveni 100 dienas veģetācijas periodā tiek apūdeņoti ar notekūdeņiem.

Biomases raža kārķu stādījumos tiek iegūta ik pēc trīs gadiem. Ražu novāc ar speciālu hārvesteru, kas veic tūlītēju koksnes sasmalcināšanu. Šķelda nav jākaltē un to var uzreiz transportēt uz koģenerācijas staciju, kas atrodas aptuveni 2 km attālumā no stādījumiem. Stacijas siltuma jauda ir 55 MW un elektroenerģijas izstrādes jauda – 24 MW. Kārķu šķeldas, maisījumā ar citiem koksnes biomasas avotiem, izmanto kā kurināmo siltuma un enerģijas ražošanai.

Zemāk attēloti apsaimniekošanas izmaksu un ienākumu aprēķini €/ha/gadā atbilstoši 2011. gada cenu līmenim. Atsevišķu saimniecību maksājumi nav iekļauti. Stādījumu ierīkošanas izdevumi (t.i., stādīšanas aprīkojuma, spraudņu un darba izmaksas) bija aptuveni 1 222 €/ha un ir iekļauti 22. tabulā. Stādījumu ierīkošanas subsīdijas bija 550 €/ha.

**22.tabula: Nynās Gārd kārklu stādījumu apsaimniekošanas izmaksas, ienākumi un peļņa €/ha/gadā**

<i>Izmaksas (€/ha/gadā)</i>	
Uzraudzība/uzturēšana	22
Ražas ievākšana	238
Transportēšana	148
Vispārīgie izdevumi	55
Procentu maksājumi	15
<b>Summa</b>	<b>478</b>
<i>Ienākumi (€/ha/gadā)</i>	
Šķelda	896
Kompensācija par notekūdeņiem	219
<b>Summa</b>	<b>1115</b>
<b>Peļņa (€/ha/gadā)</b>	<b>637</b>

\* Aprēķini tika veikti, izmantojot valūtas kursu 1 € = 9 SEK, 4 gadu rotācijas periodu un trešo stādījumu aprites ciklu

\*\* Iekļautas visas izmaksas, izņemot zemes īpašuma nodokli

\*\*\* Administratīvās, komunikācijas un transporta (personīgā) izmaksas ir iekļautas "Vispārīgajos izdevumos"

Parasti pirmajos rotācijas periodos tiek iegūta zemāka biomasas raža. Aprēķinos, 23 tabulā, veikts peļņas pārrēķins Nynās Gārd kārklu stādījumiem, ietverot zemāku stādījumu produktivitāti un augstākas apsaimniekošanas izmaksas pirmajos rotācijas periodos.

**23.tabula: Peļņas aprēķini Nynäs Gård ar notekūdeņiem apūdeņotos kārklu stādījumos trešajā, stādījumu 4 gadus ilgajā, rotācijā un ņemot vērā vidējos rādītājus visās rotācijās (ieskaitot mazāk ražīgo pirmo rotāciju)**

	Biomassas raža (t/ha/gadā)	Šķeldas cena (€/t sausnas)	Apsaimniekošanas izmaksas (€/t sausnas)	Stādīšanas subsīdijas (€/ha/gadā)	Kompensācija par notekūdeņiem	Peļņa (€/ha/gadā)
3. rotācijas periods	9	99,5	53		219	637
Vidēji rotācijas periodā	8,3	99,5	65	227	219	529

\* Aprēķini tika veikti, izmantojot valūtas kursu 1 € = 9 SEK, 4 gadu rotācijas periodu, un trešo stādījumu aprites ciklu

**\*\* Iekļautas visas izmaksas, izņemot zemes īpašuma nodokli**

## Vārdnīca un saīsinājumi

**Piezīme: Vārdnīcas un saīsinājumu nodaļā paskaidroti dažādi rokasgrāmatā izmantoti, specifiski vai zināmāki izteicieni un termini. Galvenais šī saraksta mērķis ir atvieglot rokasgrāmatas tulkošanu. Vairāki termini ir adaptēti no Vikipēdijas.**

Barela naftas ekvivalents (boe): Enerģijas daudzums vienā jēlnaftas barelā - aptuveni 6,1 GJ jeb 1 700 kWh. "Naftas barels" ir šķidruma mērvienība, kas ir vienāda ar 42 ASV galoniem (35 angļu galoniem jeb 159 litriem); 1 tonnā naftas ir aptuveni 7,2 naftas bareli.

„Sprunguļi”: 5-15 cm garumā sagarinātas atvases

Kūlīši: vairākas, kopā sasietas atvases

Jauda: Darbs, ko veic noteikta sistēma vai mašīna konkrētajā laika periodā (maksimālā tūlītējā resursa produktivitāte īpašos gadījumos). Enerģiju ģenerējošā aprīkojuma jauda tiek izteikta kilovatos (kW) vai megavatos (MW).

Oglekļa dioksīds (CO<sub>2</sub>) ir dabisks, ķīmisks savienojums, kas sastāv no diviem skābekļa atomiem, kas kovalenti saistīti ar vienu oglekļa atomu. Oglekļa dioksīds Zemes atmosfērā pastāv gāzveida stāvoklī un tā koncentrācija ir 0.039%.

