

**BIOMASAS IZMANTOŠANAS
ILGTSPĒJĪBAS KRITĒRIJU PIELIETOŠANA
UN PASĀKUMU IZSTRĀDE**

**Autoru kolektīvs:
A. Adamovičs, LLU
V. Dubrovskis, LLU
I.Plūme, LLU
Ā.Jansons, LVMI Silava
D.Lazdiņa, LVMI Silava
A.Lazdiņš, LVMI Silava
G.Kārklīšs**

**Valsts SIA Vides projekti
Rīga, 2009**

SATURS

SATURS	2
IEVADS	4
KOPSAVILKUMS	6
I nodaļa: Jaunās AER direktīvas piedāvāto biodegvielas ilgtspējības kritēriju pielietošanas iespējas citiem biomasas izmantošanas veidiem enerģētikā	11
1. SEG emisiju modeļpētījums meža produktu un salmu izmantošanai enerģētikā, biodegvielas izmantošanas iespējas, resursu aranžējuma kritēriji	11
1.1. Pētījumu metodika	11
1.2. SEG emisiju modeļpētījums meža produktu un salmu izmantošanai siltuma enerģijas ražošanā	13
1.2.1. Meža produktu izmantošanas siltuma enerģijas ražošanai modeļpētījums	14
1.2.2. Salmu izmantošanas emisiju siltuma enerģijas ražošanai modeļpētījums	21
1.3. Biogāzes ieguve un izmantošana	28
1.3.1. Biogāzes ieguves no enerģijas augiem. Modeļpētījums	28
1.3.2. Biogāzes ieguve un izmantošana no notekūdeņiem	32
1.3.3. Biogāzes ieguve un izmantošana no lopkopības atkritumiem	34
1.3.4. Biogāzes ieguve un izmantošana no CSA ar enerģijas šūnu tehnoloģiju	36
1.4. Bioetanola ieguve un izmantošana	38
1.5. Biodīzeļdegvielas iegūšanas un izmantošanas emisijas	41
1.6. Biomasas resursu ranžējuma kritēriji	44
1.6.1. Biomasas resursu rangs pēc enerģijas saražošanas potenciāla	44
1.6.2. Biomasas resursu rangs atkarībā no SEG emisiju ietaupījuma pret FER	45
1.7. Secinājumi un priekšlikumi	51
2. Meža biomasas izmantošanas paaugstināšanas iespēju analīze, modeļpētījumi un kritēriju sistēma aranžējumam pēc SEG emisiju samazinājuma	53
2.1. Metodika	53
2.2. Modeļpētījums Latvijā pieejamās koksnes biomasas izmantošanai enerģētikā	54
2.2.1. Kritēriju izvēle Latvijā pieejamo koksnes biomasas resursu ranžējumam pēc SEG emisiju samazinājuma potenciāla	63
2.2.2. Biomasas izmantošanas intensificēšanas iespēju analīze	63
2.3. Rezultātu analīze	64
2.3.1. Latvijā pieejamās koksnes biomasas izmantošanas potenciāls	64
2.3.2. Kritēriju sistēma Latvijā pieejamo koksnes biomasas resursu ranžējumam pēc SEG emisiju samazinājuma potenciāla	78
2.3.3. Biomasas izmantošanas paaugstināšanas iespējas	83
2.4. Secinājumi	85
3. Plantācijās saražojamās biomasas novērtējums	87
3.1. Metodika	87
3.2. Modeļpētījums - Latvijā plantāciju kultūrās potenciāli saražojamās koksnes biomasas izmantošanai enerģētikā	87
3.3. Rezultātu analīze	89
3.3.1. Daudzgadīgo enerģētisko kultūru audzēšanas un izmantošanas iespēju analīze	89

3.3.2. Latvijā plantāciju kultūrās izaudzējamās koksnes biomasas potenciāls	93
3.4.3. Kritēriju sistēma Latvijā pieejamo koksnes biomasas resursu ranžējumam pēc SEG emisiju samazinājuma potenciāla	101
3.5. Secinājumi	103
II nodaļa: Meža biomasas resursu izmantošanas analīze, novērtējot dažādu mežsaimniecības etapu varbūtējo ietekmi uz bioloģiskos daudzveidību.....	105
1. Problēmnostādne	105
1.2. Dzīves vides nodrošināšana	106
1.3. Augsnes auglības saglabāšana	117
2. Daudzgadīgo enerģētisko augu-kokaugu plantāciju audzēšanas ietekme uz bioloģisko daudzveidību un ūdens kvalitāti	125
2.1. Metodika.....	125
2.2. Rezultātu analīze	127
2.2.1. Ietekme uz vidi un bioloģisko daudzveidību	127
2.2.2. Biomasas izmantošanas paaugstināšanas iespējas.....	127
2.2.3. Esošo daudzgadīgo enerģētisko kultūru audzēšanas un izmantošanas pieredze Latvijā	129
2.2.3. Tehnoloģiju attīstības analīze un iegūtas produkcijas kvalitāte.....	131
2.3. Secinājumi	135
III nodaļa: Daudzgadīgo enerģētisko kultūru audzēšanas ietekme uz bioloģisko daudzveidību un virszemes ūdens kvalitāti	136
1. Latvijā izmantojamo lauksaimniecības monokultūru intensīvas audzēšanas ietekmes uz bioloģisko daudzveidību analīze.....	136
2. Daudzgadīgo enerģētisko kultūru audzēšanas un izmantošanas pieredze Latvijā	139
3. Salīdzinājums dažādu enerģētisko kultūru enerģētiskai ietilpībai un ietekmei uz vidi.....	159
IV nodaļa: Enerģētisko kultūraugu audzēšanas iespējamā ietekme uz pārtikas produktu un izejvielu cenām Latvijā.....	161
1. Biodegvielas ražošana globālās pasaules kontekstā.....	162
1.1. Esošā situācija pasaulē un to ietekmējošie faktori	162
Ieteiktie ierosinājumi izejai no krīzes	165
Secinājumi.....	166
2. Biodegvielas ražošana un pārtikas cenas Latvijā.....	167
2.1. Pārtikas cenu palielinošie faktori	169
2.1.1. Iedzīvotāju skaita pieaugums un dzīves stila maiņa	169
2.1.2. Energoresursu un citu izmaksu pieaugums	170
2.1.2. Pieejamās brīvās zemes lauksaimniecībai	171
2.1.2. Pārtikas preču eksports.....	173
2.2. Pārtikas cenu samazinošie faktori	176
2.2.1. Modernākas lauksaimniecības tehnoloģijas ieviešana u.c.	177
2.2.2. Pareizās biodegvielas tehnoloģiju izvēle (biodegvielas veidi)	178
3. Ieteikumi biodegvielas ražošanas attīstībai Latvijā.....	181
Pielikumi.....	184

IEVADS

Pētījumam „Biomasa¹ izmantošanas ilgtspējības kritēriju pielietošana un pasākumu izstrāde” (projekts nr. 1-08/771/2008) ir sekojoši uzdevumi:

1. Izvērtēt jaunās AER direktīvas piedāvāto biodegvielas ilgtspējības kritēriju pielietošanas iespējas citiem biomasas izmantošanas veidiem enerģētikā:
 - modelpētījumi Latvijā pieejamās biomasas izmantošanai enerģētikā, lai samazinātu SEG emisijas;
 - vienkāršas kritēriju sistēmas izstrāde Latvijā pieejamo biomasas resursu ranžējumam pēc SEG emisiju samazinājuma attiecībā pret fosilajiem energoresursiem un enerģijas saražošanas potenciāla, ņemot vērā tirgū pieejamo tehnoloģiju efektivitātes.
2. Meža biomasas izmantošanas intensificēšanas ietekme uz bioloģisko daudzveidību:
 - meža biomasas resursu izmantošanas analīze, salīdzinot dažādu mežsaimniecības etapu varbūtējo ietekmi uz bioloģisko daudzveidību, ņemot vērā pilnīgu vai daļēju mežsaimniecības atlikumu izvešanu no meža;
 - meža biomasas izmantošanas paaugstināšanas iespēju analīze, ņemot vērā pieejamos resursus, to potenciālu, ietekmi uz bioloģisko daudzveidību.
3. Daudzgadīgo enerģētisko kultūru audzēšanas ietekmes uz bioloģisko daudzveidību un virszemes ūdens kvalitāti izvērtējums
 - Latvijā izmantojamo lauksaimniecības monokultūru intensīvas audzēšanas ietekmes uz bioloģisko daudzveidību analīze;
 - salīdzinājums dažādu enerģētisko kultūru enerģētiskai ietilpībai (KWh/ha) un ietekmei uz vidi (augšņu erozija, virszemes ūdeņu piesārņojums, uc.), saskaņā ar projekta uzdevuma modelpētījumu veikto analīzi;
 - esošās daudzgadīgo enerģētisko kultūru audzēšanas un izmantošanas pieredzes apkopojums Latvijā;
 - daudzgadīgo enerģētisko kultūru audzēšanas un izmantošanas iespēju analīze: pieejamie resursi, to potenciāls, ietekme uz bioloģisko daudzveidību;
 - daudzgadīgo enerģētisko kultūru audzēšanas, ieguves un attīstības trīs alternatīvas analīze. Tehnoloģiju attīstības analīze. Analīzes rezultātā tiek noskaidrota ietekme uz valsts ekonomisko attīstību.

¹ Biomasa - biomasa ir bioloģiski noārdāma frakcija lauksaimniecības, mežsaimniecības un ar tām saistīto nozaru produktos, atkritumos un atliekās, tostarp, augu un dzīvnieku izcelsmes vielas, kā arī bioloģiski noārdāma frakcija rūpniecības un sadzīves atkritumos.

4. Enerģētisko kultūraugu audzēšanas iespējamā ietekme uz pārtikas produktu un izejvielu cenām Latvijā:

- enerģētisko kultūraugu iespējamās audzēšanas ietekmes novērtējums uz pārtikas produktu un izejvielu cenām Latvijā periodam līdz 2020. gadam.

Pētījuma rezultāti:

1. Jaunās AER direktīvas piedāvāto biodegvielas ilgtspējības kritēriju pielietošanas iespēju citiem biomasas izmantošanas veidiem enerģētikā izvērtējums.
2. Meža biomasas izmantošanas intensifikācijas ietekmes uz bioloģisko daudzveidību izvērtējums.
3. Daudzgadīgo enerģētisko kultūru audzēšanas ietekmes uz bioloģisko daudzveidību un virszemes ūdens kvalitāti izvērtējums.
4. Enerģētisko kultūraugu audzēšanas iespējamās ietekmes uz pārtikas produktu un izejvielu cenām Latvijā izvērtējums.

Pētījuma autori:

A. Adamovičs, V. Dubrovskis, I. Plūme (Latvijas Lauksaimniecības universitāte)

Ā. Jansons, D. Lazdiņa, A. Lazdiņš, (Latvijas Valsts Mežu Institūts Silava).

G. Kārkliņš.

KOPSAVILKUMS

Darbā sniegts pētījumu metodikas un veikto modeļpētījumu izklāsts par Latvijā pieejamās biomasas izmantošanu enerģētikā, novērtētas SEG emisijas lauksaimniecības biomasas dzīves cikla posmos, kas aptver biomasas audzēšanu, novākšanu, apstrādi un izmantošanu enerģētikā, kā arī sagatavoto meža produktu (biokurināmā) izmantošanas posma enerģētikā emisijas. Novērtēti graudaugu salmu resursi Latvijā un noteikts, ka, nesamazinot augsnes auglību, enerģētikā ik gadus iespējams izmantot 174000 tonnu salmu gadā. Emisiju aprēķini konkrētas biomasas izmantošanai veikti, novērtējot energoresursu izlietojumu visā biomasas dzīves ciklā.

Darbā izstrādāta vienkārša kritēriju sistēma Latvijā pieejamo biomasas resursu ranžējumam pēc SEG emisiju samazinājuma uz saražotās lietderīgās enerģijas vienību, ņemot vērā tirgū pieejamo tehnoloģiju efektivitāti. Biomasu ranžējums veikts pēc to atbilstības minimālajām emisiju ietaupījuma robežvērtībām 35% un 50%. Noteiktās SEG emisiju ietaupījuma procentuālās vērtības siltuma enerģijas ražošanā, aizvietojot dabas gāzi ar meža biokurināmo ir 69% malkai un 80% šķeldai pie vidējā biomasas mitruma² un sadedzināšanas iekārtu lietderības koeficienta³. SEG emisiju ietaupījuma procentuālās vērtības aizvietojot mazutu vai akmeņogles ir 77% vai 81% malkai un attiecīgi 82% vai 85% šķeldai. SEG emisiju ietaupījuma procentuālās vērtības siltuma enerģijas ražošanā ar graudaugu salmiem aizvietojot gāzi, mazutu vai akmeņogles ir attiecīgi 81%, 86% vai 88% salmu ķīpām un 68%, 77% vai 81% salmu granulām. Noteikts, ka emisiju ietaupījumu var palielināt izmantojot sadedzināšanas iekārtas ar augstāku lietderības koeficientu un samazinot biokurināmā mitrumu.

Šajā darbā ir aprēķinātas arī tās SEG emisijas, kas rodas, ražojot biogāzi no četriem biomasas veidiem, kuru potenciāls ir vislielākais: enerģijas augi, kanalizācijas notekūdeņi, lopkopības atkritumi un cietie sadzīves atkritumi (CSA). Darbā parādīts SEG emisiju aprēķina piemērs, kad biogāzi iegūst no liellopu mēsliem un kukurūzas skābbarības. Salīdzinot ar fosilajiem enerģijas resursiem tika iegūts sekojošs emisiju ietaupījums: pret gāzi 71% bez CO₂ asimilācijas un 243% ar CO₂ asimilāciju; pret mazutu 80,8% un 288%; pret oglēm 85,5% un 386%. Biogāzes iegūšanas no notekūdeņiem un izmantošanas procesā aprēķināts sekojošs SEG emisiju ietaupījums pret fosilajiem enerģijas resursiem: pret gāzi 84,4%; pret mazutu 89,7 %; pret oglēm 92,2%. Biogāzes iegūšanas no lopkopības atkritumiem un izmantošanas procesā aprēķināts sekojošs SEG emisiju ietaupījums pret fosilajiem enerģijas resursiem: pret gāzi 86,2%; pret mazutu 90,9% pret oglēm 93%. Biogāzes iegūšanas no cietiem sadzīves atkritumiem ar enerģijas šūnu tehnoloģiju un izmantošanas procesā aprēķināts sekojošs SEG emisiju ietaupījums pret fosilajiem enerģijas resursiem: pret gāzi 73,2%; pret mazutu 82,3%; pret oglēm 86,6%.

Bioetanola iegūšanas no kviešu graudiem un izmantošanas procesā aprēķināts sekojošs SEG emisiju ietaupījums pret fosilajiem enerģijas resursiem: pret gāzi 36,75%; pret mazutu 49,8%; pret

² malkai W=30%, šķeldai W=35%

³ malkai $\eta_k=0,50$, šķeldai $\eta_k=0,82$

ogļēm 58,6%. Ietaupījumu ievērojami samazina tas, ka bioetanola ražošanas procesā radusies CO₂ netiek savākta un pilnvērtīgi izmantota. Biodīzeļdegvielas iegūšanas no rapša sēklām un izmantošanas procesā aprēķināts sekojošs SEG emisiju ietaupījums pret fosilajiem enerģijas resursiem: pret gāzi 44,15%; pret mazutu 52,1%; pret ogļēm 58,6.

Pamatojoties uz aprēķinu rezultātiem biomasas resursu rangā pēc enerģijas saražošanas potenciāla pirmajās trijās vietās ierindojas meža produkti, enerģijas augi un salmi. Biomasas resursu rangā atkarībā no SEG emisiju ietaupījuma pret katru no trijiem fosilajiem enerģijas resursiem vislielākais emisiju ietaupījums, ja novērtē CO₂ asimilāciju, ir izmantojot enerģijas augus, tad meža produktus un lopkopības atkritumus. Latvijas apstākļos no 1 ha lauka gadā var iegūt vairāk enerģijas kā no meža. To vajadzētu izmantot tagad nepilnīgi izmantotas lauksaimniecības zemes enerģijas augu audzēšanai un biogāzes ražošanai. Biogāzes ražotņu kopējā elektriskā jauda izmantojot enerģijas augus un organiskos atkritumus varētu būt ap 300 MWel.

Analizējot jaunās ES piedāvātās direktīvas nosacījumus par biodegvielu ilgtspējības kritēriju pielietošanas iespējām, redzams, ka darbā apskatītajiem biomasas veidiem var pielietot noteiktos kritērijus. Visu biomasas resursu dzīves cikla emisiju ietaupījums salīdzinot ar fosilajiem enerģijas resursiem ir lielāks par 35 %.

Daudzgadīgiem enerģētiskiem augiem piemērotākie alternatīvo enerģijas veidu ieguvei un ekonomiski izdevīgākas ir dažādas zālaugu sugas vai to jauktie zelmeņi. Zālaugu biomasas ražošanai ir maza enerģētiskā ietilpība, bet liela ir enerģijas ieguve no izaudzētās ražas, tāpēc bioenerģētiskās efektivitātes rādītāji ir ievērojami lielāki nekā citiem laukaugiem. Zālaugi ir daudzgadīgi, tos nav jāpārsēj katru gadu un zelmeņu veidošanai var izmantot arī mazāk produktīvas, erodētas un rekultivētas augsnes. Kaut gan zālaugu granulu siltumspēja sastāda tikai līdz 96% no kokšņu granulām, tomēr sadedzinot zāli izdalās gandrīz par 90% mazāk siltumnīcas efektu izraisošas gāzu, kā naftas degvielām, ogļēm vai dabasgāzei. Energoaugu izvēle, to audzēšanas vietas un audzēšanas tehnoloģija spēlēs ievērojamu lomu vai noteikta biodegvielas veida ražošana pozitīvi vai negatīvi ietekmēs apkārtējo vidi, kā arī noteiks šīs ietekmes pakāpi.

Alternatīva enerģijas un biodegvielas ieguves palielināšana, kas bāzējas uz tradicionālām viengadīgām kultūrām, var novest pie augsnes erozijas palielināšanas, barības vielu un bioloģiskas daudzveidības pazemināšanas augsnē, sakarā ar nepieciešamību rūpīgāk apstrādāt augsni. Tomēr ja enerģētisko lauksaimniecības kultūru audzēšanai tiek izmantotas neizmantojamas degradētas augsnes, erozijas līmenis var būtiski pazemināties pateicoties palielinātajam augsnes segumam, īpaši tur, kur tiek izmantotas daudzgadīgie lauksaimniecības kultūraugi. Daudzgadīgiem enerģētiskiem zālaugiem nepieciešami mazāki finansiālie ieguldījumi un mazākas aramzemju platības, kas var potenciāli palielināt bioloģisko daudzveidību, ja tie aizvieto viengadīgu kultūraugu izmantošanu. Tomēr, šī tehnoloģija, ir saistīta ar otrās ģenerācijas izejvielu ražošanu, vēl atrodas pētījumu stadijā un tai vēl nav tirgus nozīme, tāpēc jāveic šo tehnoloģiju papildus izpēti bioloģiskās daudzveidības izmaiņu virzienā.

Meža biomasas resursu izmantošanas analīze, salīdzinot dažādu mežistrādes etapu varbūtējo ietekmi uz bioloģiskos daudzveidību, ņemot vērā pilnīgu vai daļēju mežistrādes atlikumu izvešanu no meža

Galvenā darba daļa veltīta kailcirtēm, kurās tiek iegūts lielākais koksnes apjoms. Analīze veikta, salīdzinot 2 alternatīvas – no cirsmas tiek vai netiek izvestas ciršanas atliekas. Veicot analīzi

pieņemts, ka ciršanas atliekas tiek iegūtas tikai saimnieciskajos mežos uz bagātām minerālaugsnēm, kas ir izdevīgi no ekonomiskā viedokļa. Tādējādi netiek ietekmētas dabas aizsardzības platības un mežus uz kūdras vai nabadzīgām minerālaugsnēm. Vērtēta dzīves vides saglabāšana saprofitiskajiem organismiem, ņemot vērā pieejamās atmirušās koksnes apjomu, dimensijas, veidu⁴, sadalīšanās pakāpi, sugu un analizējot materiāla pieejamību ainavas līmenī.

Secinājumi: ievērojot šobrīd spēkā esošos normatīvos aktus, kā arī sertifikācijas un labas prakses rekomendāciju nosacījumus, ciršanas atlieku ieguve kailcirtēs neapdraud saprofitisko un ar tām saistīto sugu dzīves vidi un izdzīvošanas iespējas. Tāpat, ievērojot šobrīd jau pielietotos mežsīrādes principus un labas prakses nosacījumus, ciršanas atlieku izvešana neatstās paliekošu negatīvu ietekmi uz meža augsni un no tās atkarīgajiem organismiem.