Šķelda: 5 x 5 x 5 cm lielos gabalos sasmalcināta atvasāju koksne (skatiet arī koksnes šķelda)

Koģenerācija (CHP): Kombinētā siltumenerģijas un elektroenerģijas ražošana vienā procesā un no kopīga kurināmā. Rūpnieciskajos procesos novadīto siltumu arī var izmantot ģeneratora darbināšanai un elektrības izstrādei (*pazemināšanas cikls*) Vai elektrības ģenerēšanā pāri palikušo siltumu var izmantot rūpnieciskiem procesiem vai telpu apkurei un ūdens sildīšanai.

CO<sub>2</sub>: skatīt oglekļa dioksīds.

Kondensācijas katls: Kondensācijas katli ir ūdens sildīšanas iekārtas ar augstu efektivitāti (>90%), kas tiek sasniegta ar dūmgāzēs esošo siltumu uzsildot auksto atgaitas ūdeni. Katlus var kurināt ar gāzi vai naftas produktiem un tos sauc par kondensācijas katliem, jo dūmgāzēs esošiem ūdens tvaiki tiek kondensēti un novadīti no katla.

Atvasāji: ir noteiktu koku sugu spēja pēc to nociršanas/nogriešanas dzīt jaunas atvases.

Spraudņi: 25 cm gari viengadīgu SRC atvašu gabali, kurus izmanto jaunu atvasāju stādījumu ierīkošanā.

Centralizētā dzesēšanas sistēma: ir atdzesēta ūdens vai ūdens/ledus maisījuma padošana no vienota avota uz dzīvojamām mājām un komerciālām būvēm dzesēšanas vajadzībām, piemēram, gaisa kondicionēšanai.

Centralizētā siltumapgādes sistēma: ir siltumenerģijas padošana (ar karstu ūdeni vai tvaiku) no vienota avota uz dzīvojamām mājām un komerciālām būvēm siltumapgādes vajadzībām (piemēram, apkurei un karstā ūdens sagatavošanai).

Rūpnieciskās izejvielas: Jebkurš materiāls, kas tiek izmantots ražošanas procesā. Materiāls, kura forma ražošanas procesā tiek mainīta.

Fosilais kurināmais: ir miljonu gadu laikā, dabiskos procesos (tādos kā atmirušo organismu sadalīšanās bezskābekļa vidē) veidojušies uzkrājumi/nogulumi, kurus izmanto enerģijas ieguvei.

Gamma (γ) daudzveidība: Terminu „gamma daudzveidība” (γ-daudzveidība) kopā ar terminiem „alfa daudzveidība” (α-daudzveidība) un „beta daudzveidība” (β-daudzveidība) ieviesa R.H.



Vitekera (*R.H. Whittaker*). Vitekera uzskatīja, ka kopējo sugu daudzveidību ainavā ( $\gamma$ ) nosaka divas atšķirīgas daudzveidības – vidējā sugu daudzveidība ainavas ekosistēmu mērogā ( $\alpha$ ) un atšķirības starp šīm ekosistēmām ( $\beta$ ). No tā var secināt, ka alfa daudzveidība un beta daudzveidība veido gamma daudzveidības neatkarīgas sastāvdaļas:  $\gamma = \alpha * \beta$

Globālās sasilšanas potenciāls: GSP ir relatīva mērvienība tam, cik daudz siltuma siltumnīcefekta gāzes iesprosto atmosfērā. Tas salīdzina konkrētas gāzes masas iesprostoto siltuma daudzumu ar tādas pašas masas oglekļa dioksīda iesprostoto siltuma daudzumu. GSP aprēķina konkrētam laika posmam, parasti – 20, 100 vai 500 gadiem. GSP izsaka kā oglekļa dioksīda koeficientu, kura GSP ir 1. Piemēram, metāna GSP 20 gados ir 72, tas nozīmē, ka, ja atmosfērā nokļūtu vienāda masa metāna un oglekļa dioksīda, metāns nākošo 20 gadu laikā atmosfērā iesprostotu 72 reizes vairāk siltuma nekā oglekļa dioksīds.

Siltumnīcefekta gāzes (SEG): Gāzes, kas zemes atmosfērā iesprosto saules siltumu, radot siltumnīcas efektu. Divas galvenās siltumnīcefekta gāzes ir ūdens tvaiks un oglekļa dioksīds. Citas siltumnīcefekta gāzes ir metāns, ozons, hlorofluorie ogļūdeņraži un slāpekļa oksīds.

GSP: skatīt Globālās sasilšanas potenciāls

Heders: Teritorija stādījumu sākuma un beigu malās, ko izmanto tehnikas manevrēšanai, ražas uzglabāšanai utt. Ja nenotiek intensīva stādījumu apsaimniekošana, hederos var audzēt viengadīgās kultūras, zāli vai nektāraugus.