Precīzāka novērtējuma izdarīšanai nepieciešams plašāks, Latvijā veikts pētījums, novērtējot:

- ciršanas atlieku ieguves kopšanas cirtēs potenciālo ietekmi uz bioloģisko daudzveidību;
- ekoloģisko koku lomu mežsaimniecības ilgtspējības kontekstā, kā arī precizējot labas prakses nosacījumus biomasas ieguvē no mežaudzēm Latvijas situācijai (īpaši – attiecībā uz koksnes pelnu izmantošanu mēslošanā).

Lietderīgi izveidot parauglaukumu bāzi, analizējot praktisko situāciju kailcirtēs ar un bez ciršanas atlieku un celmu ieguves, kā arī papildināt Meža statistiskās inventarizācijas datu kopu ar informāciju par atmirušās koksnes sadalīšanās stadijām.

Daudzgadīgo enerģētisko kultūru audzēšanas ietekmes uz bioloģisko daudzveidību izvērtējums

Neskatoties uz ievērojamo koksnes kurināmā eksporta apjomiem, Latvijā pieaug koksnes izmantošanas īpatsvars vietējās katlumājās siltuma un elektroenerģijas ražošanai. Nākotnē, sekojot Eiropas savienības direktīvām, tas būtu jāpalielina. Koksnainās biomasas ieguve un ražošana ārpus meža teritorijas iespējama, gan novācot uz neizmantotajām lauksaimniecības zemēm pēdējo gadu laikā izveidojušos apaugumu, piemēram, ražojot kurināmo baltalkšņu atvasājos, gan ierīkojot īscirtmeta ātraudzīgo koku sugu (apses, kārkli) plantācijas.

Salīdzinot ar lauksaimniecības monokultūrām, kārkļu plantācijās aktīva saimnieciskā darbība tiek veikta tikai katru trešo gadu un produkcija tiek novākta ziemas periodā. Apšu stādījumā pirmos trīs gadus saglabājas nenoganītām pļavām, jeb zālājiem raksturīgie apstākļi un sugu sastāvs, vēlāk sastopamas tikai ēncietīgākās augu sugas un palielinās plantācijā mītošo dzīvnieku daudzveidība. Atvasāju saimniecībā pēc apauguma novākšanas pieaug lakstaugu daudzveidība, vēlāk, līdzīgi kā apšu un kārkļu plantācijas, palielinās mugurkaulnieku daudzveidība.

Ar baltalkšņa produktivitātes pētījumiem nodarbojas LVMI "Silava" zinātnieki sadarbībā ar citu zinātnisko iestāžu pētniekiem Valsts pētījumu programmas „Lapu koku audzēšanas un racionālas izmantošanas pamatojums, jauni produkti un tehnoloģijas” ietvaros. Pašlaik daudzsološi ir baltalkšņa un melnalkšņa hibrīdi, kas ir produktīvāki, nekā baltalksnis. Šo koksni izmanto galvenokārt malkas sagatavošanai, taču pieaug patēriņš arī taras kluču un kokogļu ražošanai.

Kārkļu un hibrīdās apses monokultūru plantācijas ir Latvijā jauns koksnainā biokurināmā ražošanas veids. Pēdējie pētījumi apstiprina, ka hibrīdapšu koksne ir plašs pielietojums gan kā

⁴ stāvoša – stumbeņi, nokaltuši koki – kritālas, celmi

zāgmateriāliem, gan papīrrūpniecībā, gan arī kā enerģētiskā, jo hibrīdapses ir ātraudzīgas un sekmīgi atjaunojas ar sakņu atvasēm un agrā vecumā veido lielu biomasu.

Plantācijās saražojamās kārķu biomasas novērtējums dots balstoties uz pieejamajiem mēslošanai izmantojamajiem resursiem – sadzīves notekūdeņu dūņām. Saglabājoties esošajiem dūņu ražošanas apjomiem un, ievērojot trīs gadu rotācijas ciklu, kārķu plantācijas varētu ierīkot apmēram 0,7% no lauksaimniecībā izmantojamo zemju teritorijas, saražojot 139 tūkst.t_{sausnas} jeb 693 tūkst.m³ kurināmā, kas ir 388 tūkst.MWh⁻¹ primārās enerģijas gadā, radot 127 darba vietas. Viena berkubikmetra enerģētiskās koksnes sagatavošanas izmaksas ir 4,5 LVL.

Pie esošajām ražošanas jaudām, ierīkotajās plantācijās, pēc pirmās sortimentu ieguves, ataugušajās apšu atvasāju saimniecību platībās iespējams saražot 3,6 tūkst.t_{sausnas} jeb 17 784 m³ biokurināmā gadā, no kura var iegūt 17 tūkst.MWh⁻¹ primārās enerģijas, nodarbinot 3 cilvēkus. Viena hibrīdapšu berkubikmetra enerģētiskās koksnes sagatavošanas izmaksas ir 4,0 Ls.

Latvijas apstākļos no viena ha iespējams iegūt aptuveni 3 t biokurināmā, novācot uz dabiski apmežojušos lauksaimniecības zemju platībām augošo alkšņu atvasāju, gadā būtu iegūstamas 832 tūkst.t_{sausnas} jeb kurināmā, saražojot 3,3 MWh⁻¹ primārās enerģijas un radot gandrīz 400 darba vietas. Viena berkubikmetra enerģētiskās koksnes sagatavošanas izmaksas ir 2,4 Ls.

Raugoties no siltumnīcas gāzu efekta samazināšanas viedokļa, plantācijās un atvasāju saimniecībās ik gadu tiktu saistītas 487 tūkst.t oglekļa gadā, nodrošinot vidēji 99,2% emisiju samazinājumu, salīdzinot ar fosilā kurināmā izmantošanu ekvivalenta enerģijas daudzuma ieguvei. Mazāks – 98,6%, samazinājums būs kārķu plantācijām, jo to apsaimniekošana jāizmanto vairāk tehnikas.

Plantācijās un atvasāju saimniecībā iegūtā biokurināma īpašības ir atkarīgas galvenokārt no izstrādes tehnoloģijas, mazāk nozīmīgu ietekmi atstāj koku suga. Apšu, baltalkšņu un kārķu sadegšanas siltuma atšķirības ir nebūtiskas. Biokurināmā ieguves veids ietekmē koksnes mitrumu, kas savukārt atstāj ietekmi uz sadegšanas siltumu un kurināma izlietošanas efektivitāti. Novācot koksni tieši no lauka iegūst mitrāku biomasu, nekā savācot kurināmo kaudzēs un šķeldojot to nedaudz vēlāk. Savukārt šķeldu izmēri un dažādu frakciju izmēru procentuālais sadalījums, ietekmē kurināma padeves procesu apkures katlā. Ražojot, no plantācijās iegūtās koksnes, granulas vai briketes, samazinās biokurināmā mitrums, kas pozitīvi ietekmē iegūstamā enerģijas iznākumu un loģistikas izmaksas. Attīstoties rūpnieciskai ražošanai un ķīmiskās pārstrādes tehnoloģijām plantācijās saražotā izejviela var kalpot otrās paaudzes biodegvielas ražošanai no celulozes.

Jaunās AER direktīvas piedāvāto biodegvielas ilgtspējības kritēriju pielietošanas iespējas citiem biomasas izmantošanas veidiem enerģētikā

Trīs nozīmīgākie biodegvielu ilgtspējības kritēriji, kas attiecas uz meža biokurināmā ražošanas un izmantošanas procesu ir:

1. biokurināmais nav iegūts no bioloģiski vērtīgām teritorijām;
2. biokurināmais nav iegūts no mežaudzēm, kas aug uz organiskām augsnēm;
3. SEG emisiju samazinājumam, aizstājot fosilo kurināmo ar biokurināmo ir vismaz 35% (pēc 2017.g. - vismaz 50%).

Meža zemju kopplatība Latvijā saskaņā ar Meža resursu monitoringa datiem ir 3 788 tūkst.ha, tajā skaitā 252 tūkst.ha aizaugušu lauksaimniecības zemju, kas atbilst meža definīcija. Kopējā krāja

meža zemēs ir 654 milj.m³. Kopējais krājas pieaugums (*ar mizu*) meža zemēs ir 26 milj.m³ gadā. Purvu un pārplūstošo klajumu, kas atbilst meža definīcijai, kopplatība ir 169 tūkst.ha. Šīs platības nav iekļautas tehniski pieejamo biokurināmā resursu aprēķinā.

Tehniski pieejamais enerģētiskās koksnes potenciāls mežizstrādē, meža kopšanā, meža infrastruktūras objektu un nemeža zemju apauguma novākšanā ir 2,5 milj.t_{sausnas} gadā (13,3 milj.MWh). Tas ir aptuveni 63% no kopējā potenciāla, kas ietver arī mežaudzes uz organiskajām augsnēm, bet neietver aizsargājamās dabas teritorijas. Lielākā daļa (53%) biokurināmā resursu koncentrāta kailcirtēs.

Oglekļa emisijas biokurināmā ražošanas procesā vidēji ir 3,7% no oglekļa daudzuma saražotajā kurināmajā, bet kopējās ražošanas izmaksas, tajā skaitā pelnu izmantošanai, ir 9,5 (1,5-54,1) Ls m³. Tas liecina, ka galvenais biokurināmā izmantošanas intensificēšanu bremsējošais faktors ir augstās ražošanas izmaksas.

Darbā izstrādāti divi biokurināmā ranžējuma pēc SEG emisiju samazināšanas potenciāla varianti:

1. ņemot vērā tikai procentuālo SEG emisiju samazināšanas potenciālu;
2. ņemot vērā gan SEG emisiju samazināšanas potenciālu, gan šī kurināmā veida pieejamo daudzumu, gan tā īpatsvaru biokurināmā kopapjomā.

Meža un nemeža zemēs iegūstamais biokurināmais nodrošina vidēji 96,6% emisiju samazinājumu, izmantojot to siltumapgādē. Visiem biokurināmā veidiem emisiju samazinājuma potenciāls ir lielāks par 50%. Mazākais, 87%, samazinājums konstatēts pameža sīkkokiem.

Meža biomasas izmantošanas paaugstināšanas iespēju analīze, ņemot vērā pieejamos resursus, to potenciālu un intensīvākas izmantošanas ietekmi uz bioloģisko daudzveidību

Meža un nemeža zemju biokurināmā izmantošanas intensificēšanas potenciāls, apgūstot neizmantojamus resursus, atbilst 5 milj.MWh siltumenerģijas⁵. Šo resursu apguve nav saistīta ar mežizstrādes apjoma palielināšanu un neatstās negatīvu ietekmi uz valsts oglekļa emisiju un piesaistes bilanci. Lielāko pieaugumu biokurināmā izmantošanā var dot celmu koksne⁶, otrajā vietā ir jaunaudzis, mežizstrādes atliekas galvenajā cirtē un nemeža zemju apaugums⁷.

Enerģētisko kultūraugu audzēšanas ietekme uz pārtikas produktu un izejvielu cenām Latvijā

Latvijā ir izdevīgi ražot biodegvielu gan ekonomiski, gan no vides viedokļa, tomēr, ņemot vērā pasaules tendences, būtu jāatbalsta tādas ražotnes, kas izmantotu vismaz otrās paaudzes tehnoloģiju biodegvielas ražošanā. Izmantojot visas brīvās zemes, lai audzētu rapsi, varētu saražot tādu apjomu biodīzeļdegvielas, kas atbilstu visam Latvijas kopējam patēriņam. Dotajā brīdī Latvijā ir pietiekami daudz jaudas, lai izpildītu ES izvirzīto mērķi saražot vismaz 10% biodegvielas.

Biodegvielas ražošanai nav izšķirošā ietekme uz pārtikas produktu cenām. Latvijā faktiski nav iespējams radīt tādu situāciju, kad pārtikas produktu cenas varētu paaugstināties tādēļ, ka lauksaimnieki sākuši ražot biodegvielas izejvielas. Latvijai vajadzētu stimulēt trešās un ceturtās paaudzes biodegvielas ražošanu, kas ne tikai nekonkurēs ar pārtikas rūpniecību, bet arī ir aptuveni 5 līdz 10 reizes efektīvākas CO₂ izmešu samazināšanā nekā "tradicionālās" metodes.

⁵ 96% no centralizētajā siltumapgādē izmantojamā fosilā kurināmā

⁶ 44% no kopējā potenciāla

⁷ 13-15% katrs no šiem resursu veidiem

I nodaļa: Jaunās AER direktīvas piedāvāto biodegvielas ilgtspējības kritēriju pielietošanas iespējas citiem biomasas izmantošanas veidiem enerģētikā

Autori: V.Dubrovskis, I.Plūme (Latvijas Lauksaimniecības universitāte)

1. SEG emisiju modeļpētījums meža produktu un salmu izmantošanai enerģētikā, biodegvielas izmantošanas iespējas, resursu aranžējuma kritēriji.

1.1. Pētījumu metodika

Nodaļā sniegts pētījumu metodikas un veikto modeļpētījumu izklāsts par Latvijā pieejamās biomasas izmantošanu enerģētikā, lai novērtētu SEG emisijas lauksaimniecības biomasas dzīves cikla posmos. Cikls aptver biomasas audzēšanu, novākšanu, apstrādi un izmantošanu, kā arī sagatavoto meža produktu izmantošanu enerģētikā.

Nodaļā izstrādāta vienkārša kritēriju sistēma Latvijā pieejamo biomasas resursu ranžējumam pēc SEG emisiju samazinājuma to ražošanas un izmantošanas procesā uz saražotās lietderīgās enerģijas vienību, ņemot vērā tirgū pieejamo tehnoloģiju efektivitāti.

Analizējot jaunās ES piedāvātās direktīvas par biodegvielu ilgtspējības kritēriju pielietošanas iespējām citiem biomasas veidiem kā atjaunojamo enerģijas resursu izmantošanas veidiem enerģētikā noskaidrots, ka darbā apskatītajiem biomasas veidiem var pielietot noteiktos kritērijus. Visas aplūkotās biomasas, kuru ieguvei un pārstrādei izmantotas Latvijā pieejamās ražošanas tehnoloģijas, atbilst biodegvielām izvirzītajam kritērijam par SEG emisiju samazinājumu par 35 % un 50 % salīdzinājumā ar fosilajiem enerģijas avotiem.

Latvijas apstākļos enerģētikā izmanto dažādus biomasas veidus. Visplašāk enerģētikā pielieto meža produktus malkas šķeldas, granulu un citā veidā. No augkopības iegūst salmus siltuma enerģijas ieguvei, graudus bioetanola ražošanai, rapša sēklas biodīzeļdegvielas ražošanai un pēdējā laikā arī kukurūzu un citus enerģijas augus biogāzes ražošanai. Ievērojams potenciāls ir arī atkritumu biomasai, ja to izmanto kā izejvielu biogāzes ražošanai.

Jaunā AER direktīva nosaka, ka enerģiju nevajadzētu ražot no izejvielām, kuras iegūtas no zemes platības ar lielu bioloģisko daudzveidību, kuras iegūtas no zemes platības ar augstu oglekļa saturu (mitrāji, pastāvīgās mežaudzes, kurās koku augstums pārsniedz 5 m un lapotnes segums 30%) un no lauksaimniecības izejvielām, ja to ražošana neatbilst prasībām un standartiem, ko nosaka Padomes Regula Nr. 1782/2003.

Analizējot biodegvielas visu 4 ilgtspējības kritēriju pielietošanas iespējas citiem biomasas veidiem, var secināt, ka Latvijas apstākļos iespējams pielietot visus 4 ilgtspējības kritērijus, bet ir

jāpārlicinās vai SEG emisiju ietaupījums katrā konkrētā gadījumā būs lielāks par 35 % (50 % - pēc 2017g.). Šajā nodaļā veikti modeļpētījumi ar SEG emisiju aprēķiniem sekojošiem biomasas veidiem:

- meža produkti;
- salmi;
- enerģijas augi biogāzes ieguvei;
- notekūdeņi biogāzes ieguvei;
- lopkopības atkritumi biogāzes ieguvei;
- cietie sadzīves atkritumi biogāzes ieguvei;
- bioetanolis no graudiem;
- biodīzeļdegviela no rapša sēklām.

Izejot no šo aprēķinu rezultātiem izstrādāta vienkārša kritēriju sistēma biomasas resursu ranžējumam pēc SEG emisiju samazinājuma to ražošanas un izmantošanas procesā uz saražotās lietderīgās enerģijas vienību, ņemot vērā tirgū pieejamo tehnoloģiju efektivitāti. Ranžējums ir par pamatu veiktajai analīzei un ieteikumu izstrādei par biomasas izmantošanas efektivitātes paaugstināšanas iespējām Latvijā

1. Emisiju aprēķinu konkrētas biomasas izmantošanai veic ievērtējot energoresursu (degvielas, elektroenerģijas) patēriņu visā biomasas dzīves ciklā, piemēram, laukaugu kultūrām ievērtē energoresursu patēriņu augsnes apstrādei, mēslošanai, augu kopšanai, novākšanai, pirmapstrādei transportēšanai, pārstrādei, izmantošanai enerģētikā un izmantošanas blakusproduktu atgriešanai augu barības elementu aprites ciklā vai to deponēšanai.
2. Noteiktai operācijai patērētās emisijas aprēķina kā energoresursa (degvielas vai elektroenerģijas) izmantošanas emisijas konkrētās operācijas veikšanai.
3. Emisijas no mobilajiem transporta līdzekļiem konkrētajā operācijām piemēram, emisijas E_{mt} masas transportam aprēķina:

$$E_{mt} = D_p \cdot E_i \quad (1)$$

kur, D_p – kopējais degvielas patēriņš operācijai, l;

E_i – īpatnējā emisija $\text{gCO}_2/\text{kgCO}_2\text{eq/l}$ katrai degvielai parasti šai operācijā izmantojamam transporta līdzeklim.

4. Emisijas biomasas apstrādes vai pārstrādes operācijām, kurās izmanto elektropiedziņu, piemēram, emisijas E_s sūknēšanai, elektrodzinējus aprēķina:

$$E_s = E_{el} \cdot P_{el} \quad (2)$$

kur, E_{el} – emisijas 1 kWh elektroenerģijas saražošanai vidēji Latvijā, izmantota LR Vides ministrijas (2007.g.) akceptētā vērtība $E_{el} = 363 \text{ gCO}_2/\text{kWhCO}_2$ [15];

P_{el} – elektroenerģijas patēriņš konkrētās operācijas izpildīšanai, kWh.

5. Ieteicamā emisiju aprēķina kārtība ir šāda: vispirms aprēķina patērētās operācijas veikšanai nepieciešamo energoresursa (degviela vai elektroenerģija) izlietojumu. Turpmāk šo aprēķināto vērtību izmanto, lai aprēķinātu konkrētās operācijas veikšanai izlieto energoresursu uz produkcijas apjomu, kas novākta no 1 ha vai arī uz 1 diennakti saražoto produkciju, kā arī šo aprēķināto vērtību izmanto, lai pārreķinātu energoresursa izlietojumu

uz resursa produkcijas vienību vai uz 1 MJ saražotās lietderīgās enerģijas (lietderīgā enerģija – no biomasas iegūtā enerģija, kas aizvieto fosilos energoresursus, piemēram, saražotā siltuma enerģija kurtuves izejā) pēc sekojošām formulām:

$$EMJ = E_{op} / P_{sar} \quad (3)$$

Kur, E_{op} - operācijas diennakts emisijas, $gCO_2 eq$;

Psar - diennaktī saražotā lietderīgā enerģija, MJ.

$$EMJ = E_{ha} / P_{ha} \quad (4)$$

kur, E_{ha} - 1 ha apsaimniekošanas emisijas, $gCO_2 eq/ha$,

Psar - no 1 ha saražotā lietderīgā enerģija, MJ.

1.2. SEG emisiju modeļpētījums meža produktu un salmu izmantošanai siltuma enerģijas ražošanā

Meža produkti un salmi pieder pie cietajām biomasām ar lielu celulozes un lignīna saturu, kas pagaidām apgrūtina to izmantošanu ar citiem, piemēram, anaerobās fermentācijas metodes izmantošanu biogāzes iegūšanai, paņēmieniem izņemot sadedzināšanu. Meža un salmu biomasas tiek izmantotas siltuma enerģijas ražošanai tās sadedzinot, taču to sadedzināšanas efektivitāte ir atšķirīga dažādām izmantošanas tehnoloģijām. Šīs pētījuma sadaļas uzdevums ir:

- veikt modeļpētījumus meža produktu (koksnes) un salmu biomasai, iegūt SEG emisiju vērtības meža koksnei un salmu biomasai izmantošanai siltuma enerģijas ieguvei,
- izstrādāt vienkāršu kritēriju sistēmu Latvijā pieejamo meža produktu un lauksaimniecībā ražoto salmu biomasas izmantošanas siltuma enerģijas ieguvē ranžējumam pēc SEG emisiju samazinājuma;
- izstrādāt ieteikumus tehnoloģiju izvēlei vai to efektivitātes paaugstināšanai, kas nepieciešama SEG emisiju no meža un lauksaimniecības biomasas turpmākai samazināšanai.