Siltums: Siltums ir enerģija, kas termiskas mijiedarbības rezultātā tiek pārnesta no vienas sistēmas uz citu. Siltums vienmēr plūst no ķermeņa ar augstāku temperatūru uz ķermeni ar zemāku temperatūru. Šo enerģijas plūsmu ar siltuma dzinēju iespējams daļēji pārvērst lietderīgā darbā. Otrais termodinamikas likums aizliedz siltuma plūsmu no ķermeņa ar zemāku temperatūru uz ķermeni ar augstāku temperatūru. Taču ar siltumsūkņa palīdzību, šāda enerģijas transportēšana (no zemas uz augstu temperatūru) ir iespējama. Vārds siltums tiek lietots vairākas nozīmēs, piemēram, aprakstot temperatūru. Fizikā "siltums" pēc definīcijas ir enerģijas pārvešana, un to vienmēr saista ar noteikta veida procesu. Termins "siltums" dažreiz tiek lietots kopā ar "siltuma plūsmu" un "siltuma pāreju". Siltuma pāreja notiek dažādi: vadīšanas, starojuma, konvekcijas, tīrās masas pārvešanas, berzes vai viskozitātes, kā ķīmiska izkliedēšana ceļā.

Sadegšanas siltums (siltumspēja): siltuma daudzums, ko degšanas laikā izdala noteikts daudzums kurināmā (biogāze, biometāns).

Uzstādītā jauda: ir enerģiju ģenerējošās iekārtas kopējā elektriskā vai siltuma jauda.

Bezmugurkaulnieki: dzīvnieki, kuriem nav un neattīstās mugurkauls. Tie ir visi dzīvnieki, izņemot mugurkaulnieku *Vertebrata* apakštipu. Zināmākie bezmugurkaulnieku piemēri ir kukaiņi, krabji, omāri un tiem līdzīgie, gliemeži, ēdamgliemenes, astoņkāji un tiem līdzīgi, jūras zvaigznes, jūras eži un tiem līdzīgi, un tārpi.

Džouls (J): Metriskā enerģijas vienība, kas ir vienāda ar darbu, ko vienu Ņūtonu liels spēks veic vienu metru garā ceļā posmā. 1 džouls (J) = 0,239 kalorijas; 1 kalorija (cal) = 4,187 J.

Kilovats (kW): Elektriskās vai siltuma jaudas mērvienība, kas vienāda ar 1 000 vatiem (W).

Kilovatstunda (kWh): Visizplatītākā enerģijas daudzuma vienība. Tā apzīmē viena kilovata elektrības vai siltuma piegādi vienā stundā.

$kW_{el}$ : elektriskā jauda

kWh: skatiet Kilovatstunda

$kW_{th}$ : siltuma jauda (termiskā jauda)

m<sup>3</sup>: kubikmetrs ir 1 x1 x1 m tilpums. Vienā kubikmetrā ir aptuveni 1 t ūdens.

Mitruma: Materiāla sastāvā esošā ūdens masas un paša sausā materiāla (biomasa) masas attiecība.

Naftas ekvivalents: Naftas ekvivalenta (toe) tonna ir enerģijas daudzums, kas tiek atbrīvots, sadedzinot vienu tonnu jēlnaftas - aptuveni 42 GJ.

ORC: Organiskais Renkina cikls

Organiskais Renkina cikls: ORC tiek izmantoti organiskie šķidrums ar augstu molmasu. Šķidrums pāreja gāzveida stāvoklī (vārīšanas punkts) notiek pie zemākas temperatūras salīdzinājumā ar ūdens iztvaikošanas temperatūru. Tādu šķidrums pielietošana ļauj veikt zemāka potenciāla/temperatūras siltuma izmantošanu Renkina ciklam (piemēram biogāzes stacijās).

pH: ir vērtība, kas norāda šķidrums (vai augsnes) skābumu vai sārmainību. Augsnes, kuru pH ir < 7, ir skābas, un augsnes, kuru pH > 7 - bāziskas jeb sārmainas. Tīra ūdens ir pH = 7.

Atvašu rīkstes: Atvasāju stādījumos novāktās līdz pat 8 m garās atvases

Atvases: botānikā, atvase sastāv no stumbra, lapām un sānu pumpuriem, ziedkātiem un ziedu pumpurus. Arī no sēklas izdīgušo auga virszemes daļu sauc par atvasi. Pavasarī daudzgadīgo augu atvases veido jaunie pieaugumi. Daudzgadīgo augu atvases aug gan no zemes, gan zaru un galotņu galos (kā tas ir kokiem).

SI: Starptautiskā mērvienību sistēma (saīsināti SI no franču valodas: *Système international d'unités*) ir mērvienību sistēma, kas izstrādāta septiņām pamatvienībām un vairākām atvasinātām mērvienībām.

SRC: Īscirtmeta atvasāji

SRF: Īscirtmeta mežkopība, Latvijā – plantāciju meži

SRP: Īscirtmeta plantācijas. Latvijā – kokaugu stādījumi

SRWC: Īscirtmeta kokaugu atvasājs

Mitruma saturs: ūdens satura masā un mitrā materiāla (biomasas) masas attiecība.