Meža produkcijas (koksnes) un salmu izejvielu ražošanas, transportēšanas, apstrādes un izmantošanas procesā radīto SEG emisijas ($gCO_2 eq$) attiecina uz biomasas sadedzināšanas procesā iegūtās lietderīgās enerģijas vienību (1 MJ), vai attiecina uz lauksaimniecības platības (salmiem) 1 ha un uz 1 t sausnas (meža biomasai). Kā kopīgo kritēriju dažādu biomasu iegūšanas un izmantošanas tehnoloģiju salīdzināšanai lieto tehnoloģiskā procesa SEG emisijas ($gCO_2 eq$) attiecinātas uz biomasas sadedzināšanas procesā iegūto 1 MJ lietderīgās enerģijas ($gCO_2 eq/MJ$), turklāt aprēķinos tiek ievērtēts arī konkrētās sadedzināšanas iekārtas lietderības koeficients. Tas nozīmē, ka iegūtās lietderīgās enerģijas apjoms palielinās pieaugot izmantošanas iekārtu lietderības koeficientam. Darbā izmantoti dati par Latvijā pieejamām iekārtām, kuru sadedzināšanas efektivitāte (lietderības koeficienti) ir izvēlēti nedaudz lielāki par vidējiem rādītājiem valstī (pašreiz vidējā koksnes sadedzināšanas kurtuvju efektivitāte valstī ir ap 70 %, Latvijā ražoto AK sērijas katlu (AS „Komforts”, Tukums) energoefektivitāte sasniedz 88 % biokurināmajam ar mitrumu līdz 50% un 92 % granulām ar mitrumu līdz 12 % [21]. Modeļpētījumam ir izvēlēts ūdens sildāmais katls „Spelte” ar cietā biokurināmā (šķeldas) sadedzināšanas efektivitāti 82 % (ražo, SIA „Divi”, Talsi) un ūdens sildāmais katls ar un salmu (salmu granulā) sadedzināšanas efektivitāti 87 % (uzstādīts Saulaines katlu mājā, skatīt 3. pielikuma), kas atbilst nosacījumam aprēķinos izmantot labākās pieejamās tehnoloģijas un tādējādi ievērtēt kurtuvju vidējo parametru pakāpenisku uzlabošanu tuvāko gadu laikā.

1.2.1. Meža produktu izmantošanas siltuma enerģijas ražošanai modeļpētījums.

Latvijā meži aizņem aptuveni 50% no valsts teritorijas un enerģētiskās koksnes tehniski iegūstamais apjoms ir 2 480 378 t sausnas gadā, jeb 13 146 GWh gadā. Vidējā svērtā sausnas raža ir 18,1 t sausnas/ha. Koksnes sausnas sadegšanas enerģija ir 19,08 GJ/t sausnas.

Enerģētiskās koksnes svērtais vidējais enerģijas potenciāls uz meža izstrādes un kopšanas platības vienību ir 344,6 GJ/ha. Enerģētiskā koksne tiek izmantota siltuma ražošanai malkas, šķeldas, briķešu, granulu vai skaidu veidā. Lai novērtētu vidējās SEG emisijas meža koksnes izmantošanā siltuma enerģijas ražošanā, par meža produkcijas reprezentācijas modeli izraudzīta šķelda. Meža koksnes šķeldas izmantošana ir plaši izplatīta Latvijā, jo tās sagatavošanas, pārstrādes un izmantošanas tehnoloģijas ir viegli mehanizējamas. Latvijā ir daudz kurtuvju, kas piemērotas tieši šķeldas izmantošanai. Īpaši plaši tās piemērotas izmantošanai centralizētās siltumapgādes sistēmās, ko iegūst ar šķeldošanas iekārtām sasmalcinot izstrādāto koksni relatīvi mazos gabaliņos (garums 20 - 35 mm, platums 3 – 6 mm), kas atvieglo to transportēšanas, uzglabāšanas, pārkraušanas un sadedzināšanas operāciju mehanizāciju un automatizāciju. Aprēķini veikti šķeldai ar mitrumu 35 %, kas atbilst meža produktu svērtai vidējai vērtībai. Par koksnes sausnas reprezentācijas vērtību pieņemta šķeldas sausnas sadegšanas enerģija 19,08 MJ/kg. Par bāzes iekārtu aprēķiniem izvēlēta koksnes sadedzināšanas ūdens sildāmais katls ar vidēju lietderības koeficientu 0,82 (kurtuves ar šādu lietderības koeficientu tiek ražotas Latvijā) un ar vidējo sadedzināšanas jaudu 1,2 MW.

SEG emisiju aprēķiniem šķeldai var izmantot šādu sakarību:

$$E_{kop} = E_{izv} + E_{tt} + E_{izm} - E_{ua} - E_{as} - E_{koģ} + E_{bp}, \quad (5)$$

E_{izv} - izejvielu ražošanas emisijas, gCO₂eq/MJ;

E_{tt} – šķeldas kraušanas un transportēšanas no uzkrāšanas termināla uz sadedzināšanas iekārtu emisijas, gCO₂eq/MJ;

E_{izm} – emisijas, kas rodas šķeldas izmantošanas (sadedzināšanas) procesā, gCO₂eq/MJ;

E_{ua} – C uztveršanas un atdalīšanas emisiju samazinājums, (pieņem, ka sadedzināšana notiek bez dūmgāzu filtrācijas, t.i., $E_{ua} = 0$) gCO₂eq/MJ;

E_{as} – C aizstāšanas emisiju samazinājums, ($E_{as} = 0$, jo pieņem, ka koksnes un celmu intensīvas izmantošanas procesā CO₂ piesaiste un iznese ilgtermiņā savstarpēji būs vienādas), gCO₂eq/MJ;

$E_{koģ}$ – emisijas ietaupījums, ja koģenerācija, (pieņem, ka koksni izmanto tikai siltuma enerģijas ražošanai bez koģenerācijas, $E_{koģ} = 0$), gCO₂eq/MJ;

E_{bp} – blakusproduktu (pelnu) izmantošanas emisijas, gCO₂eq/MJ;

pieņem, ka sadegot koksnes šķeldai rodas 50 kg pelnu uz katru tonnu koksnes kurināmā sausnas.

Izejvielu ražošanas emisijas E_{izv} ir aprēķinātas kā svērtās vidējās emisijas meža izejvielu ieguves procesā, ir 13,08* kg oglekļa (jeb 47,96 CO₂ gāzes) uz 1 t_{sausnes}. Šīs emisijas ietver emisijas meža biokurināmā izstrādei, nogādei krautuvē 0,5 km attālumā, šķeldošanai un transportēšanai 50 km attālumā līdz uzkrāšanas terminālam vai patērētāja bunkuram.

Šo darbu veikšanai tiek izmantoti ar dīzeļdegvielu darbināmi mehānismi, tāpēc SEG emisijas E_{izv} var pielīdzināt 13,08 kg C (47,96 kg CO₂) emisijām, kas izdalās sadegot iekšdedzes dzinējā 18,0 l dīzeļdegvielai. Šķeldas kraušanas un tās transportēšanas (līdz 0,5 km attālumam) no uzkrāšanas

termināla uz sadedzināšanas iekārtu bunkuram emisijas E_{tt} , aprēķina, pieņemot, ka to veic ar dīzeļdegvielu darbināms pašgājējs iekrāvējs.

Šķeldas izmantošanas (sadedzināšanas) procesā radītās emisijas E_{izm} , aprēķina:

$$E_{izm} = E_{dm} + E_d, \quad (6)$$

kur, E_{dm} – sadedzināšanas iekārtas mehānismu - padeves transportiera, gaisa padeves ventilatoru, pelnu izvākšanas transportiera piedziņai patērētās elektroenerģijas emisijas, gCO₂eq/MJ;
 E_d – šķeldas sadedzināšanas emisijas; gCO₂eq/MJ;

$$E_{dm} = E_{el} \cdot P_{el}, \quad (7)$$

kur, E_{el} – emisijas faktors vienas kilovatstundas elektroenerģijas ražošanai, gCO₂eq/kWh. Emisijas 1 kWh elektroenerģijas ražošanai - 363 gCO₂eq/MJ (akceptējusi LR Vides ministrija) [15].

Šķeldu sadedzināšanas procesā izdalītais oglekļa dioksīds tiek uzskatīts kā videi neitrāls, t.i. CO₂ izmeši ir vienādi ar nulli. Tomēr tiek uzskatīts, ka biomasas uzglabāšanas laikā (īpaši uzglabājot mitras biomasas, piemēram, šķeldu) un sadedzināšanas procesā atmosfērā izdalās SEG gāzes metāns un slāpekļa dioksīds, kuru ietekmi uz SEG izmešiem aprēķina ar vienādojumu:

$$E_d = \frac{(M_{CH_4} \cdot K_{CH_4} + M_{N_2O} \cdot K_{N_2O}) \cdot Q_l}{\eta_k}, \quad (8)$$

kur, M_{CH_4} , M_{N_2O} – attiecīgi metāna un slāpekļa dioksīda emisijas uz biomasas sadedzināšanas procesā izdalīto 1 GJ siltuma enerģijas, gCH₄/GJ, gN₂O/GJ ($M_{CH_4} = 0,032$ gCH₄/GJ, $M_{N_2O} = 0,004$ gN₂O/GJ);

K_{CH_4} , K_{N_2O} - korekcijas koeficienti attiecīgi metāna un slāpekļa dioksīda gāzu izraisītā siltumnīcas efekta aprēķināšanai CO₂eq formā, $K_{CH_4} = 23$ un $K_{N_2O} = 294$;

Q - sadedzināšanas procesā izdalītā lietderīgā (aizvietojamā ar fosilā kurināmā enerģiju) siltuma enerģija, GJ/tsausnas;

η_k – kurināmā 1 t sausnes konversijas koeficients, kuru aprēķina:

$$\eta_k = \eta_l \cdot \eta_w, \quad (9)$$

Blakus produktu pelnu izmantošanas emisijas E_{bp} aprēķina šādi:

$$E_{bp} = E_{pt} + E_{pizm}, \quad (10)$$

kur, E_{pt} – pelnu savākšanas, transportēšanas emisijas, gCO₂eq/MJ E_{pizm} – pelnu izmantošanas vai deponēšanas emisijas, gCO₂eq/MJ

Pieņem, ka sadedzināšanas iekārtā tiek ražoti 30 kg pelnu uz katru sadedzinātās sausnas tonnu, kurus transportē atpakaļ (līdz 50 km attālumā) meža platībās un iestrādā tajās meža augsnes ielabošanai. Pelnu iestrādi veic ne biežāk kā reizi piecos gados, pielietojot maksimālo pieļaujamo 5-gadu pelnu devu, kuras lielumu

nosaka pelnos esošā visbīstamākā elementa (visbiežāk kadmija) iestrādes robežvērtība. Šķeldu ieguves, apstrādes, sadedzināšanas un blakusproduktu izmantošanas emisijas parādītas 1.2.1. tabulā.

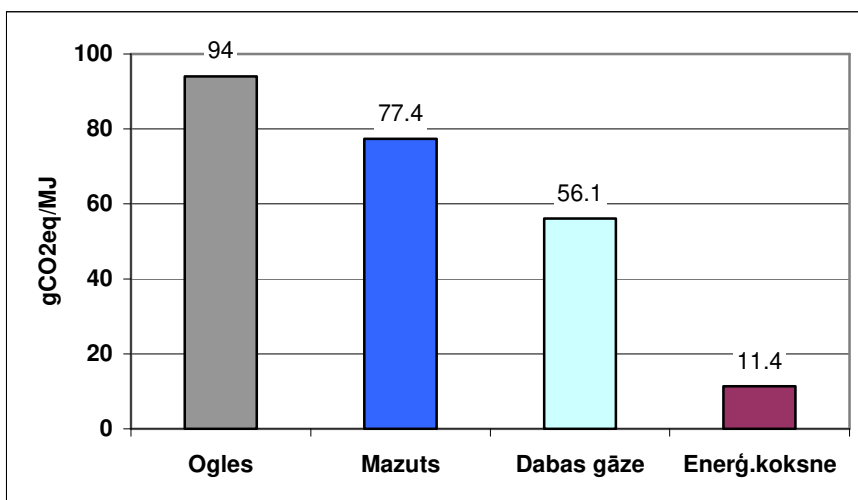
1.2.1. tabula: Emisijas šķeldas izmantošanai siltuma enerģijas ražošanai

Emisijas	Dīzeļdegviela, l	Enerģija, kWh	Darba patēriņš cilv.- h/t _{sausnas}	Emisija, kgCO ₂ eq/tausne s	Emisija, gCO ₂ eq/MJ
Eizv	18		1,36*	116,7	8,2
Ett	0,5		0,5	3,2	0,23
Edm		4,5	1,8	1,6	0,11
Ed			1,8	36,6	2,57
Ept	0,5	0,1	0,2	3,3	0,23
Epizm	0,2		0,05	1,3	0,09
Kopā:	19,2	4,6	5,7	162,8	11,44

*dati no atskaites pētījumu sadaļas "Latvijā pieejamās koksnes biomasas izmantošanai enerģētiskā modeļpētījumi".

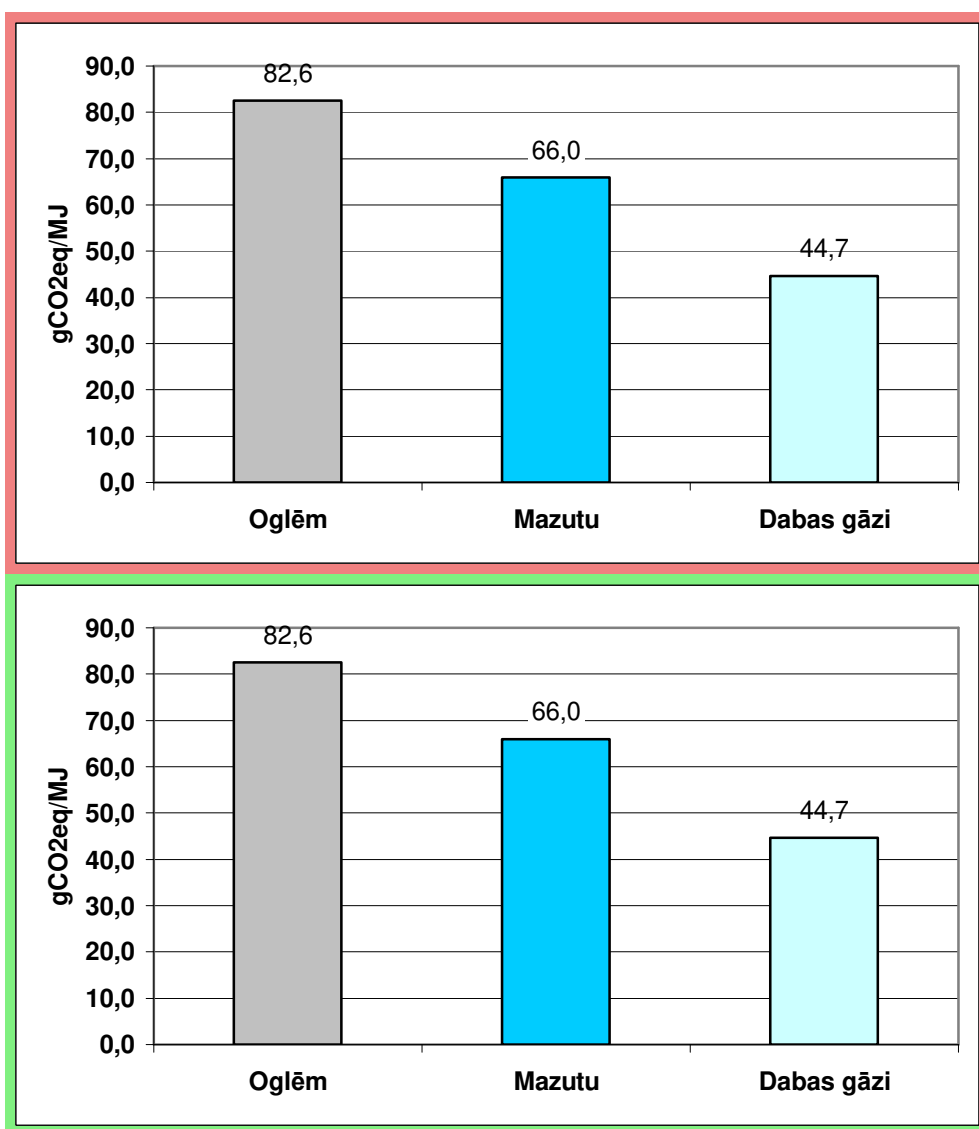
Enerģētiskās koksnes emisiju ranžējums

Enerģētiskās koksnes un fosilo kurināmo emisijas vērtības uz saražotās enerģijas vienību attēlotas 1.2.1.attēlā.



1.2.1. attēls: Enerģētiskās koksnes un fosilo kurināmo emisijas vērtības uz saražotās enerģijas vienību.

Enerģētiskās koksnes emisijas vērtību samazinājums attiecībā pret fosilajiem energoresursiem, kurus aizstāj biokurināmais, attēlotas 1.2.2. attēlā.



Attēls 1.2.2. Emisiju ietaupījums izmantojot enerģētisko koksni salīdzinājumā ar fosilajiem energoresursiem.

Emisiju ranžēšanai tiek pielietots vienādojums:

$$K_{50} = A - 50\%, \quad (11)$$

Kur, K_{50} - ranžēšanas koeficients, %;

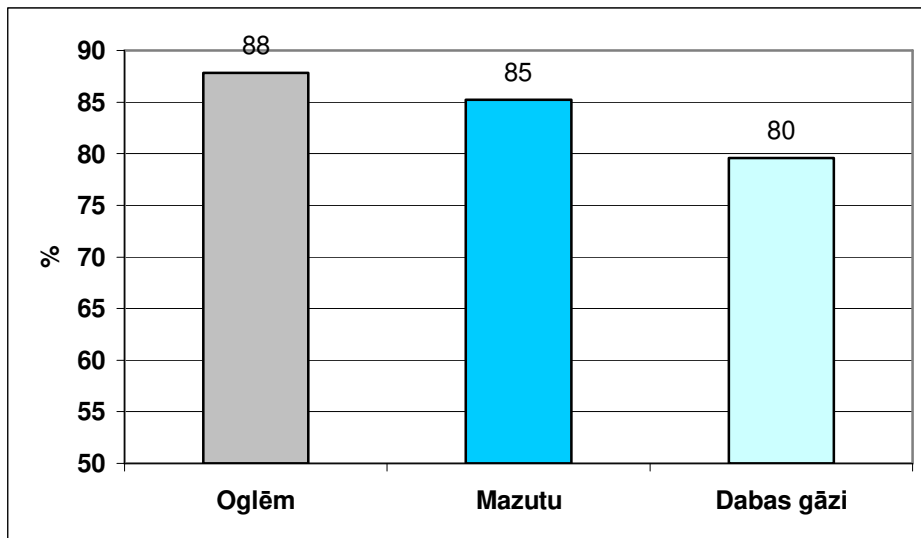
A – emisiju procentuālais ietaupījums konkrētās biomasas izmantošanai enerģētikā attiecībā pret fosilajiem enerģijas resursiem pie dotās ranžēšanas robežvērtības;

50% - ranžēšanas robežvērtība.

Ja A vērtība ir mazāka par 50 %, tad papildus pielieto ranžēšanas koeficientu K_{35} , kuru aprēķina analogiski kā K_{50} .

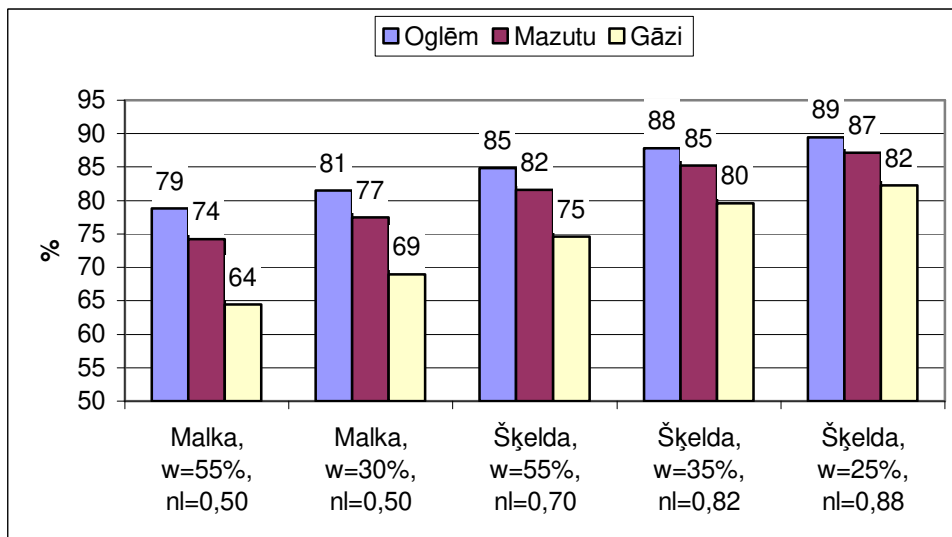
Ja ar ranžēšanas koeficienta vērtība ir pozitīva, var secināt, ka dotās biomas atbilst izvirzītajiem

ilgtspējības kritērijiem (35% vai 50%).



Attēls 1.2.3.: Emisiju procentuālais ietaupījums izmantojot enerģētisko koksni (Šķelda, mitrums $W=35\%$, $Kl=0,82$) salīdzinājumā ar fosilajiem energoresursiem.