Vats (W): Standarta mērvienība (SI sistēma) enerģijas daudzumam, kuru patērē aprīkojums, vai enerģijas daudzumam, kas virzās no vienas vietas uz citu. Vats ir elektriskās jaudas standarta mērvienība. 'kW' apzīmē "kilovatu" jeb 1 000 vatus, bet 'MW' apzīmē "Megavatu" jeb 1 000 000 vatus.

yr: Gads

## Angliskie -Latviskie un latīniskie augu nosaukumi

Piezīme: Sarakstā norādītas sugas, kuras tiek izmantotas SRC stādījumos, klonu krustošanai vai tiek minētas kā SRC stādījumiem piemērotas. Dažu sugu izmantošanā SRC stādījumos trūkst praktiskās pieredzes. Augu latviskajos nosaukumos norādīti vispārpieņemtie augu nosaukumi, bet tie ne vienmēr ir pieejami, tāpēc norādēs iespējamās neprecizitātes.

Klonu nosaukumi doti 3.nodaļā.

<i>Botāniskais nosaukums</i>	Vispārpieņemtie nosaukumi	
	Latviski	Angliski
<i>Alnus spp.</i>	Alkšņu ģints	Alder
<i>Alnus glutinosa</i>	Melnalksnis (sarunv. Alksnis)	Common alder, Black alder, European alder, Alder
<i>Alnus incana</i>	Baltalksnis	Grey alder, Speckled alder
<i>Amorpha fruticosa</i>	Krūmu amorfa	Indigo bush
<i>Acacia melanoxylon</i>	Austrālijas akācija	Australian blackwood
<i>Acacia saligna</i>	Vītollapu akācija	Coojong, Golden wreath wattle, Orange wattle, Blue-leafed wattle, Western Australian golden wattle, Port Jackson willow
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Kalnu kļava (saukta arī par sikamoru)	Sycamore (sycamore is used for various different species of the genus Ficus, Acer, Pseudoplatanus)
<i>Betula spp.</i>	Bērzu ģints	Birch
<i>Broussonetia papyrifera</i>	Papīra zīdkoks (tās pašas sugas kā <i>Morus papyrifera</i> )	Paper mulberry (same species as <i>Morus papyrifera</i> )
<i>Corylus avellana</i>	Parastā lazda	Hazel, Hazelnut
<i>Cynara cardunculus</i>	Lapu artišoks	Cardoon
<i>Eucalyptus spp.</i>	Eikaliptu ģints	Eucalyptus
<i>Eucalyptus globulus</i>	Zilganais eikalipts	Tasmanian blue gum, Southern blue gum, Blue gum
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Upes eikalipts	River red gum
<i>Eucalyptus gunnii</i>	Sudraba (Hanna) eikalipts	Cider gum, Gunnii

<i>Eucalyptus nitens</i>	Spīdīgais eikalipts	Shining gum
<i>Fraxinus excelsior</i>	Parastais osis	Ash
<i>Morus papyrifera</i>	Papīra zīdkoks (syn. <i>Broussonetia papyrifera</i> )	Paper mulberry (same species as <i>Broussonetia papyrifera</i> )
<i>Nothofagus</i>	Dienvīdu dižskābardis	Southern beech
<i>Paulownia</i>	Paulonija	Paulownia
<i>Platanus occidentalis</i>	Sikamora ( šo terminu izmanto dažādām atšķirīgām <i>Ficus</i> , <i>Acer</i> , <i>Pseudoplatanus</i> ģints sugām)	Sycamore (sycamore is used for various different species of the genus <i>Ficus</i> , <i>Acer</i> , <i>Pseudoplatanus</i> )
<i>Populus spp.</i>	Papeļu ģints	Poplar
<i>Populus deltoides</i>	Kokvilnas koks	Eastern cottonwood
<i>Populus koreana</i>	Korejas papele	Korean poplar
<i>Populus maximowiczii</i>	Maksimoviča papele	Maximowicz' Poplar, Japanese Poplar
<i>Populus nigra</i>	Melnā papele	Black Poplar
<i>Populus tremula</i>	Parastā apse (Nejauciet ar <i>Populus tremuloides</i> , Amerikas apsi, ko sauc arī par trīcošo apsi)	Aspen, Common aspen, Eurasian aspen, European aspen, Quaking aspen (Not to be confused with <i>Populus tremuloides</i> , the American aspen, also called trembling aspen and quaking aspen)
<i>Populus tremuloides</i>	Amerikas trīcošā apse (Nejauciet ar <i>Populus tremula</i> , parasto apsi)	Quaking Aspen, Trembling Aspen (Not to be confused with <i>Populus tremula</i> , the European aspen, which is also called quaking aspen)
<i>Populus trichocarpa</i>	Spilvaugļu papele	Western Balsam Poplar, Black Cottonwood
<i>Robinia pseudoaccacia</i>	Baltā robīnija, (tautā: akācija)	Black locust, Robinia, Acacia
<i>Salix spp.</i>	kārkli (kokveida formas sauc par vītoliem un krūmveida formas, par kārkliem)	Willow (Most species are known as willow, but some narrow-leaved shrub species are called osier, and some broader-leaved species are referred to as sallow)
<i>Salix aegyptiaca</i>	Ēģiptes vītols	Egyptian willow, Musk willow
<i>Salix caprea</i>	Blīgzna, pūpolvītols	Goat willow, Pussy willow, Great sallow

<i>Salix dasyclados</i>	Villainzaru kārklis	n.a.
<i>Salix discolor</i>	Amerikas vītols	American willow
<i>Salix rehderiana</i>	Nav pieejams	n.a.
<i>Salix schwerinii</i>	Šverina vītols	n.a.
<i>Salix triandra</i>	Vicu vītols	Almond willow, Almond-leaved willow
<i>Salix udensis</i>	Udes vītols	n.a.
<i>Salix viminalis</i>	Klūdziņu kārklis	Common osier
<i>Ulmus spp.</i>	Gobu ģints	Elms

## Vispārīgo mērvienību pārveidošana

24.tabula: Enerģijas vienību priedēkļi

Priedēklis	Apzīmējums	$10^n$	Daudzums
deka	da	10	desmit
hekto	h	$10^2$	simts
kilo	k	$10^3$	tūkstotis
mega	M	$10^6$	miljons
giga	G	$10^9$	miljards
tera	T	$10^{12}$	triljons
peta	P	$10^{15}$	kvadriljons
eksa	E	$10^{18}$	kvintiljons

25.tabula: Apjomu terminoloģija dažādiem koksnes biomasas veidiem vairākās valodās

Valoda	Terminoloģija		
Angļu	Solid cubic meter Solid m <sup>3</sup>	Bulk cubic meter Bulk m <sup>3</sup>	Stacked cubic meter Stacked m <sup>3</sup>
Horvātu	Puni kubni metar m <sup>3</sup>	Nasipni metar Nasipni m <sup>3</sup>	Prostorni metar Prostorni m <sup>3</sup>
Čehu	Plinometr-pevny metr (plm) [m <sup>3</sup> ]	Sypny metr (prms) [m <sup>3</sup> ]	Prostorovy metr-rovnany (prm) [m <sup>3</sup> ]
Franču	Metre cube de bois plein m <sup>3</sup>	Mètre cube apparent plaquette MAP	Stère stère
Vācu	Festmeter Fm	Schüttraummeter Srm	Schichtraum. (ster) rm
Grieķu	Συμπταγές κυβικό μέτρο κ.μ.ή m <sup>3</sup>	Χωρικό κυβικό μέτρο Χ.κ.μ. <b>Χύδην</b>	Χωρικό κυβικό μέτρο στοιβαχτού Χ.κ.μ. <b>στοιβαχτού</b>
Itāļu	Metro cubo m <sup>3</sup>	Metro stero riversato msr	Metro stero accastato msa

Latviešu	Kubikmetrs (cieškubikmetrs) cieš. m <sup>3</sup>	Berkubikmetrs bēr. m <sup>3</sup>	Kraujmetrs vai sters kr. m <sup>3</sup>
Maķedoniešu	poln kuben metar	nasipen kuben metar	prostoren kuben meatr
Poļu	metr sześcienny m <sup>3</sup>	metr nasypowy mn	metr przestrzenny mp
Slovēņu	Kubični meter m <sup>3</sup>	Prostrni meter prm	Nasut kubicni meter N m <sup>3</sup>

**26.tabula: Energijas vienību pārveidošanas tabula (kilodžouls (kJ), kilokalorija (kcal), kilovatstunda (kWh), tonna ogļu ekvivalenta (TCE), dabasgāzes kubikmetrs (m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>), tonna naftas ekvivalenta (toe), barels, britu siltuma vienība (BTU))**

	kJ	kcal	kWh	TCE	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	TOE	barels
1 kJ	1	0,2388	0,000278	3,4×10 <sup>-8</sup>	0,000032	2,4×10 <sup>-8</sup>	1,76×10 <sup>-7</sup>
1 kcal	4,1868	1	0,001163	14,3×10 <sup>-8</sup>	0,00013	1×10 <sup>-7</sup>	7,35×10 <sup>-7</sup>
1 kWh	3,600	860	1	0,000123	0,113	0,000086	0,000063
1 TCE	29 308 000	7 000 000	8 140	1	924	0.70	52
1 m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	31 736	7 580	8,816	0,001082	1	0,000758	0,0056
1 toe	41 868 000	10 000 000	11 630	1,428	1 319	1	7,4
1 barels	5 694,048	1 360,000	1 582	0,19421	179,42	0,136	1
1 BTU	1,055						

**27.tabula: Jaudas vienību pārveidošanas tabula (kilokalorijas sekundē (kcal/s), kilovats (kW), zirgspēks (ZS))**

	kcal/s	kW	ZS
1 kcal/s	1	4,1868	5,614
1 kW	0,238846	1	1,34102
1 ZS	0,17811	0,745700	1

**28.tabula: Temperatūras pārveidošanas tabula**

	Vienība	Celsijs	Kelvins	Fārenheits
Celsijs	°C	-	$^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273,15$	$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times 1,8$
Kelvins	K	$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273,15$	-	$\text{K} = (^{\circ}\text{F} + 459,67) \times 1,8$
Fārenheits	°F	$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \times 1,8 + 32$	$^{\circ}\text{F} = \text{K} \times 1,8 - 459,67$	

**29.tabula: Spiediena mērvienību pārveidošanas tabula (paskāls (Pa), bārs (bar), tehniskā atmosfēra (at), atmosfēra (atm), tors (Torr), mārciņa uz kvadrātcollu (psi))**