Lai novērtētu dažādu faktoru ietekmi, tika veikts arī emisiju procentuālais ietaupījuma aprēķins malkai un šķeldai pie atšķirīgiem mitrumiem un kurtuves lietderības koeficientiem



1.2.4.attēls. Meža biokurināmā emisiju procentuālais ietaupījums malkai un šķeldai pie atšķirīgiem mitrumiem un kurtuves lietderības koeficientiem.

Ranžēšanas koeficienta K_{50} vērtības enerģētiskās koksnes kurināmo emisijām attiecībā pret fosilo resursu emisijām dotas 1.2.2. tabulā.

1.2.2. tabula

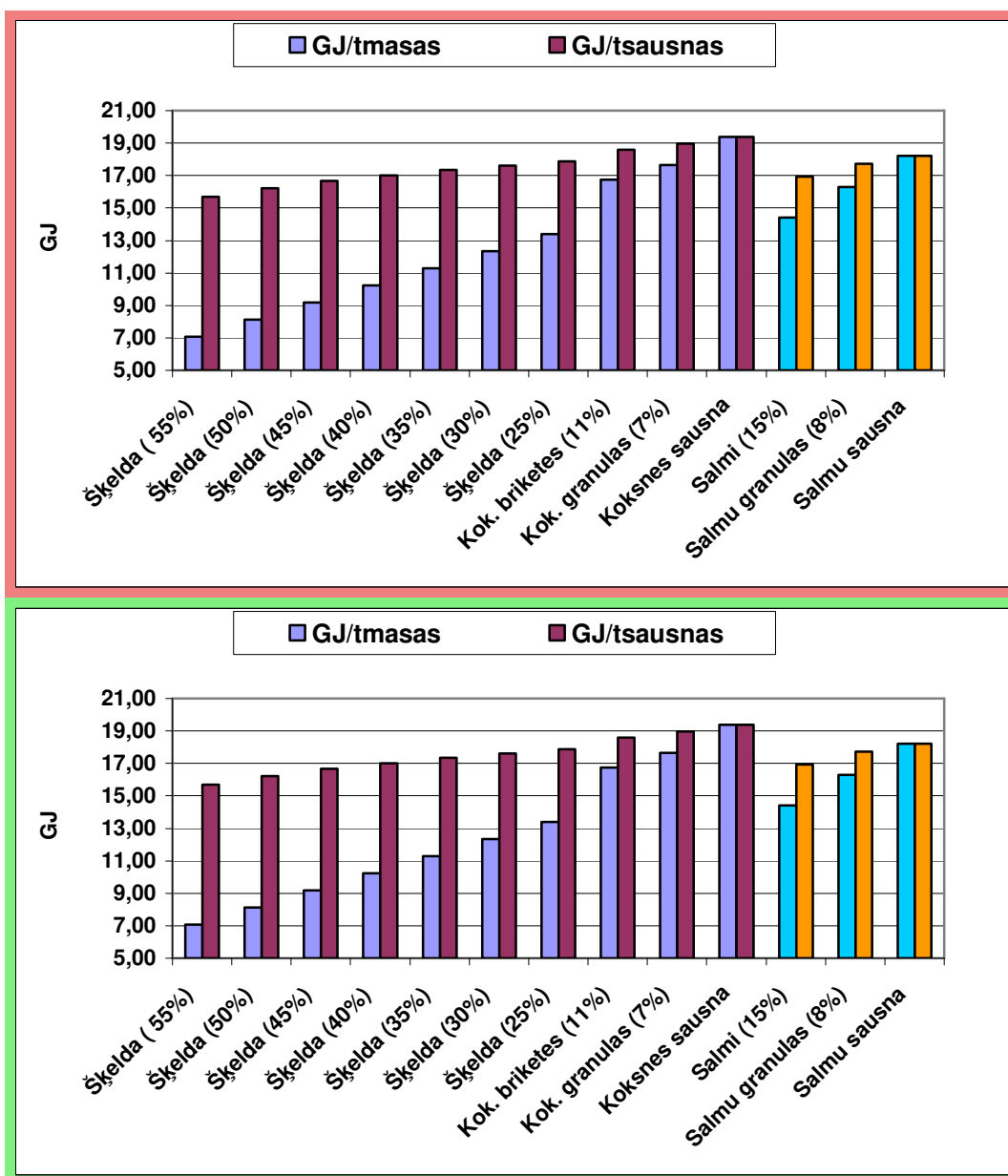
Ranžēšanas koeficienta K_{50} vērtības enerģētiskās koksnes emisijām pret fosilajiem energoresursiem.

	Malka, w=55%, nl=0,50	Malka, w=30%, nl=0,50	Šķelda, w=55%, nl=0,70	Šķelda, w=35%, nl=0,82	Šķelda, w=25%, nl=0,88
Pret oglēm	29	29	29	29	29
Pret mazutu	24	24	24	24	24
Pret dabas gāzi	14	14	14	14	14

Analīze un ieteikumi biokurināmā izmantošanai enerģētikā

Ranžēšanas koeficienta K_{50} vērtības ir pozitīvas visiem koksnes kurināmā variantiem, kas apstiprina, ka enerģētiskās koksnes izmantošanā var izmantot biodegvielu kritērijus attiecībā uz 35% un 50% emisiju samazinājumu.

Galvenie faktori, kas ietekmē ranžēšanas koeficientu vērtību ir sadedzināmās enerģētiskās koksnes mitrums un sadedzināšanas iekārtas lietderības koeficients. Praksē kurtuvēs sadedzināmo šķeldu mitrums nereti sasniedz 55 – 60 %, kas būtiski pārsniedz aprēķinā izmantoto vidējo mitruma saturu (35%), kas palielina ne tikai pārvadājamās biomasas apjomu viena un tā paša siltuma daudzuma iegūšanai, bet arī vienlaikus arī samazina no vienas sadedzinātās sausnas tonnas iegūto siltuma enerģijas daudzumu (1.2.5. att.)



1.2.5.attēls. Dažāda mitrumu koksnes un salmu kurināmo 1 tonnas masas un 1 t nosacītās sausnas (1 t sausnas un mitrums) sadedzināšanas enerģijas.

Sadedzinātā sausna ir 1 t sausnas, kas sadedzināta kopā ar attiecīgo mitro komponenti – ūdeni, piemēram, 1 t sadedzinātai sausnai atbilst 1,538 t šķelda ar mitruma saturu 35 %. Sadedzinātās sausnas tonna ir vienāda ar sausnas tonnu, ja materiāla mitrums ir vienāds ar 0 %. Starpība starp sadedzinātās sausnas sadegšanas enerģijām diviem dažāda mitruma, bet viena veida materiāliem, piemēram, koksnes šķeldām, faktiski parāda to enerģijas daudzumu, kas jāpieliek mitrākajam materiālam, lai to izžvētu līdz mitruma līmenim, kāds ir sausākajam materiālam. Žāvējot birstošo koksnes materiālu (zāģskaida, šķeldu, u.c.) trumuļveida žāvētavās, kur kā siltumnesēju izmanto kurtuvju dūmgāzes ar temperatūru no 420 – 932 °C, energopatēriņš sastāda 3,94 – 7,12 MJ/ kg jeb enerģijas zudumi mitruma iztvaicēšanai ir 1,5 – 2,7 reizes lielāki par mitruma iztvaicēšanas zudumiem pie šķeldas tiešās sadedzināšanas kurtuvē. Lai palielinātu siltuma ražošanas efektivitāti un samazinātu izmešus, būtu rūpīgi jāizvēlas kurināmā sagatavošanas un uzglabāšanas tehnoloģija.

Vislielāko enerģijas ietaupījumu var dot dabiskā kurināma žūšana, kas ilgākā laika periodā var nodrošināt kurināmā mitruma samazināšanos līdz pat gaissausam (mitrums 14 - 15 %) stāvoklim. Tomēr lielražošanā, izmantojot beramo kurināmo (šķeldas) dabīgo žāvēšanu var aizvietot ar aktīvo vēdināšanu, kas samazina enerģijas patēriņu līdz 1,7 reizēm salīdzinājumā ar kaltēšanu ar karstām dūmgāzēm [17]. Energotaupoša ir arī meža produktu un birstošo materiālu pneimoimpulsu žāvēšanas metode, kas izstrādāta un aprobēta Latvijas Valsts Koksnes ķīmijas institūtā [18, 19]. Piemēram, izmantojot šo metodi, 1 kg mitruma nožāvēšanai no apses šķeldas tika patērēti vidēji tikai 1,94 MJ uz 1 kg nožāvētā ūdens, kas ir vidēji par 27 % mazāk, nekā patērētā enerģija ūdens iztvaikošanai no vaļējās virsmas 2,68 MJ/kg. Aptuveni šāda siltuma daudzums tiek patērēts ūdens iztvaicēšanai šķeldas sadedzināšanas procesā kurtuvēs. Īpaši svarīga no energoresursu taupības viedokļa ir ekonomisku žāvēšanas procesu realizācija gatavojot koksnes briketes vai granulas ar mitrumu 7 – 12 %, jo energoietilpīga žāvēšana var būtiski samazināt granulu kopējo energoefektivitāti.

Otrs būtisks faktors ir sadedzināšanas iekārtu energoefektivitāte, ko raksturo ar kurtuvju un katlu lietderības koeficientu. Vidējā kurtuvju energoefektivitāte Latvijā ir ap 70 %. Ņemot vērā, ka kurtuvju nolietošanās rezultātā tām tiks uzstādīti modernāki katli ar lietderības koeficientu ne mazāku par 80% un ievērtējot to, ka Latvijā turpinās energoefektivitāti paaugstinošu projektu realizācija, var pieņemt, ka 2017.gadā vidējā sadedzināšanas iekārtu efektivitāte tuvosies reprezentācijas variantam pieņemtā lietderības koeficienta $Kl=0,82$ vērtībai.

1.2.2. Salmu izmantošanas emisiju siltuma enerģijas ražošanai modeļpētījums

Graudaugu un rapšu salmus iegūst, novācot ražu ar parastajiem lauksaimniecības kombainiem. Kurināmam paredzētie salmi ir jātransportē un noteiktu laiku jāuzglabā līdz to pārstrādei. Salmi ir relatīvi mitri (14-20%), ar mazu blīvumu, tāpēc tiek izmantotas dažādas ķīpošanas tehnoloģijas, piemēram, izmanto ķīpošanu mazās, apaļās, vidēja izmēra un lielās (Hestona) ķīpās. Mazo taisnstūrveida ķīpu izmēri ir 0,36 x 0,5 x 0,8 m un masa aptuveni 14 – 18 kg. Vidēja izmēra taisnstūrveida ķīpas ir 0,8 x 0,8 x 1,7 m, un masa ap 150 kg. Apaļo ķīpu garums ir 1,2 m, diametrs 1,5 m un masa mainās no 200–300 kg. Lielo jeb Hestona taisnstūrveida ķīpu izmēri ir 1,2 x 1,3 x 2,4 m, un to masa ir ap 450 kg. Visvairāk centralizētā enerģētikā izmanto lielās ķīpas. Salmu izmantošana kurināmā veidā siltuma ražošanai Latvijā ir aizsākusies 1999. gadā ar Dānijas atbalstu, aprīkojot Saulaines tehnikuma katlu māju ar kurtuvi lielo Hestona ķīpu sadedzināšanai (6 attēls).5. att.).

Salmu ieguves galvenais avots ir graudaugu kultūras, kuru kopējā graudu raža 2007. gadā bija 1448100 tonnas. Salmu kopējo ražu graudaugiem var aprēķināt izejot no graudu ražas un graudu: salmu attiecības katrai graudaugu kultūrai, salmu iznākums Latvijā 2007. gadā parādīts 1. pielikumā.

Enerģijas ražošanai pieejamos kopējos graudaugu salmu resursus Latvijā var aprēķināt pēc šādas formulas:

$$S_e = S_r - S_z - S_p - S_b - S_i =$$

$$= 1255 - 12,5 - 584 - 125 - 10 = 522 \text{ [tūkst. t.] , } \quad (11)$$

kur,

S_e – enerģijas ražošanai pieejamais maksimālais salmu daudzums, tūkst.t.;

S_r – izaudzēto salmu raža, tūkst. t., (2007.g. salmu raža 1255 tūkst. t., aprēķinu sk. 1. pielikumā);

S_z – izaudzētās salmu ražas zudumi novākšanas, transportēšanas un uzglabāšanas procesā, zudumus pieņem 1% apmērā no salmu kopražas, tūkst.t.;

S_p – salmi pakaišiem, aprēķina izejot no minimālās pakaišu vajadzības [10] mājlopiem (pakaišu aprēķinu 2007.gadā sk. 2. pielikumā), tūkst. t.;

S_b – salmi lopbarībai, lopbarībai nepieciešamo daudzumu (pamatā izmanto auzu salmus) pieņem 10 % apmērā no kopējās novāktās salmu ražas, tūkst. t.;

S_t – salmi tehniskai izmantošanai (papīra celulozes, būvniecības izstrādājumu ražošanai, u.c.), pieņem S_t - 10 tūkst.t.

Tehniski pieejamo salmu pārpalikumu Latvijā pieņem vienas trešās daļas apjomā (174 tūkst. t) no teorētiski iespējamā (522 tūkst. t) salmu pārpalikuma, lai intensīvas zemkopības apstākļos nodrošinātu nemainīga augsnes organiskās vielas satura saglabāšanu. Pieņemot, ka salmu vidējā siltumspēja ir 4,0 MWh/t, var pieņemt, ka Latvijā 2007. gadā izmantošanai enerģētiskā tehniski bija pieejami 14 % no salmu ražas ar kopējo enerģētisko vērtību 2,5 PJ. Praktiski tas nozīmē, ka divus gadus salmu pārpalikumu iestrādā augsnē, bet trešajā gadā tos novāc un izmanto enerģijas ieguvei. Šāda pieeja daļēji tiek realizēta arī p/s "Līdums", kurš apgādā Saulaines salmu kurtuvi (AKU-250, jauda 1,36 MW, patēriņš līdz 1300 t salmu gadā) ar salmiem no daudz lielākas platības (virs 2000 ha), salīdzinot ar minimālo (450-500 ha) graudaugu platību, kas teorētiski būtu nepieciešama šīs kurtuves nodrošināšanai ar nepieciešamo salmu apjomu.



1.2.6. att. Saulaines 1,36 MW katlu māja ar 4 kurtuvēm veselu ķīpu sadedzināšanai.

Šāda pieeja nodrošina arī augu sekas uzturēšanu intensīvas graudkopības reģionos (īpaši Zemgalē), kur graudaugu platības nereti aizņem 60 – 80% no aramzemes platībām.

Kopējās emisijas salmu izmantošanā siltuma enerģijas ražošanai var aprēķināt:

$$E_{kop} = E_{izv} + E_g + E_{ap} + E_{tt} + E_{izm} - E_{ua} - E_{as} - E_{koģ} + E_{bp}, \quad (12)$$

Kur, Ekop – kopējā emisija, gCO₂eq/MJ

Eizv – izejvielas (salmu) ražošanas emisijas, gCO₂eq/MJ

Eg – emisijas, kas saistītas ar zemes lietošanas maiņu, gCO₂ eq/MJ

Eap – ražas apstrādes, piemēram, salmu granululu izgatavošanas emisijas, gCO₂eq/MJ;

Ett – ražas vai to produktu iekraušanas, iepakojšanas, transportēšanas, izkraušanas emisijas no ražas konversijas uzņēmuma uz ražas izmantošanas uzņēmumu (piemēram, sadedzināšanas kurtuvi), pieņemot attālumu, gCO₂eq/MJ;

Eizm – ražas vai tā produkcijas pārstrādes enerģijā (piemēram, sadedzināšanas un sadedzināšanas procesa nodrošināšanas) izmantošanas emisijas, gCO₂eq/MJ;

Eua – C uztveršanas un atdalīšanas emisiju samazinājums, pieņem Eua = 0;

Eas – C aizstāšanas emisiju samazinājums, gCO₂eq/MJ, pieņem Eas = 0;

Ekoġ. – emisiju ietaupījums, ja koģenerācija, pieņem Ekoġ = 0;

Ebp – blakus produktu (salmu pelnu transports un iestrāde laukā) izmantošanas emisijas, gCO₂eq/MJ.

Izejvielu ražošanas emisijas:

$$E_{izv} = K_s (E_{aa} + E_m + E_p + E_{rm}) + E_{ss} + E_t \quad (13)$$

K_s – koeficients, kas ievērtē salmu enerģētisko potenciālu (sadedzināšanas enerģiju) attiecībā pret visas ražas (graudu un salmu) enerģētisko potenciālu (sadedzināšanas enerģiju),

E_{aa} – augsnes apstrādes (aršana, kultivēšana, sēja) emisijas, gCO₂eq/MJ:

$$E_{aa} = E_a + E_k + E_s, \quad (14)$$

kur, E_a – aršanas emisijas, gCO₂eq/MJ;

E_k – kultivēšanas emisijas, gCO₂eq/MJ;

E_s – sējas emisijas, gCO₂eq/MJ;

E_m – mēslojuma iestrādes emisijas, (pieņem, ka mēslojumu iestrādā 3 reizes) gCO₂eq/MJ;

E_p – pesticīdu iestrādes emisijas, (pieņem, ka kultūrauga apstrādi ar pesticīdiem un kondicionēšanas līdzekļiem veic 3 reizes), gCO₂eq/MJ;

E_{rm} – ražas novākšanas emisijas, gCO₂eq/MJ;

E_{ss} – salmu ķīpošanas emisijas, gCO₂eq/MJ;

E_t – salmu ķīpu transportēšanas no lauka līdz uzkrāšanas novietnei emisijas (pieņem transporta attālumu 10 km), gCO₂eq/MJ;

Salmu audzēšanai nepieciešamā augsnes apstrāde, mēslošana, augu aizsardzība un ražas novākšana attiecas kā uz salmiem, tā arī uz graudiem, tādēļ salmu izejvielu audzēšanas un novākšanas emisiju daļa tiek samazināta izmantojot koeficientu K_s:

$$K_s = \frac{M_s Q_s}{M_s Q_s + M_g Q_g}, \quad (15)$$

kur, M_s, M_g – attiecīgi salmu un graudu raža no 1 ha, t;

Q_s, Q_g - attiecīgi no 1 ha ievāktā salmu un graudu sadedzināšanas enerģija, GJ.

Izmantojot aprēķinam Zemgales reģiona vidējās graudu 4,65 t/ha un kviešu salmu 2,94 t/ha ražas 2007. gadā [avots: CSP] ar sadedzināšanas enerģiju kviešu graudiem 15,8 MJ/kg un salmiem 15,0 MJ/kg iegūstam, ka koeficienta K_s vērtība ir 0,459.

Salmu ķīpu kurināmā ražošanas un izmantošanas emisijas apkopotas 1.2.3. tabulā.

1.2.3. tabula

Salmu ķīpu kurināmā ražošanas un izmantošanas emisijas

Emisijas	Degvielas	kWh	Darba patēriņš cilv.-h/ha	Ks	Emisijas kgCO ₂ eq/ha	Emisijas gCO ₂ eq/MJ
Ea	18		1,36	0,459	53,6	1,4
Ek	15		0,33	0,459	44,6	1,2
Es	7		0,33	0,459	20,8	0,6
Em	6		0,64	0,459	17,9	0,5
Ep	6		0,2	0,459	17,9	0,5
Ern	18		2	0,459	53,6	1,4
Summa (salmu audzēšanas kopā ar graudiem):						5,6
Ess	12		1,67	1	77,8	2,1
Ett	4		1	1	25,9	0,7
Edm		12	6	1	4,4	0,1
Ed			6	1	83,5	2,3
Ept	0,3	0,1	0,2	1	1,9	0,1
Summa (tikai salmu savākšana un izmantošana):						5,3
Kopā:	86,3	12,1	19,7		401,9	10,9

Pēdējā laikā strauji sāk ieviesties biomasu, tai skaitā arī salmu, granulēšanas tehnoloģijas, kas dod iespēju kvalitatīvi sadedzināt kurināmo, kā arī pārvadāt to lielos attālumos. Pie apstrādes emisijām var pieskaitīt arī salmu pārkraušanu, smalcināšanu, žāvēšanu, lai nodrošinātu to mitruma saturu 14 -18 % robežās, ja nepieciešams. Apstrādes emisijas ir nelielas, ja sadedzina veselas salmu ķīpas bez papildu žāvēšanas, piemēram, kā to realizē Saulaines katlu mājā.

Perspektīva ir kurināmo granulu izgatavošana no enerģētisko augu (koksnes, salmu, miežabrāļa u.c) biomasas, jo tās granulu kurtuvēs var sadedzināt kvalitatīvāk, tām ir mazs mitruma saturs (7 – 9 %) ar attiecīgi palielinātu sadegšanas enerģiju (skatīt 1. att.). Turpmāk aprakstītās salmu granulēšanas iekārtas ar ražīgumu 0,6 t/h (izgatavota Lietuvā, uzstādīta Talsos) smalcinātājā tiek ievietotas salmu ķīpas ar mitrumu 14 - 16 %, pie kam smalcināšanas, malšanas, presēšanas un vēdināšanas procesos materiāla mitrums tiek samazināts līdz 8 %. Salmu apstrādes - granulu ražošanas procesa emisijas Eap (granulu ražošanas procesa emisijas) apkopotas 1.2.4. tabulā.

1.2.4. tabula

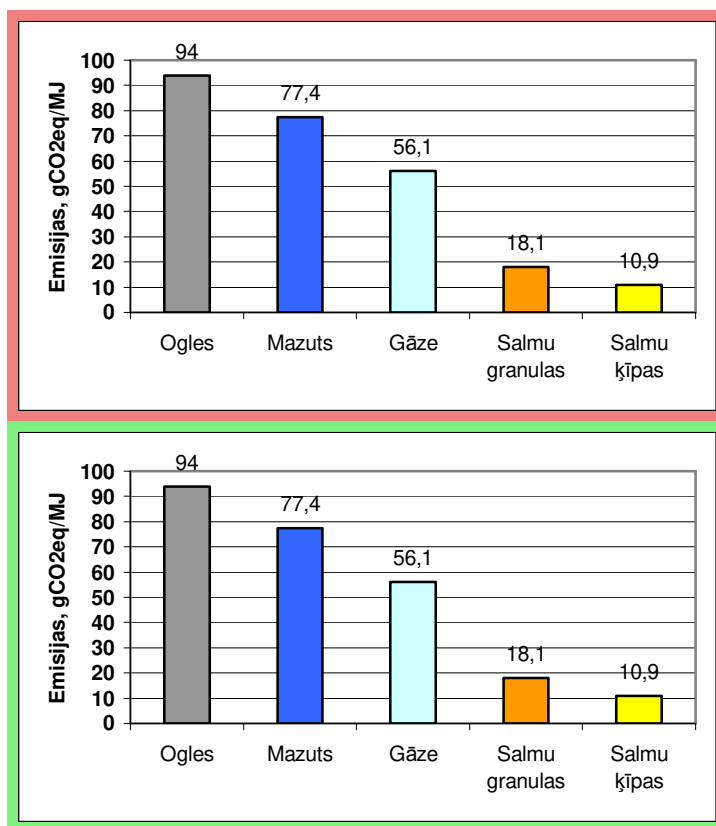
Salmu apstrādes - granulu ražošanas procesa emisijas

Apstrādes operācijas	Uzstādītā jauda kW	Noslodzes koeficients	Enerģija, kwh/ha	Emisija kgCO₂eq/h a	Emisija gCO₂eq/MJ
Transportēšana	5	0,3	6,3	2,3	0,1
Smalcināšana	15	0,7	44,1	16,0	0,4
Malšana	55	0,8	184,7	67,0	1,8
Mitrināšana (ar tvaiku)	15	1	63,0	22,9	0,6
Granulu presēšana	75	1	314,8	114,3	3,1
Vēdināšana, separēšana	30	1	125,9	45,7	1,2
Sum Eap	190		732,4	265,8	7,2

Summārās emisijas granulu izmantošanai enerģijas ražošanai iegūst saskaitot salmu ķīpu izmantošanas kopējās emisijas 10,9 gCO₂eq/MJ (skatīt 1.2.3. tabulu) ar emisijām, kas rodas granulu ražošanas procesā 7,2 gCO₂eq/MJ (skatīt 1.2.4. tabulu), kas uzrāda kopējās salmu granulu izmantošanas emisijas 18,1 gCO₂eq/MJ siltuma enerģijas ražošanā.

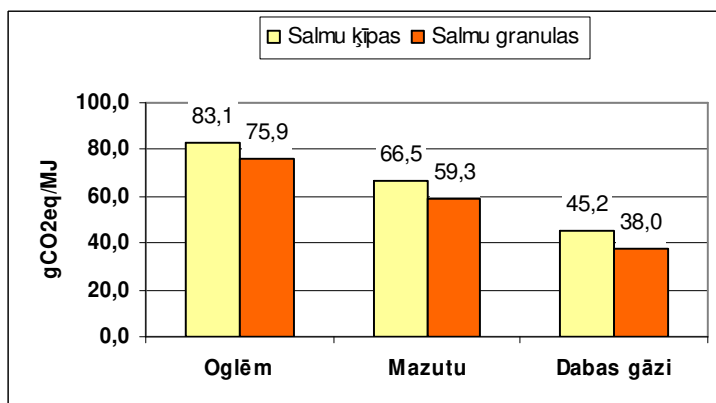
Salmu kurināmā emisiju ranžējums

Salmu kurināmā audzēšanas un izmantošanas emisijas salīdzinājumā ar fosilā kurināmā emisijām uz 1 MJ enerģijas parādītas 1.2.7. attēlā.



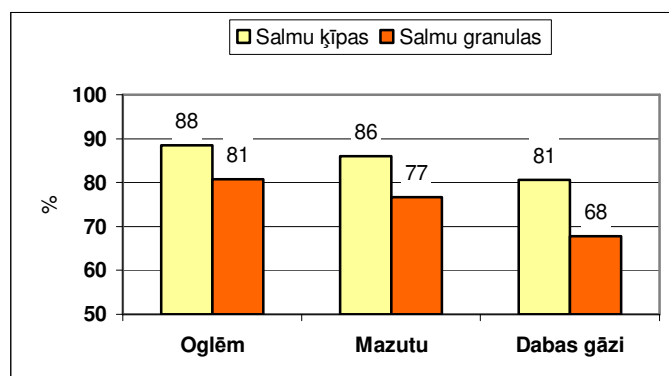
1.2.7.attēls Salmu ķīpu, salmu granulu un fosilo kurināmo izmantošanas emisijas siltuma enerģijas ražošanai.

Emisiju ietaupījums aizvietojojt siltuma enerģijas ražošanai fosilos kurināmos ar salmiem vai salmu granulām parādīts 1.2.8. attēlā.



1.2.8.attēls. Salmu ķīpu un salmu granulu izmantošanas siltuma enerģijas ražošanai emisiju ietaupījums pret fosiliem kurināmiem.

Salmu ķīpu un salmu granulu izmantošanas siltuma enerģijas ražošanai emisiju procentuālais ietaupījums pret fosiliem kurināmiem parādīts 1.2.9.attēlā.



1.2.9.attēls. Salmu ķīpu un salmu granulu izmantošanas siltuma enerģijas ražošanai emisiju procentuālais ietaupījums pret fosiliem kurināmiem.

1.2.5. tabula

Ranžēšanas koeficientu K_{50} un K_{35} vērtības salmu ķīpu un salmu granulu pielietošanas siltuma enerģijas ražošanas emisijām pret fosilajiem energoresursiem.

Ranžēšanas koeficienti, %	Pret ogļēm		Pret mazutu		Pret gāzi	
	Salmu ķīpas	Salmu granulas	Salmu ķīpas	Salmu granulas	Salmu ķīpas	Salmu granulas
K_{50}	38	31	36	27	31	18
K_{35}	53	46	51	42	46	33

Analīze un ieteikumi salmu izmantošanas siltumenerģētikā

Ranžēšanas koeficientu vērtības ir pozitīvas, kas apstiprina, ka salmiem kā arī salmu granulām var izmantot biodegvielu kritērijus par 35% un 50 % emisiju samazinājumu.

Galvenie faktori, kas var ietekmēt ranžēšanas koeficientu vērtību ir sadedzināmo salmu mitrums un sadedzināšanas iekārtas lietderības koeficients.

Praksē salmus parasti ievāc un ķīpo labos laika apstākļos, tomēr galvenā ietekme uz salmu kurināmā enerģētisko vērtību ir mitrumam, Lai enerģētikā izmantojamās salmus pasargātu no nokrišņiem, salmu ķīpas vai rituļus uzglabā šķūņos, nojumēs ar jumtu, vai vismaz nosegtus ar mitrumu necaurlaidošu pārklāju. Kurināšanai piegādāto salmu mitruma jābūt 14 - 22 % robežās. Lai gatavotu granulas bez papildu žāvēšanas salmiem jābūt gaissausā kondīcijā, t.i. mitrumam jābūt ne lielākam par 14-15 %.

Saulaines ūdens sildāmā katla lietderības koeficients salmu ķīpu sadedzināšanai ir 0,87. Salmu granulu sadedzināšanai piemērotas ir Latvijā ražotas kurtuves (AS „Komforts”, SIA „Divi”, kurtuves) ar granulu sadedzināšanai lietderības koeficientu līdz 0,92.

Lai arī granulu ražošanas emisijas sasniedz 88% no salmu ieguves emisijām, galvenā salmu granulu priekšrocība ir kvalitatīvāka salmu materiāla sadedzināšana noteiktā temperatūru diapazonā (650 - 750°C), kas ir lielākas par dioksīnu veidošanās temperatūrām, bet tai pašā laikā mazāks par temperatūru, kurā sāk veidoties NOx savienojumi. Turklāt granulas ir ekonomiski izdevīgi pārvadāt lielos attālos, nodrošinot to izmantošanu no enerģijas ražošanas viedokļa stratēģiski svarīgos energouzņēmumos, piemēram, lielāku apdzīvotu vietu koģenerācijas iekārtās vai arī granulas

iespējams eksportēt. Iespējams, ka salmu audzēšanas posms kopā ar graudiem netiks ieskaitīts emisiju no salmiem kā atlieku izmantošanas enerģijas ražošanā aprēķinos, ja tiks akceptēts priekšlikuma 16. paragrāfs (Eiropas parlamenta un Padomes direktīvai par atjaunojamo enerģijas avotu izmantošanas veicināšanu), kas nosaka: „(..) Pieņem, ka cilvēku uzturā vai dzīvnieku barībai neizmantojamu atkritumu, kultūraugu atlieku (tostarp salmu, izspaidu, sēnalu, kukurūzas vāļīšu un riekstu čaumalu) un apstrādes procesu atlieku (izņemot biodegvielas apstrādes procesu atliekas) aprites cikla siltumnīcefekta gāzu emisija līdz to savākšanai ir vienāda ar nulli....”. Šajā gadījumā no iepriekš aprēķinātajām salmu izmantošanas enerģētiskā emisijām jāatņem salmu audzēšanas kopā ar graudiem emisijas – 5,6 gCO₂eq/MJ, kā rezultātā kopējās emisijas no salmu izmantošanas ķīpu veidā samazināsies līdz 5,1 gCO₂eq/MJ un granulu veidā līdz 12,3 gCO₂eq/MJ.

Aprēķinos ir ņemti vērā tikai tiešie salmu audzēšanas tehnoloģiju SEG emisiju avoti, bet nav ievērtēti vairāki būtiski izmešu avoti, piemēram, mēslojuma ražošanas, pesticīdu ražošanas, lauksaimniecības mašīnu ražošanas un citu iekārtu izgatavošanas netiešās emisijas, kuru ievērtēšanu nepieprasa minētie priekšlikumi ES topošajai direktīvai. Šādiem aprēķiniem būtu nepieciešama padziļināta salmu audzēšanas dzīves cikla analīze.

1.3. Biogāzes ieguve un izmantošana

Biogāzi iegūst anaerobās fermentācijas procesā no organiskajām vielām. Šajā darbā parādītas enerģijas iegūšanas iespējas, izstrādātas modeļu formulas un aprēķinātas dzīves cikla SEG emisijas no 4 biomasas veidiem, kuru potenciāls ir vislielākais: enerģijas augi, kanalizācijas notekūdeņi, lopkopības atkritumi un cietie sadzīves atkritumi (CSA).

1.3.1. Biogāzes ieguves no enerģijas augiem. Modelpētījums.

Arī Latvijas apstākļos enerģijas ražošanai var izmantot dažādus augus. Šajā darbā parādīts aprēķina piemērs, kad biogāzi iegūst no liellopu mēsliem un kukurūzas skābbarības. Kopējo emisiju apjomu var aprēķināt pēc formulas:

$$E_{kop} = E_{izv} + E_{ap} + E_{tt} + E_{izm} - E_{ua} - E_{ag} - E_{kog} + E_{bp} \quad , \quad (16)$$

E_{izv} – izejvielu ražošanas emisijas. Tās var aprēķināt pēc formulas:

$$E_{izv} = E_{ls} + E_{ran} + E_{sg} \quad (17)$$

E_{ls} – lauku sagatavošanas emisijas.

Operācijas: aršana, kultivēšana, sēšana, mēslošana

$$E_{ls} = E_a + E_k + E_s + E_m$$

E_a -aršanas emisijas

E_k - kultivēšanas emisijas

E_s - sēšanas emisijas

E_m - mēslošanas emisijas

Visi aprēķini izdarīti uz 1 ha. Pieņemts, ka strādās ar Latvijā visplašāk lietoto tehniku un mēšlos ar digestātu.

Pieņemts pēc Volvo datiem [7], ka 1 l dīzeļdegvielas rada 6484 gCO_{2eq} emisijas, un no 1ha var saražot 120 GJ [6] enerģijas. Emisijas elektroenerģijas ražošanai pieņemtas kā vidēji Latvijā 363 gCO_{2eq}/MJ. Aprēķinu rezultāti parādīti 1.3.1. tabulā.

1.3.1. tabula

N.p.k.	Emisijas	Degvielas Patēriņš l/ha	Darba ilgums Stundas	Emisija kgCO _{2eq} /ha	Emisija gCO _{2eq} /MJ
1	E _a	15	0,72	97,26	0,81
2	E _k	8	0,33	51,87	0,43
3	E _s	7	0,33	45,39	0,38
4	E _m	6	0,64	38,9	0,32
5	E _{ls}		Kopā	233,42	1,94

Līdzīgi aprēķina ražas audzēšanas un novākšanas emisijas.

E_{ran} – ražas audzēšanas un novākšanas emisijas

Operācijas: miglošana, pļaušana, smalcināšana

$$E_{ran} = E_{ms} + E_p + E_s \quad (18)$$

E_{mi}- miglošanas emisijas

E_p- pļaušanas emisijas

E_{sm}- smalcināšanas emisijas

Aprēķinu rezultāti parādīti 1.3.2. tabulā.

1.3.2.tabula

N.p.k.	Emisija	Degvielas patēriņš l/ha	Darba ilgums Stundas	Emisijas kgCO _{2eq} /h a	Emisijas CO _{2eq} /MJ
1	E _{mi}	3	0,1	19,45	0,16
2	E _p	8	0,83	51,87	0,43
3	E _{sm}	6	0,83	38,9	0,32
4	E _{ran}		Kopā	110,22	0,91

E_{sg} – skābbarības sagatavošanas emisijas

Operācijas: transportēšana, blīvēšana.

$$E_{sg} = E_t + E_b$$

E_t- transportēšanas emisijas, atkarīgas no lauka attāluma līdz tranšejai. Te pieņemts vidējais attālums 10 km.

E_b- blīvēšanas emisijas.

Aprēķinu rezultāti parādīti 1.3.3. tabulā

1.3.3.tabula

N.p.k.	Emisija	Degvielas Patēriņš l/st	Darba stundas	Emisijas kgCO ₂ eq/h a	Emisijas gCO ₂ eq/MJ
1	E _t	28	2,1	181,55	1,51
2	E _b	26	0,8	168,58	1,4
	E _{sg}		Kopā	350,13	2,91

E_{ap} – izejvielu apstrādes emisijas

$$E_{ap} = E_i + E_t + E_{ie} \quad (19)$$

Operācijas: izņemšana, transportēšana, iepildīšana.

E_i- izņemšanas emisijas.

E_t- transportēšanas emisijas

E_{ie}- iepildīšanas emisijas

Aprēķinu rezultāti parādīti 41.3.4. tabulā

1.3.4. tabula

n.p.k.	Emisija	Degvielas Patēriņš l/st	Darba Ilgums Stundas	Emisijas kgCO ₂ eq/h a	Emisijas gCO ₂ eq/MJ
1	E _i +E _t	27	1,12	270,8	2,26
2	E _{ie}	27	0,25	52,6	0,44
	E _{ap}		Kopā	323,4	2,7

E_{izm} – izejvielas resursa izmantošanas emisija

Operācijas: sūknēšana, maisīšana, maisīšana fermenterī, gāzes padeve un attīrīšana, dedzināšana koģenerācijas iekārtā.

$$E_{izm} = E_s + E_m + E_{mf} + E_{gp} + E_d \quad (20)$$

E_s – sūknēšanas emisijas (netiešās)

E_m – maisīšanas emisijas (netiešās)

E_{mf}- maisīšanas fermenterī emisijas

E_{gp} – gāzes padeves (kompresora) emisijas (netiešās)

E_d – gāzes dedzināšanas emisijas (aprēķinātas pēc Jenbacher koģenerācijas iekārtu datiem).

Aprēķinu rezultāti parādīti 1.3.5. tabulā.

1.3.5.tabula

n.p.k.	Emisija	Elektroenerģijas patēriņš kwh/dn	Emisijas kgCO ₂ eq/h a	Emisija gCO ₂ eq/ha	Emisija dn kgCO ₂ eq
1	E _s	12	5,22	0,04	4,36
2	E _m	21,8	26,2	0,22	21,8
3	E _{mf}	38,9	46,7	0,32	38,9
4	E _{gp}	60,4	72,5	0,6	21,9
5	E _d			7,71	
	E _{izm}		Kopā	8,96	

E_{ag} – 1ha enerģijas auga (te kukurūzas) 1 gadā piesaista 176,7 g CO₂

eq. Šajā aprēķinā izmantoti dati par 1ha ar vidējo ražu 40 t/ha kukurūzas.

E_{koģ} – tā kā vienlaicīgi ražo elektrību un siltumu, tad salīdzinājumā ar iekārtām, kas ražo tikai elektrību vai arī tikai siltumu, ir būtiski emisiju ietaupījumi. Te pieņemts, ka proporcija tāda pat kā šķidro biodegvielu gadījumā.

E_{bp} – blakusprodukta (digestāta) izmantošanas emisijas. Te pieņem, ka tas tiek izmantots lauku mēslošanai.

Operācijas: iepildīšana, transportēšana un mēslošana.

$$E_{bp} = E_{ie} + E_{tm} \quad (21)$$

E_{ie} – digestāta iepildīšanas transportā emisija.

E_{tm} – digestāta transportēšanas un lauku mēslošanas emisijas.

Blakusprodukta izmantošanas emisiju aprēķinu rezultāti parādīti 1.3.6. tabulā.

1.3.6. tabula

N.p.k.	Emisija	Elektrības Patēriņš Kwh	Emisijas kgCO ₂ eq/h a	Emisijas gCO ₂ eq/MJ	Operācijas emisijas Dn
1	E _{ie}	6,2	2,7	0,022	2,25
2	E _{tm}	3	1,31	0,011	1,09
	E _{bp}	Kopā	4,01	0,033	3,34

Kopējās emisijas:

$$E_{kop} = 1,94 + 0,91 + 2,91 + 2,7 + 8,96 + 0,033 - 0 - 1,2 - 176,7 = - 160,45 \text{ gCO}_2\text{eq/MJ}$$

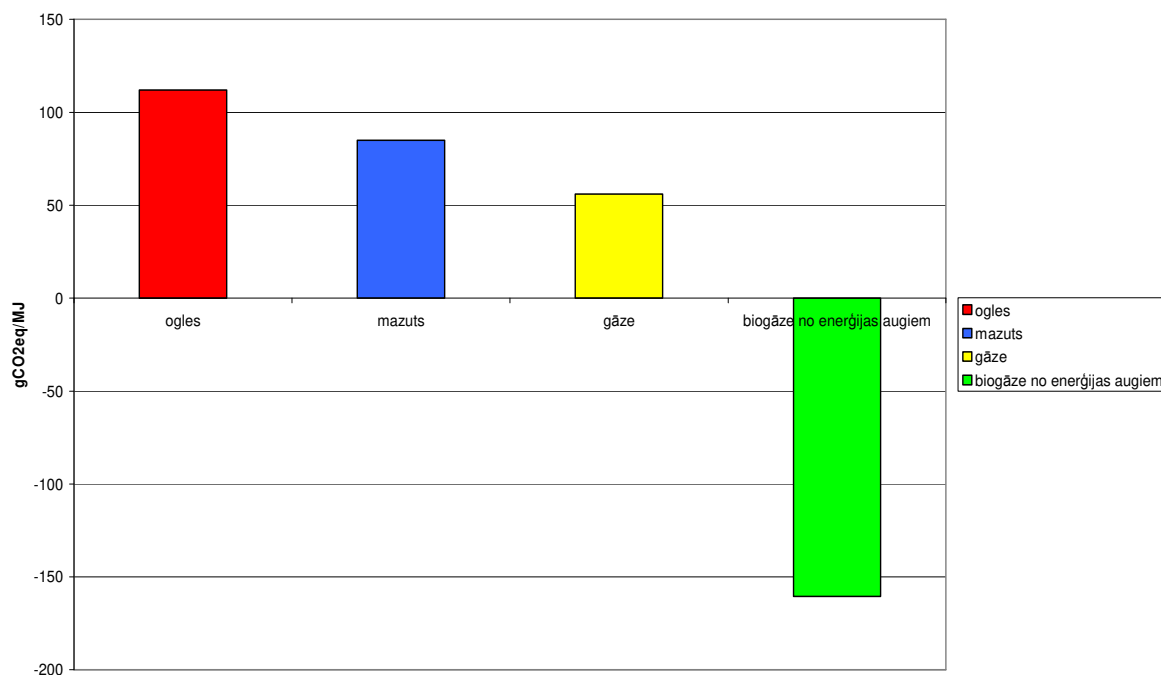
Emisiju ietaupījums uz 1MJ salīdzinot ar enerģijas ražošanu no fosilajiem enerģijas resursiem aprēķināts pēc formulas:

$$E_{sam} = E_f - E_{kop}$$

Aprēķins izdarīts izmantojot [8] metodikā ieteiktos komparatorus gāzei, mazutam un oglēm, 56,1; 85 un 112 gCO₂eq/MJ. Aprēķinu rezultāti apkopoti 1.3.7. tabulā un parādīti 1.3.1. attēlā.