	Pa	bar	at	atm	Torr	psi
1 Pa		0,00001	0,000010197	$9,8692 \times 10^{-6}$	0,0075006	0,0001450377
1 bar	100 000		1,0197	0,98692	750,06	14,50377
1 at	98 066,5	0,980665		0,9678411	735,5592	14,22334
1 atm	101 325	1,01325	1.0332		760	14,69595
1 Torr	133,3224	0,001333224	0,001359551	0,001315789		0,01933678
1 psi	6894,8	0,068948	0,0703069	0,068046	51,71493	



## Literatūra

- Alakangas (2009) Fuel specification and classes, multipart standard. -  
[http://p29596.typo3server.info/fileadmin/Files/Documents/05\\_Workshops\\_Training\\_Events/Training materials/english/D19 2 EN Fuel specification.pdf](http://p29596.typo3server.info/fileadmin/Files/Documents/05_Workshops_Training_Events/Training materials/english/D19 2 EN Fuel specification.pdf) [piekļuve: 29.08.2014.]
- Anderson Group ([www.grpanderson.com/de/resources/photos](http://www.grpanderson.com/de/resources/photos)) [piekļuve: 09.09.2014.]
- Aosaar, J., Varik, M. and Uri, V. (2012) Biomass production potential of grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) in Scandinavia and Eastern Europe: A review. *Biomass & Bioenergy* 45:11-26; Estonia
- Aronsson, P., Rosenqvist, H., Dimitriou, I., 2014. Impact of nitrogen fertilization to short-rotation willow coppice plantations grown in Sweden on yield and economy. *Bioenergy Research*, 7: 993-1001.
- Bärwolff M., Hansen H., Hofmann M., Setzer F. (2012) Energieholz aus der landwirtschaft. - FNR, Gülzow-Prüzen, Germany
- Bisenieks, J., Daugavietis, M. and Daugaviete, M. (2010). Baltalkšņu audžu ražības modeļi. *Mežzinātne*, 21(54): 31-44; Latvia
- Burger F. (2011) Energiebilanz klar positive: Kurzumtriebsplantagen. - 13/2011 AFZ-DerWald; [http://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/afz\\_der\\_wald\\_nr\\_13.pdf](http://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/afz_der_wald_nr_13.pdf) [piekļuve: 18.05.2015.]
- Biomasseverband OÖ (no date) >Masse und Energiegehalt von Hackgut in Abhängigkeit vom Wassergehalt. - Biomasseverband OÖ, Austria, [http://www.biomasseverband-ooe.at/uploads/media/Downloads/Publikationen/Umrechnungstabellen\\_Brennstoff\\_Holz-BMV-OOe.pdf](http://www.biomasseverband-ooe.at/uploads/media/Downloads/Publikationen/Umrechnungstabellen_Brennstoff_Holz-BMV-OOe.pdf) [piekļuve: 09.09.2014.]
- CARMEN (2014) Heizwert, Wassergehalt und Gewicht. <http://www.carmen-ev.de/biogene-festbrennstoffe/brennstoffe/hackschnitzel/579-heizwert-wassergehalt-und-gewicht> [piekļuve: 09.09.2014.]
- Caslin B, Finnan J, Mc Cracken A (eds) (2012) Willow Varietal Identification Guide. ISBN: 10 1-84170-590-X.
- Caslin B., J. Finnan, Mc Cracken A. (eds.) (2010) Short Rotation Coppice; Willow Best Practice Guidelines. -  
[http://www.seai.ie/Renewables/Bioenergy/Willow\\_Best\\_Practice\\_Guide\\_2010.pdf](http://www.seai.ie/Renewables/Bioenergy/Willow_Best_Practice_Guide_2010.pdf) [piekļuve: 21.07.2014.]
- Dallemand J. F., Petersen J.E., Karp A. (eds.) (2007) Short Rotation Forestry, Short Rotation Coppice and perennial grasses in the European Union: Agro-environmental aspects, present use and perspectives. - JRC; Proceedings of the Expert Consultation; 17 and 18 October 2007, Harpenden, United Kingdom
- Daugaviete, M. (2011) Above-ground Biomass in Young Grey Alder (*Alnus incana* [L.] Moench.) stands. *Baltic Forestry*, Vol. 17, no 1 (32): 76-82; Latvia
- Daugaviete, M., Bārdulis, A., Daugavietis, U. un Lazdiņa, D. (2015) Potentials of producing wood biomass in short-rotation Grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench) plantations on agricultural lands. NJF 25th Congress. Nordic View to sustainable rural development, June 16th-18th, 2015: 1-6; Latvia