1.3.7. tabula

Emisiju ietaupījums	Bez CO ₂ asimilācijas gCO ₂ eq/MJ	Bez CO ₂ asimilācijas %	Ar CO ₂ asimilāciju gCO ₂ /MJ	Ar CO ₂ asimilāciju %
Pret gāzi	39,85	71	216,54	386
Pret mazutu	68,75	80,8	245,45	288
Pret oglēm	95,75	85,5	272,45	243



1.3.1. attēls. Emisijas, ja ražo biogāzi no enerģijas augiem.

1.3.2 Biogāzes ieguve un izmantošana no notekūdeņiem

Biogāzi no kanalizācijas notekūdeņu organiskās vielas iegūst izmantojot dūņas no pirmējiem nostādinātājiem un aerotenkiem. Šajā aprēķinā izmantoti Daugavgrīvas BAS dati, bet tā kā arī citās bioloģiskās attīrīšanas iekārtās ir līdzīga situācija, tad tas var derēt par paraugu, lai analizētu arī citur. Kopējās emisijas var aprēķināt pēc formulas:

$$E_{kop.} = E_{izv.} + E_{ap.} + E_{izm.} - E_{ua.} - E_{koģ.} + E_{bp.} \quad (22)$$

Operācijas: dūņu sūknēšana uz metāntenkiem, maisīšana metāntenkos, gāzes padeve un attīrīšana, gāzes dedzināšana, digestāta sadalīšana frakcijās, sausās frakcijas transportēšana un izkraušana, šķidrās frakcijas transportēšana un izmantošana.

$$E_{izv.} = E_{ds.}$$

$E_{ds.}$ - dūņu sūknēšanas uz metāntenkiem emisijas (netiešās)

$E_{sm.}$ - substrāta maisīšanas metāntenkā emisijas (netiešās)

$$E_{izm.} = E_{gp.} + E_d \quad (23)$$

$E_{gp.}$ - gāzes padeves emisijas

E_d - dedzināšanas koģenerācijas iekārtā emisijas

$E_{ua.}$ - emisijas samazinājums, ja ir izmešu filtrācijas sistēma (DBAS nav)

$$E_{as.} = 0$$

$E_{koģ.}$ - no biogāzes vienlaicīgi ražo elektrību un siltumu, tādēļ emisiju samazinājums 1,2 gCO₂eq/MJ

$E_{bp.}$ - no metāntenka pārstrādātais substrāts lielākajās BAS tiek dalīts frakcijās. Cieto izved uz dūņu laukiem, šķidro attīra vēlreiz.

$$E_{bp} = E_{sf} + E_t = E_{att}$$

E_{sf} - sadalīšanas frakcijās emisijas

E_t - dūņu transportēšanas uz dūņu laukiem emisijas

E_{att} - šķidrās frakcijas transportēšanas (sūknēšanas) emisijas

Aprēķinu rezultāti parādīti 1.3.8 tabulā

1.3.8. tabula

Emisija	Patērēta enerģija kwh	Emisijas gCO ₂ eq/MJ	Emisijas operācijai dn kgCO ₂ eq
$E_{ds} = E_{izv}$	230	0,38	83,49
$E_{sm} = E_{ap}$	118	0,2	42,83
E_{gp}	48,5	0,083	17,97
E_d		7,71	
E_{izm}		7,79	
E_{sf}	310	0,52	112,53
E_{att}	220	0,37	79,9
E_t		0,69	
E_{bp}		1,58	

Kopējās emisijas:

$$E_{kop} = 0,38 + 0,2 + 7,79 - 1,2 + 1,58 = 8,75 \text{ gCO}_2\text{eq/MJ (dabas gāzei)}$$

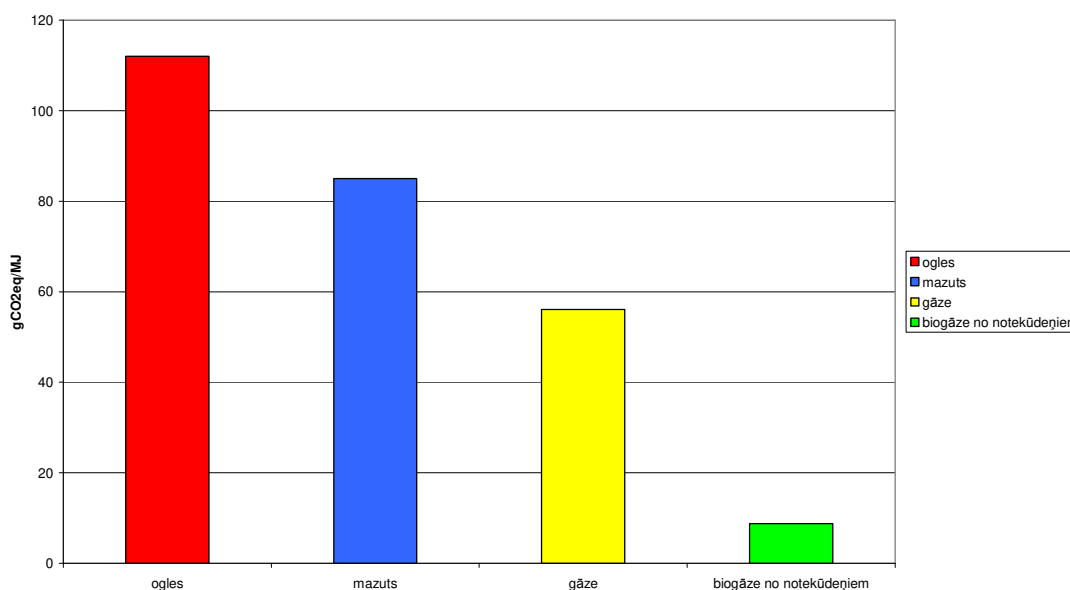
Emisiju ietaupījums 1MJ enerģijas ražošanai no biogāzes, kura iegūta no notekūdeņu dūņām, aprēķināts pēc sekojošas formulas:

$$E_{sam} = E_f - E_{kop} = 56,1 - 8,75 = 47,35 \text{ gCO}_2 \text{ eq/MJ} \quad (23)$$

Līdzīgi aprēķina arī mazutam un oglēm. Aprēķinu rezultāti apkopoti 1.3.9. tabulā un parādīti 1.3.2. attēlā.

1.3.9.tabula

Emisiju ietaupījums	gCO ₂ eq/MJ	%
Pret ražošanu no gāzes	47,35	84,4
Pret ražošanu no mazuta	76,25	89,7
Pret ražošanu no oglēm	103,25	92,2



1.3.2. attēls. Emisijas no fosilajiem resursiem un biogāzes no notekūdeņiem.

1.3.3 Biogāzes ieguve un izmantošana no lopkopības atkritumiem

Biogāzes ražošanas no lopkopības atkritumiem emisiju noskaidrošanai izmantoti dati no 500 KWel biogāzes ražotnes. Liellopu mēslu sausna 12-14 %.

Kopējās emisijas aprēķinātas pēc formulas:

$$E_{kop} = E_{izv} + E_{ap} + E_t + E_{izm} - E_{ua} - E_{as} - E_{kog} + E_{bp} \quad (24)$$

E_{izv} - izejvielu ražošanas emisijas. Par izejvielu tiek uzskatīti dzīvnieku ekskrementi, kas jau pēc katrā fermā savas tehnoloģijas tiek savākti fermas mēslu krātuvēs.

Operācijas: šķidrmēslu transportēšana no kūtīm uz pieņemšanas tvertni ar sūkni, kūtsmēslu transportēšana uz pieņemšanas tvertni ar mobilo transportu.

$$E_{izv} = E_{ts} + E_p \quad (25)$$

E_{ts} - šķidrmēslu transportēšanas emisijas

E_p - šķidrmēslu vai cieta mēslu pievešana uz pieņemšanas tvertni emisijas

E_{ap} - mēslu apstrādes emisijas

Operācijas: šķidrmēslu maisīšana (homogenizācija) tvertnē un pārsūkņēšana caur maceratoru uz fermenteri, sajaukšana fermenterī un periodiska maisīšana.

$$E_{ap} = E_{ms} + E_f \quad (26)$$

E_{ms} - maisīšanas (homogenizācijas) emisijas pieņemšanas tvertnē un pārsūkņēšanas emisijas

E_f - fermentera substrāta maisīšanas emisijas

$$E_{izm} = E_{gp} + E_d \quad (27)$$

Operācijas: biogāzes padeve caur filtru un attīrīšanu uz sadedzināšanu, biogāzes sadedzināšana.

E_{gp} - gāzes apstrādes un padeves uz degli emisijas

E_d - dedzināšanas koģenerācijas iekārtā emisijas

$E_{ua}=0$, jo īpašu izmešu filtra koģenerācijas iekārtā nav

E_{as} -ja mēsli glabātos ilgstoši mēsļu krātuvēs vai komposta kaudzēs, tie radītu kaitīgo gāzu emisijas, kas šajā aprēķinā samazina emisijas par 9%

E_{kog} - emisiju samazinājums, jo vienlaicīgi ražo gan siltumu, gan elektrību

E_{bp} - blakusprodukta digestāta izmantošanas emisijas

Operācijas: digestāta uzmaisīšana un iepildīšana transporta līdzeklī ar sūkni- maisītāju, digestāta transportēšanas un lauka mēslošanas emisijas

$$E_{bp} = E_{ie} + E_{tm} \quad (28)$$

E_{ie} – digestāta iepildīšanas transporta līdzeklī emisija

E_{tm} – digestāta transportēšanas un lauka mēslošanas emisijas

Aprēķinu rezultāti parādīti 1.3.10. tabulā.

1.3.10. tabula

Emisija	Emisijas gCO ₂ eq/MJ	Patērēta enerģija Kwh	Emisijas operācijai kgCO ₂ eq dn
E_{ts}	0,33	110	39,9
E_p	0,27	89	32,4
E_{izv}	0,6		
E_{ms}	0,085	28	10,16
E_f	0,14	48	17,42
E_{ap}	0,23		
E_{gp}	0,18	60,4	21,92
E_d	7,71		925,3
E_{izm}	7,89		
E_{ie}	0,07	22	7,98
E_{tm}	1,02		123,2
E_{bp}	1,09		

Kopējā emisija:

$$E_{kop} = 0,6 + 0,23 + 7,89 + 1,09 + - 1,2 - 0,88 = 7,73 \text{ gCO}_2\text{eq/MJ}$$

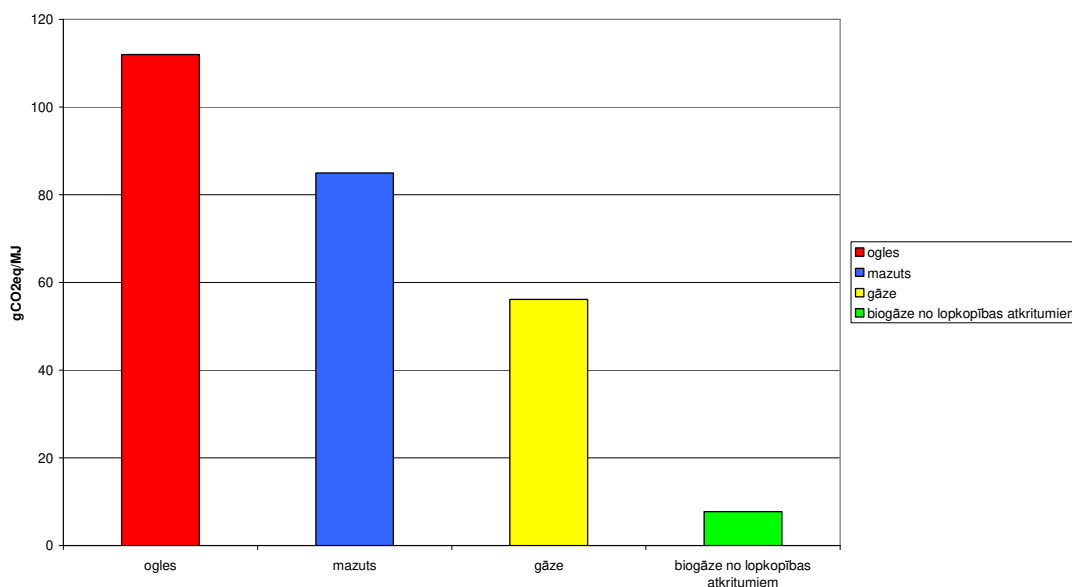
Emisiju ietaupījums 1MJ enerģijas ražošanai, ja to ražo no biogāzes, kura iegūta no lopkopības atkritumiem:

$$E_{sam} = E_f - E_{kop} = 56,1 - 7,73 = 48,37 \text{ gCO}_2\text{eq/MJ (gāzei)} \quad (29)$$

Līdzīgi aprēķina arī emisiju samazinājumu pret mazutu un oglēm. Aprēķinu rezultāti apkopoti 1.3.11. tabulā un parādīti 1.3.3. attēlā.

1.3.11. tabula

Emisiju ietaupījums	gCO ₂ eq/MJ	%
Pret ražošanu no gāzes	48,37	86,2
Pret ražošanu no mazuta	77,27	90,9
Pret ražošanu no oglēm	104,27	93



1.3.3.att. Emisijas no fosilajiem resursiem un biogāzes no lopkopības atkritumiem.

1.3.4. Biogāzes ieguve un izmantošana no CSA ar enerģijas šūnu tehnoloģiju

Biogāzes ieguves no CSA emisijas aprēķinātas pēc sekojošas formulas:

$$E_{kop} = E_{izv} + E_{ap} + E_{tt} + E_{izm} - E_{ua} - E_{as_Eko} \quad (30)$$

Operācijas: infiltrāta ūdens padeve un uzsildīšana, infiltrāta cirkulācija, gāzes ekstrakcija, gāzes attīrīšana un padeve uz degli, gāzes dedzināšana.

E_{izv} – izejvielas biogāzes ražošanai ir CSA organiskā daļa. To sagatavo vai nu šķirošanas laukumos vai arī īpašā vietā atkritumu poligonā. Latvijā gan tie biošūnās tiek iepildīti vai nu nešķiroti vai šķiroti daļēji. Tā kā šī deponēšana nav īpaši tikai ar biogāzes ražošanu saistīta operācija, tad var pieņemt, ka $E_{izv} = E_{sag}$

E_{sag} – emisijas, kas rodas biošūnu un gāzes ekstrakcijas un mitrināšanas sistēmas sagatavojot. Te nav ievērtēti tie darbi, kas jāveic sagatavojot poligona pamatni (vertikālā planēšana, grunts pārvietošana, drenāžas un pamatnes slāņa izveidošana u. c.) , bet tikai tie, kuri nepieciešami īpaši gāzes iegūšanas un šūnas mitrināšanas sistēmu izbūvēšanai. Emisijas novērtētas izejot no degvielas patēriņa šo darbu veikšanai, interpolējot kopējo patēriņu uz dn patēriņu un attiecinātas uz diennakti iegūtās biogāzes MJ daudzumu.

E_{ap} – pie izejvielu apstrādes var pieskaitīt šūnas mitrināšanu, kuras realizēšana rada netiešās emisijas.

$$E_{ap} = E_{is} + E_{ūs} \quad (31)$$

E_{is} – infiltrāta cirkulācijas emisijas

$E_{ūs}$ – infiltrāta uzsildīšanas un ūdens padeves emisijas.

$$E_{izm} = E_{gp} + E_d \quad (32)$$

E_{gp} – gāzes padeves un apstrādes emisijas

E_d – gāzes dedzināšanas emisijas,

$E_{ua} = 0$, jo koģenerācijas iekārtai nav īpašu izmešu filtru.

E_{kog} – emisiju samazinājums, ja vienlaicīgi ražo gan siltumu, gan elektrību.

Aprēķinu rezultāti parādīti 1.3.12. tabulā.

1.3.12.tabula

Emisijas	Patērēta degviela l	Patērētas kwh	Emisijas gCO ₂ eq/MJ	Operācijas emisijas dn kgCO ₂ eq
E_{sag}	71,2		2,63	461,87
E_{is}		240	0,49	87,12
$E_{ūs}$		2100	4,35	762,3
E_{ap}			7,47	
E_{gp}		288	0,6	104,54
E_d			8,13	
E_{izm}			8,73	

Kopējās emisijas:

$$E_{kop} = 2,63 + 4,84 + 8,73 - 0 - 1,2 = 15 \text{ gCO}_2\text{eq/MJ}$$

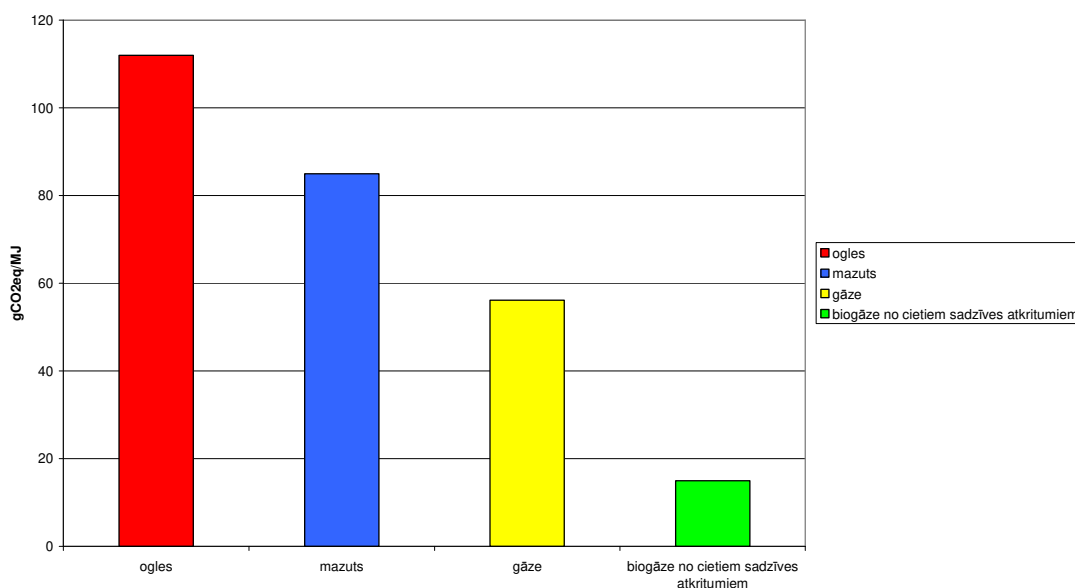
Emisiju ietaupījums:

$$E_{sam} = E_f - E_{kop} = 56,1 - 15 = 41,1 \text{ gCO}_2\text{eq/MJ} \text{ (gāzei, citiem aprēķina līdzīgi).}$$

Aprēķinu rezultāti apkopoti 1.3.13. tabulā un parādīti 1.3.4. attēlā.

1.3.13.tabula

Emisiju ietaupījums	gCO ₂ eq/MJ	%
Pret ražošanu no gāzes	41,1	73,2
Pret ražošanu no mazuta	70,0	82,3
Pret ražošanu no oglēm	97,0	86,6



1.3.4. attēls. Emisijas no fosilajiem resursiem un no biogāzes, kas ražota no CSA.

1.4. Bioetanola ieguve un izmantošana

Šajā piemērā parādīta bioetanola ieguve no graudiem.
Kopējās emisijas aprēķina pēc formulas;

$$E_{kop} = E_{izv} + E_{ap} + E_{tt} + E_{izm} - E_{ua} - E_{as} + E_{bp} + E_{ln}, \quad (33)$$

E_{izv} – izejvielu (graudu) ražošanas emisijas, E_{ln} – lauku lietošanas maiņas emisijas

$$E_{izv} = E_{es} + E_{ran} + E_{tk} \quad (32)$$

E_{ls} – lauka sagatavošanas emisijas

Operācijas: aršana, mēslošana, kultivēšana, sēšana

$$E_{ls} = E_a + E_m + E_k + E_s \quad (33)$$

E_a - aršanas emisijas

E_m -mēslošanas emisijas

E_k –kultivēšanas emisijas

E_s - sēšanas emisijas

E_{ran} – ražas audzēšanas un novākšanas emisijas

Operācijas: miglošana, pļaušana, kulšana.

$$E_{ran} = E_{mi} + E_{pk} \quad (34)$$

E_{mi} - miglošanas emisijas

E_{pk} - pļaušanas un kulšanas emisijas

E_{tk} – graudu transportēšanas un kaltēšanas emisijas

Operācijas: transportēšana, iepildīšana žāvēšanas iekārtā, iepildīšana silosā, iekraušana transporta līdzeklī un transportēšana uz graudu noliktavu.

$$E_{tk} = E_t + E_{iež} + E_{ies} + E_{tgn} \quad (35)$$

E_t -transportēšanas emisijas

$E_{iež}$ - iepildīšanas žāvēšanas iekārtā emisijas

E_{ie} - iekraušanas emisijas

E_{tgn} - transportēšanas uz graudu noliktavu emisijas

Aprēķinu rezultāti parādīti 1.3.14. tabulā

1.3.14. tabula

Emisija	Patērēta elektrība kwh	Degvielas patēriņš l/ha	Emisija kgCO ₂ eq/ha	Emisijas gCO ₂ eq/MJ
E_a		15	97,26	1,61
E_m		6	38,9	0,64
E_k		8	51,87	0,85
E_s		7	45,39	0,75
E_{ls}				3,85
E_{mi}		3	19,45	0,32
E_{pk}		14	90,78	1,5
E_{ran}				1,82
E_t		6	38,9	0,64
$E_{iež}$	10	11	74,95	1,31
E_{ies}	12		4,8	0,08
E_{tgn}		4	25,94	0,43
E_{tk}				2,46

E_{ap} – izejvielu apstrādes emisijas. Aprēķinos izmantoti praktiskie Latvijas rūpnīcu tehniskie dati par bioetanola ražošanas procesu un iekārtām.

Operācijas: graudu transports (padeve) no noliktavas, malšana, fermentēšana, izturēšana apcukurošana, dzesēšana, raudzēšana, destilācija, atūdeņošana, apstrāde spirta noliktavā.

Palīgoperācijas: ūdens sagatavošana, tvaika ražošana.

$$E_{ap} = E_{gt} + E_m + E_f + E_i + E_{ac} + E_{dz} + E_r + E_d + E_{at} + E_{ra} + E_{ūs} + E_{tr} \quad (36)$$

E_{gt} – graudu transportēšanas emisijas,

E_m – malšanas emisijas,

E_f – fermentu transporta, pievienošanas emisijas,

E_i – maisījuma sildīšanas un izturēšanas emisijas,

E_{ac} – maisījuma pārsūkņēšanas, maisīšanas un apcukurošanas tvertnē emisijas,

E_{dz} – maisījuma padeves caur dzesētāju un aukstā ūdens padeves emisijas,

E_r – raudzēšanas emisijas

E_d – destilācijas emisijas,

E_{at} – atūdeņošanas emisijas,

E_{tr} – tvaika ražošanas un padeves emisijas,

E_{sa} – spirta apstrādes noliktavā emisijas,

$E_{ūs}$ – ūdens sagatavošanas emisijas.

E_{ts} – spirta transportēšanas un sajaukšanas ar benzīnu iekārtām un sajaukšanas izmeši

Operācijas: transportēšana, denaturēšana un maisīšana.

E_{izm} – benzīna un spirta maisījuma transportēšana uz uzpildes stacijām un automašīnu ekspluatācijas vidējās emisijas.

Aprēķinu rezultāti parādīti 1.3.15. tabulā.

1.3.15. tabula

Emisijas	Patērēta elektrība kwh	Degvielas patēriņš l	Emisijas kgCO ₂ eq/ha	Emisijas gCO ₂ eq/MJ
E_{gt}		32	207,5	3,43
E_m	102		37,03	0,61
E_f	5		1,81	0,03
E_i	6		2,18	0,04
E_{ac}	4		1,45	0,02
E_{dz}	5		1,81	0,03
E_r			16980	28,1
E_d	6		2,18	0,04
E_{at}	5		1,81	0,03
E_{tvr}			3390,3	56,1
E_{sa}	5		1,81	0,03
$E_{ūs}$	22		7,99	0,13
E_{ts}	4	36	234,87	3,89
E_{ap}				98,47
E_{izm}		68	440,9	7,3
E_{pg}	6		2,18	0,04
E_{tm}	10	11	74,95	1,24
E_{bp}				1,28

$E_{ua}=0$, jo nav īpašu filtru

E_{as} – emisiju samazinājums par piesaistīto CO₂ lielumu audzējot kviešus 1ha piesaista 69,5 g CO₂ eq/MJ.

E_{bp} – blakus produktu izmantošanas emisijas. Salmi te netiek uzskatīti par blakusproduktu, bet par izejvielu enerģijas ražošanai. Kā blakusprodukts te tiek analizēts šķiedenis atbilstoši šodien izmantotajai tehnoloģijai.

$$E_{bp} = E_{pq} + E_{tm} \quad (37)$$

E_{pg} – pārsūknēšanas uz glabāšanas tvertni emisijas

E_{tm} – šķiedeņa iepildīšanas transporta līdzeklī un transportēšanas uz izliešanas lauku mēslošanai (alternatīva – lopu barošanai).

Kopējās emisijas:

$$E_{kop} = 3,85 + 1,82 + 2,46 + 98,47 + 7,3 + 1,28 + 0 - 69,5 + 0,52 = 46,2 \text{ gCO}_2\text{eq/MJ}$$

E_{bp} – paredzēts arī no šķiedrēna nākotnē ražot sauso raugu. Tad emisijas būtu sekojošas

$$E_{1bp} = E_p + E_z + E_f + E_{pn} + E_{tr} \quad (38)$$

E_p – šķiedrēna padošanas un žāvēšanas emisijas,

E_z – žāvēšanas emisijas,

E_f – fasēšanas emisijas,

E_{pn} – padošanas uz noliktavu emisijas,

E_{tr} – tvaika ražošanas un padeves emisijas,

E_{Rm} lietošanas maiņas emisiju izmaiņas pēc EN. ANNEX VII 7p. formulas.

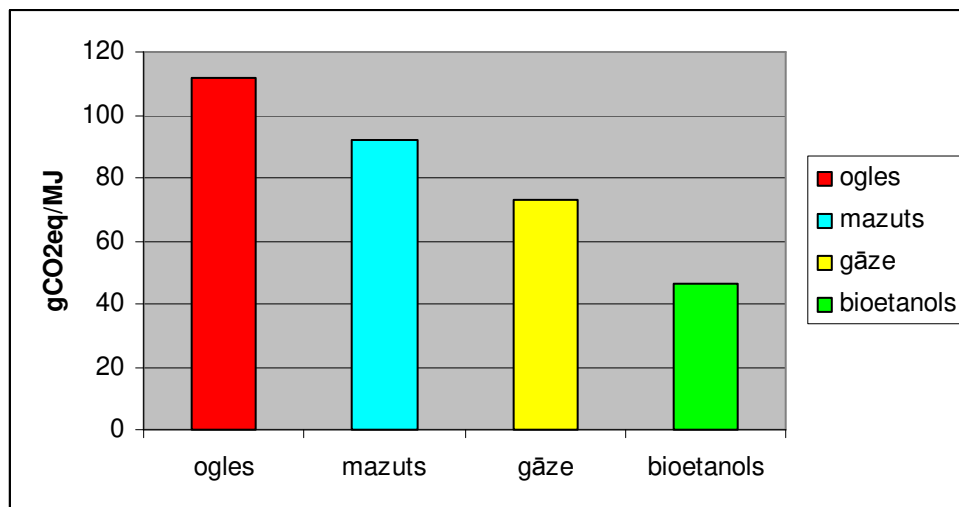
Emisiju ietaupījums 1 MJ enerģijas ražošanai, ja izmanto bioetanolu no graudiem aprēķinam kā komparatori ir izmantoti Lundas universitātes dati [8] $E_{fg}=73$; $E_{fm}=92$ un $E_{fo}=112$:

$$E_{sam} = E_f - E_{kop} = 73 - 46,2 = 26,8 \text{ gCO}_2\text{eq/MJ (gāzei, citiem aprēķiniem līdzīgi)}$$

Aprēķinu rezultāti apkopoti 1.3.16. tabulā un parādīti 1.3.5. attēlā.

1.3.16.tabula

Emisiju ietaupījums	gCO ₂ eq/MJ	%
Pret ražošanu nogāzes	26,8	36,7
Pret ražošanu no mazuta	45,8	49,8
Pret ražošanu no ogļēm	65,8	58,6



1.3.5. attēls. Emisijas no fosilajiem resursiem un bioetanola.

Ir būtiski, kādu resursu rūpnīca izmanto. Pēc Zviedrijas Lundas universitātes (P.Borjesson) datiem, gāzes vietā tvaika ražošanai izmantojot bioetanolu, emisijas var samazināt par 35,2%. Ja gāzes vietā izmanto mazutu, tad emisijas palielinās par 18% , bet ja ogles, tad palielinās par 32,8%.

1.5. Biodīzeļdegvielas iegūšanas un izmantošanas emisijas

$$E_{kop} = E_{izv} + E_{ap} + E_{tt} + E_{izm} + E_{bp} - E_{ua} - E_{as} - E_{koģ} \quad (39)$$

E_{kop} - kopējās emisijas
 E_{izv} - izejvielu ražošanas emisijas
 E_{ap} - izejvielu apstrādes emisijas
 E_{tt} - transportēšanas, tirdzniecības emisijas
 E_{izm} - resursa izmantošanas emisijas
 E_{bp} - blakusprodukta izmantošanas emisijas
 E_{ua} - ar lauku maiņu saistītās emisiju izmaiņas
 E_{as} -emisiju samazinājums par piesaistīto CO₂
 $E_{kog}=0$, jo koģenerācijas iekārtas nebūs

$$E_{izv} = E_m + E_{aa} + E_s + E_{ra} + E_{rn} + E_g \quad (40)$$

E_m - mēslošanas emisijas
 E_{aa} - augsnes apstrādes emisijas
 E_s - sējas darbu emisijas
 E_{ra} - ražās audzēšanas emisijas
 E_{rn} - ražas novākšanas un transportēšanas emisijas
 E_g - rapša sēklu iepildīšanas silosā un glabāšanas emisijas

$$E_{ap} = E_{ss} + E_e + E_{ms} + E_r + E_{\bar{u}} + E_g + E_{n\bar{u}} + E_{at} \quad (41)$$

E_{ss} - rapša sēklu izkraušana, padošanas un eļļas spiešanas emisijas
 E_e - eļļas padeves, glabāšanas un padeves uz reaktoru emisijas
 E_{ms} - metoksīda sagatavošanas emisijas
 E_r - eļļas un metoksīda padeves un sajaukšanas, kā arī sildīšanas emisijas
 $E_{\bar{u}}$ - ūdens sagatavošanas un padeves emisijas
 E_g - glicerīna transporta un fasēšanas emisijas
 $E_{n\bar{u}}$ - netīrā ūdens attīrīšanas emisijas
 E_{at} - atspiedu transportēšanas un fasēšanas emisijas

Aprēķinam izmantoti Latvijas biodīzeļdegvielas ražotnes ražošanas procesu un iekārtu tehniskie dati. Pieņemts, ka rapša sēklu raža 3t/ha. Aprēķinu rezultāti apkopoti 1.3.17. tabulā:

1.3.17. tabula

Emisijas apzīmējums	Patērēta enerģija kWh	Degvielas patēriņš l	Emisija kgCO ₂ eq/ha	Emisija gCO ₂ eq/MJ
E_m		5	32,42	0,73
E_{aa}		23	149,13	3,34
E_s		7	45,39	1,02
E_{ra}		4	25,94	0,58
E_{rn}		12	77,8	1,74
E_q	5	6	40,7	0,91
E_{izv}				8,32
E_{ss}	24	5	41,11	0,92
E_e	12		4,35	0,1
E_{ms}	8		2,9	0,07

E_r	28		10,16	0,22
$E_{\bar{u}}$	12		4,35	0,1
E_g		6	38,9	0,87
$E_{n\bar{u}}$	18		6,53	0,15
E_{at}		18	116,71	2,61
E_{ap}				5,04
E_{tt}		10	64,84	1,45
E_{eizmbd}				

$$E_{bp} = E_{izm} + E_{izmat}$$

E_{izmat} – glicerīna izmantošanas emisijas ietver transportēšanas emisijas un iepildīšanas emisijas fermenterī gāzes ražošanai.

$E_{izm. atsp}$ – atspiedas safasētas tiek transportētas uz spēkbarības rūpnīcu vai tieši uz izmantošanas vietu. Aprēķinātas kā transportēšanas emisijas.

E_{as} – CO_2 asimilācija no gaisa, pieņemts, ka graudos izmantojas 30%.

$$E_{kop} = 6,32 + 5,04 + 1,45 + 139,4 + 3,19 + 0,44 - 111,02 = 46,82 \text{ gCO}_2\text{eq/MJgCO}_2\text{eq/MJ}$$

Emisijas ietaupījums

$$E_{sam} = E_f - E_{kop} = E_{Fq} - E_k = (83,8 - 46,8) : 83,8 = 44,15\%$$

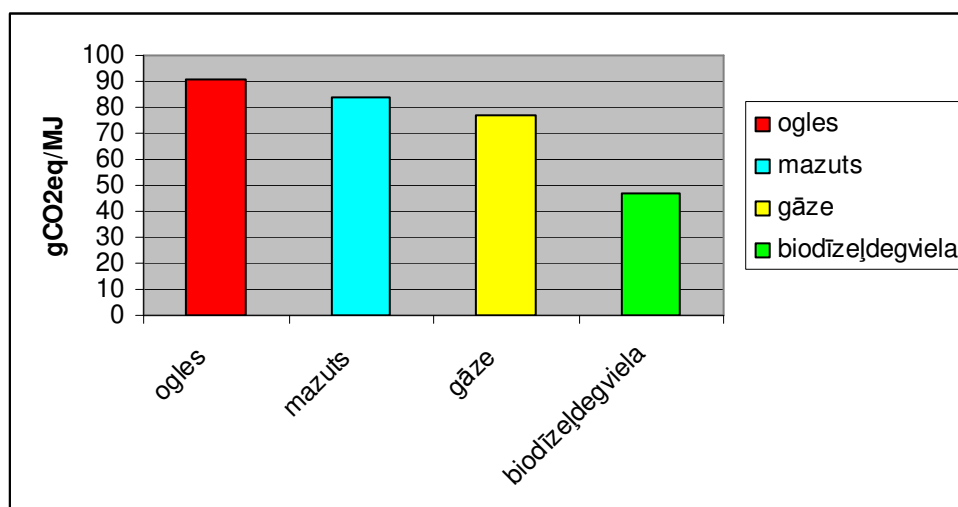
$$E_{sam} = E_F - E_{kop} = E_{Fog} - E_k = (91 - 46,8) : 91 = 48,57\%$$

$$E_{sam} = E_f - E_{kop} = E_{Fg} - E_k = (77 - 46,8) : 77 = 39,2\%$$

Rezultāti parādīti 1.3.18. tabulā un 1.3.6. attēlā.

1.3.18.tabula

N.p.k.	Emisiju ietaupījums	gCO_2eq/MJ	%
1.	Pret enerģijas ražošanu no gāzes	30,2	44,15
2.	Pret enerģijas ražošanu no mazuta	37	52,1
3.	Pret enerģijas ražošanu no oglēm	44,2	58,6
	Elektrības ražošanai		48,57
	Siltuma ražošanai		39,2



1.3.6. attēls. Emisijas no fosilajiem resursiem un biodīzeļdegvielas.

1.6. Biomasas resursu ranžējuma kritēriji.

Lai izvērtētu biomasu kā enerģijas resursu, var pielietot sekojošus kritērijus:

1. Biomasas potenciāls Latvijas apstākļos.
2. Enerģijas saražošanas no biomasas potenciāls.
3. SEG emisiju, ja ražo enerģiju no biomasas ietaupījums pret FER.
4. Resursa enerģētiskā vērtība.
5. Biomasas resursa ekonomiskā vērtība.

1.6.1. Biomasas resursu rangs pēc enerģijas saražošanas potenciāla.

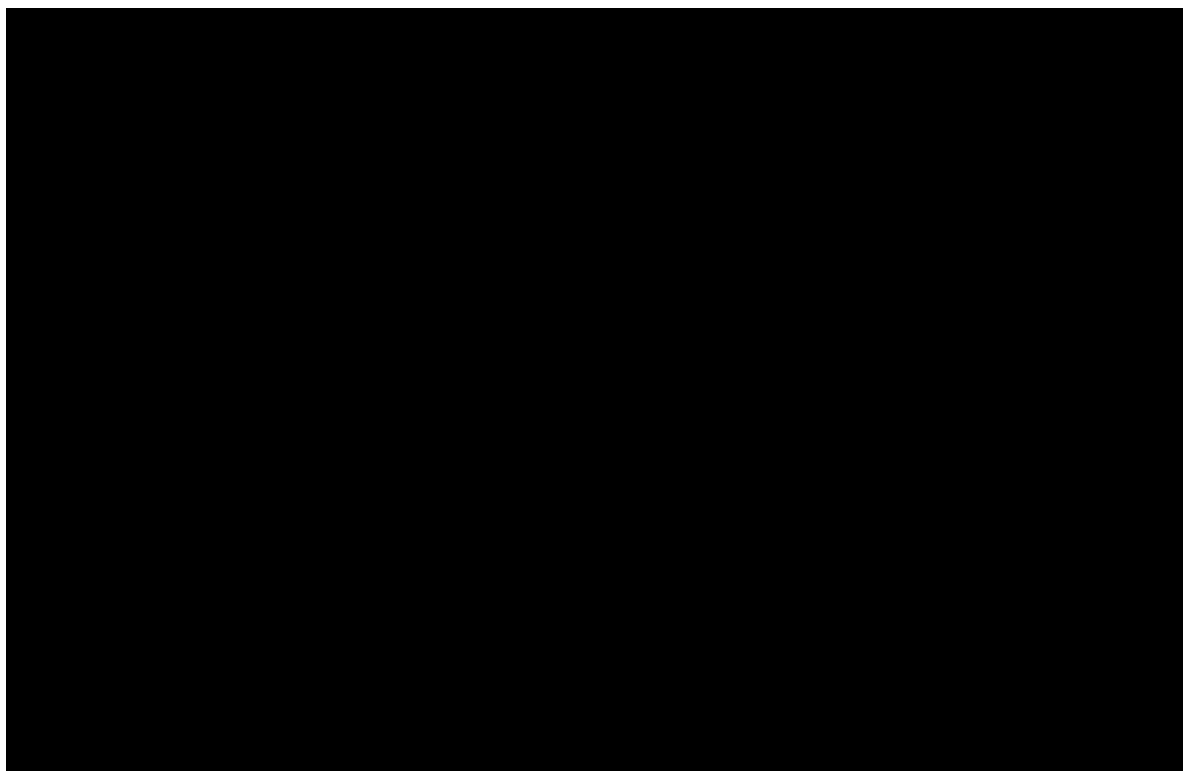
Izmantojot dažādus literatūras avotus [11], [8], [10] noskaidrots enerģijas saražošanas no biomasas potenciāls. Tas parādīts 1.6.1. tabulā un 1.6.1. attēlā. Protams, tas ir teorētisks pieņēmums un aprēķins, jo praksē varētu būt ievērojamas atšķirības. Tā, piemēram, rapša atspiedas būtu lietderīgāk izmantot lopbarībai, glicerolu arī labāk izmantot citās tehnoloģijās kā izejvielu.

Biogāzes ražošanas no enerģijas augiem potenciāls ir vēl lielāks. Aprēķini liecina, ka tās ražošanai izmantos ne vairāk kā 180000 ha lauksaimniecības zemes, bet nepilnīgi izmantoto zemju platības pašlaik Latvijā ir ievērojami lielākas. Piesardzīgais vērtējums ir saistīts ar to, ka šai tehnoloģijai Latvijā vēl nav plaša izplatība un ir spēcīgi FER lobiji.

1.6.1.tabula

Biomasa	Enerģija GWh/gadā
Meža produkti	13146
Enerģijas augi	9000
Glicerols	10,3
Rapšu spraukumi	140,8
Salmi	713,7
Kaļķu blakusprodukti	504,5
Liellopu mēsli	193,2
Cūku mēsli	118,8
Putnu mēsli	129,4

Pārtikas atkritumi	138
Notekūdeņu dūņas	42
Cietie sadzīves atkritumi	138
Šķiedenis	64
Kautuves atkritumi	12,6



1.6.1 attēls. Biomasas resursu rangs pēc enerģijas saražošanas potenciāla.