- Daugaviete, M., Žvīgurs, K., Liepiņš, K., Lazdiņš, A. and Daugavietis, O. (2009) Baltalkšņa (*Alnus incana* [L.] Moench.) audžu atjaunošanās gaita un biomasas uzkrāšanās jaunaudžu vecuma audzēs, LLU Raksti 23 (318); 78-90; Latvia
- DEFRA (2004) Growing Short Rotation Coppice; Best Practice Guidelines For Applicants to Defra's Energy Crops Scheme. - [http://www.naturalengland.org.uk/Images/short-rotation-coppice\\_tcm6-4262.pdf](http://www.naturalengland.org.uk/Images/short-rotation-coppice_tcm6-4262.pdf) [piekļuve: 21.07.2014.]
- Dimitriou I., Rutz D. (2014) Sustainability criteria and recommendations for short rotation woody crops. - WIP Renewable Energies, Munich, Germany; Report elaborated in the framework of the IEE project SRCplus (Contract No. IEE/13/574)
- Dimitriou I., Fistrek Z., Mergner R., Rutz D., Scrimgeour L., Eleftheriadis I., Dzebne I., Perutka T., Lazdina D., Toskovska G., Hinterreiter S. (2014a) Optimising the Environmental Sustainability of Short Rotation Coppice Biomass Production for Energy. - Proceedings Natural Resources, Green Technology & Sustainable Development; 26-28 November 2014, Zagreb, Croatia; Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Croatia; ISBN 978 953 6893 04 1; pp. 117-123
- Dimitriou I., Fistrek Z. (2014) Optimising the Environmental Sustainability of Short Rotation Coppice Biomass Production for Energy. South-east Eur for 5 (2): 81-91. DOI: <http://dx.doi.org/10.15177/see-for.14-15>
- Dimitriou I., Mergner R., Rutz D. (2014b). Best practice examples on sustainable local supply chains of SRC. WIP Renewable Energies, Munich, Germany; Report elaborated in the framework of the IEE project SRCplus (Contract No. IEE/13/574)
- Dimitriou, I., Baum, C., Baum, S., Busch, G., Schulz, U., Köhn, J., Lamersdorf, N., Walter-Schmidt, P., Leinweber, P., Aronsson, P., Weih, M., Berndes, G., Englund, O., Bolte, A. 2012a. RATING-SRC Final Report. ERA-NET Bioenergy Internal Report.
- Dimitriou, I., Mola-Yudego, B., Aronsson, P., Eriksson, J., 2012b. Changes in organic carbon and trace elements in the soil of willow short-rotation coppice plantations. Bioenergy Research 5(3) 563-572.
- Dimitriou, I., Mola-Yudego, B., Aronsson, P., 2012c. Impact of willow Short Rotation Coppice on water quality. Bioenergy Research 5(3) 537-545.
- Dimitriou, I., Eriksson, J., Adler, A., Aronsson, P., Verwijst, T., 2006. Fate of heavy metals after application of sewage sludge and wood-ash mixtures to short-rotation willow coppice. Environmental Pollution 142 (1), 160-169.
- Dimitriou, I., Aronsson, P., 2005. Willows for energy and phytoremediation in Sweden. Unasylva 221 (56); 46-50.
- Ehlert, D.; Pecenka, R.; Wiehe, J.(2012): Harvesters for Short Rotation Coppices: Current Status and New Solutions. In: Proceedings. International Conference of Agricultural Engineering CIGR-Ageng 2012. Valencia, p. 1-6. Online: [http://cigr.ageng2012.org/images/fotosg/tabla\\_137\\_C0365.pdf](http://cigr.ageng2012.org/images/fotosg/tabla_137_C0365.pdf)
- ETA Heiztechnik GmbH n.d.Brennstoffdaten - Scheitholz, Hackgut, Pellets. - [http://www.bad-klein.de/pdf/Broschuere\\_Brennstoffdaten\\_dt\\_01.pdf](http://www.bad-klein.de/pdf/Broschuere_Brennstoffdaten_dt_01.pdf) [piekļuve: 09.09.2014.]
- FNR (2012) Bioenergy in Germany: Facts and Figures. - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR); Gülzow, Germany; [http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf\\_484-basisdaten\\_engl\\_web\\_neu.pdf](http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_484-basisdaten_engl_web_neu.pdf) [10.07.2012]
- Grosse W., Landgraf D., Scholz V., Brummack J. (2008) Ernte und Aufbereitung von Plantagenholz. - Schweiz Z Forstwes 159 (2008) 6: 114-119

- Gustafsson, J., Larsson, S. & Nordh, N. (2007). Manual för salixodlare. Pieejams: <http://www.bioenergiportalen.se/attachments/42/406.pdf>
- von Harling H.M., Viessmann F. (2009) Die Holzfelder der Fa. Viessmann - 3 Jahre KUP-Praxis. Proceeding of „The Institute for Applied Material Flow Management (IfaS)“, [http://www.stoffstrom.org/fileadmin/userdaten/bilder/Veranstaltungen/Biomasse/Harling\\_KUP\\_Praxis\\_Biom-Tag\\_Birkenfeld\\_5-11-09-1.pdf](http://www.stoffstrom.org/fileadmin/userdaten/bilder/Veranstaltungen/Biomasse/Harling_KUP_Praxis_Biom-Tag_Birkenfeld_5-11-09-1.pdf).
- Hiegl W., Rutz D., Janssen R. (2011) Information Material Module Biomass. - Training material of the Install+RES Project, Updated Version 2011; WIP Renewable Energies; <http://www.resinstaller.eu/en/training-material>
- Indriksons, A. (2006) Baltalksnis kā suga-botāniskais aprakst. Grāmatā „Baltalksnis Latvijā. Silava., lpp. 8-18; Latvia
- ISO (2014): ISO 17225-4:2014(en) Solid biofuels — Fuel specifications and classes — Part 4: Graded woodchips <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:17225:-4:ed-1> :v1 :en [piekļuve: 29.08.2014.]
- JTI (2014) Inför plantering av energiskog Lokalisering, samrad och investeringsstöd JTI:s skriftserie 2014:1 (zvidru valodā).
- Kofman P.D. (2012) Harvesting short rotation coppice willow. - CONFORD; Harvesting / Transport No. 2; Dublin, Ireland; [http://www.woodenergy.ie/media/coford/content/publications/proiectreports/cofordconnects/HAR29\\_LR.PDF](http://www.woodenergy.ie/media/coford/content/publications/proiectreports/cofordconnects/HAR29_LR.PDF) [piekļuve: 21.07.2014.]
- Kaufmann F., Lamond G., Lange M., Schaub J., Siebert C., Sprenger T. (bez datuma) Benwood - Short Rotation Forestry in CDM Countries and Europe. –
- Kundziņš, A. (1937) Dažu faktoru ietekme uz baltalkšņa (*Alnus incana* Moench) veģetatīvo atjaunošanos. Latvijas Mežu Pētīšanas Stacijas Raksti. MDI, Rīga, 40 lpp; Latvia
- Landgraf D., Setzer F. (2012) Kurzumtriebsplantagen: Holz vom Acker - So geht's. - DLG Verlag, Frankfurt am Main, Germany
- Lazdiņa D. and Daugaviete M. (2010). Short rotation woody energy crops in Latvia, Fifth International Scientific Conference „Students on their way to science”, Collection of abstracts, Jelgava, 2010, pp. 30-40; Latvia
- Liebhart P. (2007) Energieholz im Kurzumtrieb: Rohstoff der Zukunft. - Leopold Stocker Verlag, Graz, Austria
- Liepiņš, K. and Liepiņš, J. (2010) Baltalkšņa (*Alnus incana* L. (Moench)) un melnalkšņa (*Alnus glutinosa* L.) ietvarstādu augšanas rādītāji stādījumā lauksaimniecības augsnēs. Mežzinātne 21(54)2010: lpp. 4.-15; Latvia
- Lindgaard K. (2013) 10 ways to maximise yield from your short rotation coppice (SRC) crop
- LWF (2012) Bereitstellung von Waldhackschnitzeln. - Merkblatt 10 der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft; Freising, Germany
- LWF (2011a) Anbau von Energiewäldern. - Merkblatt 19 der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft; Freising, Germany
- LWF (2011b) Der Energieinhalt von Holz. - Merkblatt 12 der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft; Freising, Germany
- Rutz D., Janssen R., Letsch H. (2006) Installateurs-Handbuch Biomasseheizanlagen. - EU-

- IEE EARTH Project; 241p; WIP Renewable Energies, Munich, Germany; [http://www.wip-munich.de/images/stories/6\\_publications/books/installateurs\\_handbuch.pdf](http://www.wip-munich.de/images/stories/6_publications/books/installateurs_handbuch.pdf)
- Rutz D., Mergner R., Janssen R. (2012) Sustainable Heat Use of Biogas Plants - A Handbook. WIP Renewable Energies, Munich, Germany; Handbook elaborated in the framework of the BiogasHeat Project; ISBN 978-3-936338-29-4; tulkots 9 valodās; [www.biogasheat.org](http://www.biogasheat.org)
- Rutz D., Janssen R., Hofer A., Helm P., Rogat J., Hodes G., Borch K., Mittelbach M., Schober S., Vos J., Frederiks B., Ballesteros M., Manzanares P., St James C., Coelho S.T., Guardabassi P., Aroca G., Riegelhaupt E., Masera O., Junquera M., Nadal G., Bouille D. (2008) Biofuels Assessment on Technical Opportunities and Research Needs for Latin America. - Proceedings of the 16th European Biomass Conference and Exhibition; pp. 2661-2669; ISBN 978-88-89407-58-1
- Sailer Baumschulen GmbH (no date) Ratgeber Energiewald. - <http://www.sailer-baumschulen.de/RatgeberEnergiewald.pdf> [accessed: 13.05.2015]
- SLL (no date) Anbauempfehlungen für schnellwachsende Baumarten. - Fachmaterial Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft; [http://www.schnepf-pro-lignum.de/uploads/pdf/Anbauempfehlungen\\_f%C3%BCr\\_schnellwachsende\\_Baumarten.pdf](http://www.schnepf-pro-lignum.de/uploads/pdf/Anbauempfehlungen_f%C3%BCr_schnellwachsende_Baumarten.pdf) [piekjuve: 09.09.2014.]
- Wald21 (2015) <http://www.wald21.com/energiewald/anbaupraxis.html> [piekjuve: 30.03.2015.]
- Wickham J., Rice B., Finnan J., McConnon R. (2010) A review of past and current research on short rotation coppice in Ireland and abroad. - COFORD, National Council for Forest Research and Development; <http://www.coford.ie/media/coford/content/publications/proiectreports/SRC.pdf> [piekjuve: 21.07.2014.]
- Verscheure (1998) Energiegehalt von Hackschnitzeln - Überblick und Anleitung zur Bestimmung. - FVA, <http://192.168.0.121:9091/servlet/com.trend.iwss.user.servlet.sendFile?downloadfile=IRES-648385774-E63F29C8-4677-4647-7> [piekjuve: 09.09.2014.]