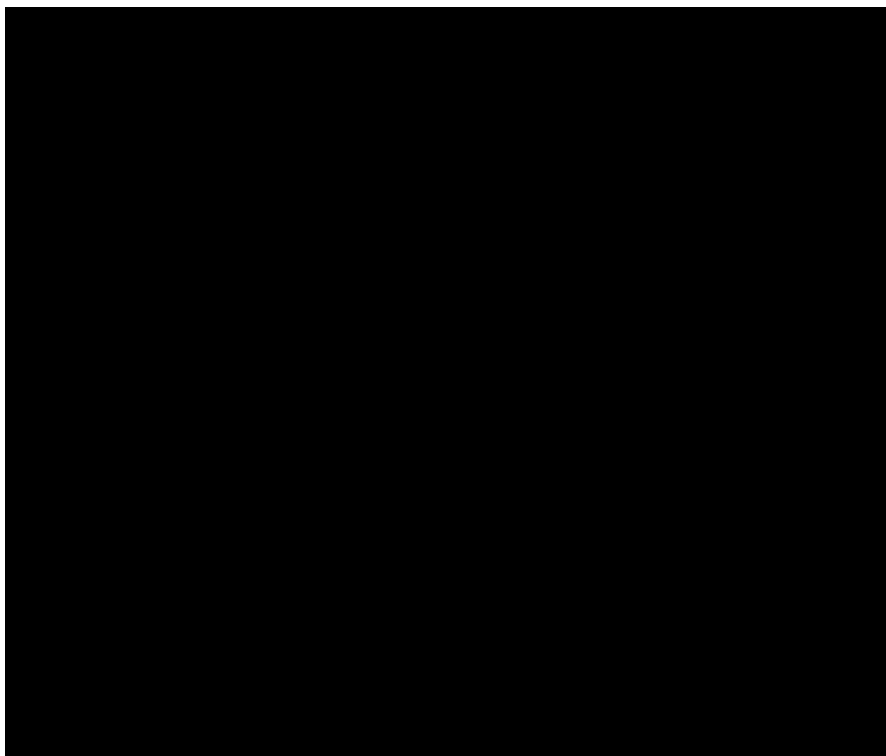
1.6.2. Biomasas resursu rangs atkarībā no SEG emisiju ietaupījuma pret FER.

Salīdzinot biomasas kā enerģijas resursu dzīves cikla emisijas ar fosilo enerģijas resursu emisijām, redzams, ka iespējams ievērojams emisiju ietaupījums. Vislielāko emisiju ietaupījumu var panākt, ja elektroenerģiju un siltumu ražo koģenerācijas iekārtās no biogāzes, kura iegūta no enerģijas augiem. Tas izskaidrojams ar to, ka veģetācijas periodā augi asimilē lielu daudzumu ogļskābās gāzes. Rangs parādīts 1.6.2.-1.6.7. tabulās un 1.6.2.-1.6.7.attēlos.

1.6.2.tabula

Rangs atkarībā no SEG emisiju ietaupījuma pret dabas gāzi.

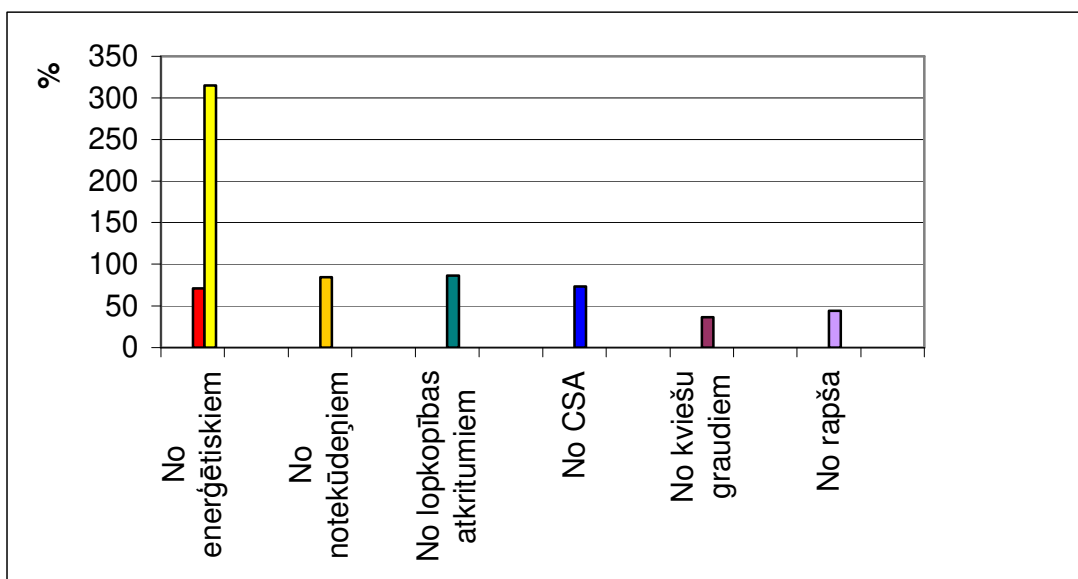
Emisiju ietaupījums	gCO₂eq/MJ	gCO₂eq/MJ ar CO₂ asimilāciju
No enerģētiskiem augiem	39,85	216,5
No notekūdeņiem	47,35	
No lopkopības atkritumiem	48,37	
No CSA	41,1	
No kviešu graudiem	26,8	
No rapša sēklām	30,2	
No salmiem	10,9	
No meža produktiem	11,9	



1.6.2.attēls. Rangs atkarībā no SEG emisiju ietaupījuma pret gāzi.

1.6.3.tabula

Emisiju ietaupījums	%	% ar CO ₂ asimilāciju
No enerģētiskiem augiem	71	386
No notekūdeņiem	84,4	
No lopkopības atkritumiem	86,2	
No CSA	73,2	
No kviešu graudiem	36,7	
No rapša sēklām	44,1	

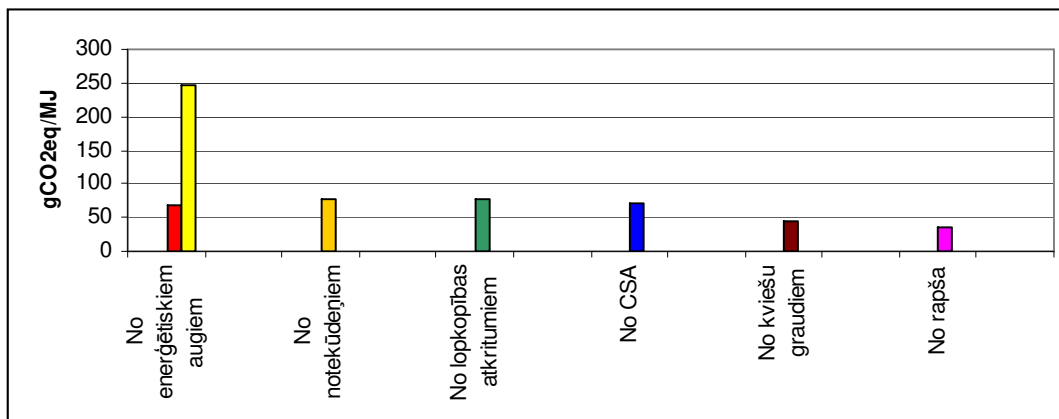


1.6.3.attēls. Rangs atkarībā no SEG emisiju ietaupījuma pret gāzi %

1.6.4.tabula

Rangs atkarībā no SEG emisiju ietaupījuma pret mazutu.

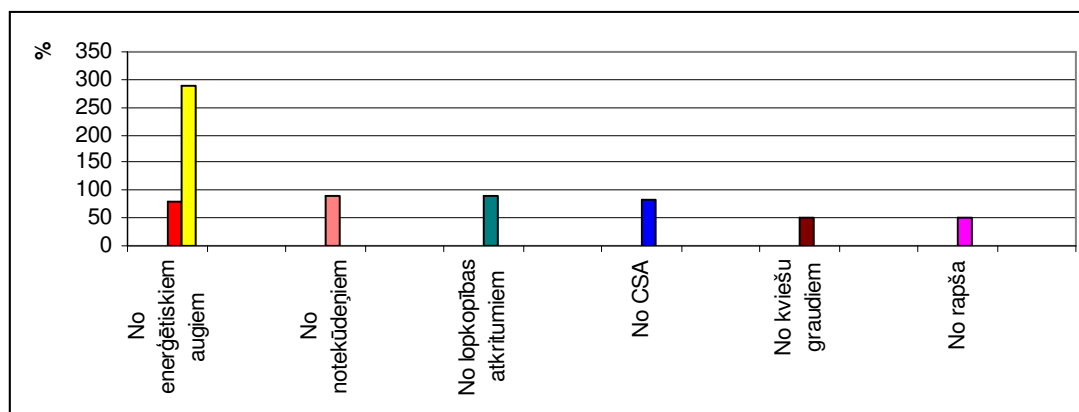
Emisiju ietaupījums	gCO ₂ eq/M J	gCO ₂ eq/MJ ar CO ₂ asimilāciju
No enerģētiskiem augiem	68,75	245,45
No notekūdeņiem	76,25	
No lopkopības atkritumiem	77,27	
No CSA	70	
No kviešu graudiem	45,8	
No rapša sēklām	37	



1.6.4. attēls. Rangs atkarībā no SEG emisiju ietaupījuma pret mazutu.

1.6.5.tabula

Emisiju ietaupījums	%	% ar CO ₂ asimilāciju
No enerģētiskiem augiem	80,8	288
No notekūdeņiem	89,7	
No lopkopības atkritumiem	90,9	
No CSA	82,3	
No kviešu graudiem	49,8	
No rapša sēklām	52,1	

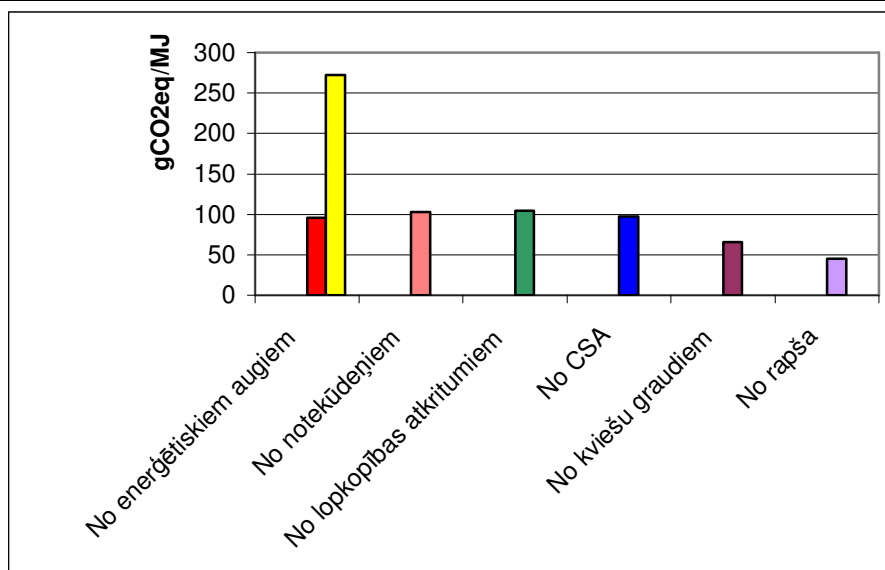


1.6.5.attēls. Rangs atkarībā no SEG emisiju ietaupījuma pret mazutu %.

1.6.6. tabula.

Rangs atkarībā no SEG emisiju ietaupījuma pret oglēm.

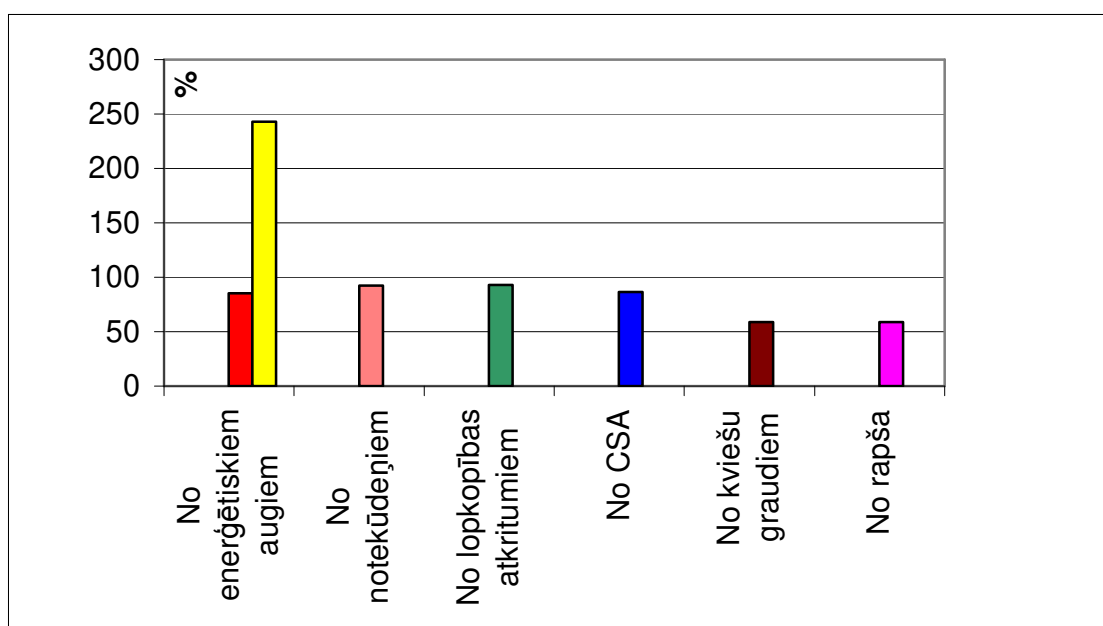
Emisiju ietaupījums	gCO ₂ eq/MJ	gCO ₂ eq/MJ ar CO ₂ asimilāciju
No enerģētiskiem augiem	95,75	272,45
No notekūdeņiem	103,25	
No lopkopības atkritumiem	104,27	
No CSA	97	
No kviešu graudiem	65,8	
No rapša sēklām	44,8	



1.6.6. attēls. Rangs atkarībā no SEG emisiju ietaupījuma pret oglēm.

1.6.7.tabula.

Emisiju ietaupījums	%	% ar CO ₂ asimilāciju
No enerģētiskiem augiem	85,5	243
No notekūdeņiem	92,2	
No lopkopības atkritumiem	93	
No CSA	86,6	
No kviešu graudiem	58,6	
No rapša sēklām	58,6	



1.6.7. attēls. Rangs atkarībā no SEG emisiju ietaupījuma pret ogleņiem %.

1.7. Secinājumi un priekšlikumi

1. Latvijā ir liels biomasas kā enerģijas resursa potenciāls, kurš šobrīd pārāk maz tiek izmantots.
2. No meža biomasas iegūtā enerģētiskās koksne ir ļoti perspektīvs siltuma enerģijas ražošanas avots, kas atbilst biodegvielu kritērijiem attiecībā uz paredzētajiem 35 % un 50 % CO₂ izmešu samazinājumu mērķiem.
3. Meža biomasas efektīvākai izmantošanai enerģētikā ir jāsamazina enerģētiskās šķeldas mitrums un jāpaaugstina sadedzināšanas iekārtu lietderības koeficienti;
4. Graudaugu salmu pārpalikums Latvijā ir 42%, no kuriem tehniski iespējams izmantot enerģētikā 14% jeb 174 tūkst. t, bet pārējos salmus ieteicams iestrādāt augsnē, nodrošinot augsnes organiskās vielas saglabāšanu.
5. Salmu biomasas izmantošana siltuma enerģijas ražošanai ir perspektīva un atbilst biodegvielu kritērijiem attiecībā uz paredzētajiem 35 % un 50 % CO₂ izmešu samazinājumu mērķiem.
6. Izvērtējot enerģijas ražošanas iespējas no katra biomasas resursa, redzams, ka vislielāko enerģijas daudzumu var dot meža produkti, kas arī atbilst kritērijiem attiecībā uz paredzētajiem 35 % un 50 % CO₂ izmešu.
7. Salmu biokurināmā izmantošana siltuma enerģijas ražošanai gan ķīpu, gan granulu veidā ir perspektīva un atbilst kritērijiem attiecībā uz paredzētajiem 35 % un 50 % CO₂ izmešu samazinājumu mērķiem, salīdzinot ar akmeņogļu, mazuta un dabas gāzes emisijām.
8. Ļoti liels un Latvijas apstākļos vēl gandrīz neizmantots potenciāls ir enerģijas un siltuma ražošanai no augiem ar lielu biomasas ražu – enerģijas augiem.
9. Vislielāko siltumnīcas efekta gāzu emisiju ietaupījumu dod biogāzes ražošana no enerģijas augiem. Veģetācijas periodā augi asimilē vairāk CO₂ kā emitē visā biogāzes ražošanas un izmantošanas ciklā.
10. Latvijas apstākļos no 1 ha lauka gadā var iegūt vairāk enerģijas kā no meža. Tādēļ vajadzētu izmantot tagad slikti vai nepilnīgi izmantotas lauksaimniecības zemes enerģijas

- augu audzēšanai un biogāzes ražošanai. Biogāzes ražotņu kopējā elektriskā jauda izmantojot enerģijas augus un organiskos atkritumus varētu būt ap 300 MWel.
11. Latvijas bioetanola ražotne raudzēšanas procesā rada lielu daudzumu CO₂ emisijas, kas izplūst atmosfērā. Nepieciešams tās lietderīgi izmantot.
 12. Analizējot jaunās ES piedāvātās direktīvas par biodegvielu ilgtspējības kritēriju pielietošanas iespējām citiem biomasas veidiem kā atjaunojamo enerģijas resursu izmantošanas veidiem enerģētikā, redzams, ka pētījumā apskatītajiem biomasas veidiem var pielietot noteiktos kritērijus. Visu biomasas resursu dzīves cikla emisiju ietaupījums salīdzinot ar fosilajiem enerģijas resursiem ir lielāks par 35 %.
 13. Pētījumā izstrādātās SEG emisiju aprēķina modeļa formulas ar nelielām korekcijām izmantojamas arī citiem biomasas veidiem. Katrā konkrētā gadījumā ir jāņem vērā resursa sagatavošanas vai izmantošanas tehnoloģisko operāciju īpatnības.

Izmantotā literatūra

1. www.volvotrucks.com
2. Emisiju kvotu sadales plāns 2008-2012 g. MK 2006.g. 28.12 rīkojums Nr. 1010
3. www.ebio.org Ariane de Dominicis. 31.01.2008 Biofuels Sustainability in the European Policy.
4. www.eurelectric.org Jauna pieeja drošas konkurētspējīgas enerģijas nodrošināšanā ar oglekli piesātinātā pasaulē.
5. www.elsevier.com T. Dalgaard et. All. A Model for Fossil Energy Use in Danish Agriculture.
6. A/S BLB Baltijas Termināls. Pārskats par siltumnīcas gāzu emisiju 2006. g.
7. Tehnisko pakalpojumu cenu aprēķins 2008. LLKC.
8. Pol Borjesson. Life cycle assesment of biofuels- how should we calculate? World Bioenergy 27-29.05.2008.
9. I. Zbicinski et all. Product design and Life cycle assesment. Lodz 2006.
10. www.lvgma.gov.lv
11. Lauksaimniecības atkritumu enerģētiskās vērtības un izmantošanas perspektīvu analīze un alternatīvo kurināmo izveide. Rīga 2006. Līg. 120706/s384.
12. http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/triticum_aestivum.html
13. Labas lauksaimniecības prakses nosacījumi Latvijai. ISBN 9984-596-23-0, - Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, 1999., 58 lpp.
14. Katlu māju konversija uz vietējo kurināmo – koksnes un citu biomasu. Rokasgrāmata tehniskajam personālam. BO valsts SIA Vides projekti.- Rīga, 2003, 50.lpp.
15. Atskaite par esošo enerģijas lietojumu Lubānas pilsētā, SIA "Ekodoma", 2008.g.12.lpp.
16. LR Ekonomikas ministrija, *Enerģētikas attīstības pamatnostādnes 2007.20 16.gadam*, 2006.
17. Bērziņš E. Graudu kaltēšanas enerģētika. Žurnāls „Padomju Latvijas lauksaimniecība”, Nr. 4. 1989, 36-40. lpp.
18. “Jaunas meža produktu un birstošo materiālu pneimoiimpulsu žāvēšanas metodes izpēte, Meža attīstības fonda 2005. gadā zinātniskā projekta pārskats, līguma Nr. 5 – 05_uzskaites numurs 180405/0-11, Latvijas Valsts Koksnes ķīmijas institūts, 2005, 26. lpp.
19. LV patents 12929B (Int. Cl. 7F26B3/10). Paņēmiens birstošu materiālu žāvēšanai pseidoverdošā slānī, hidrotriecienu viļņu ģeneratora žāvētava tā realizēšanai. Pieteikuma datums 25.04.2002. Publicēšanas datums 20.11.2002. Patenta publicēšanas datums 20.01.2003 (SIA ENDO IMPULSS).
20. <http://eur-lex.europa.eu/Notice.do?mode=dbl&lang=en&ihmlang=en&lng1=en,lv&lng2=bg,cs,da,de,el,en,es,et,fi,fr,hu,lt,lt,lv,mt,nl,pl,pt,ro,sk,sl,sv,&val=463505:cs&page=> (skatīts 20.10.2008).
21. <http://www.comfort.lv/?menu=55&lang=1> (skatīts: 15.10.2008.)
22. Textbook_Clean Energy_Intro_B1-B6. RETScreen GHG Emission Reduction Analysis Model. p.6.

Autors: A.Lazdiņš (Latvijas Valsts Mežzinātnes institūts „Silava”)

2. Meža biomasas izmantošanas paaugstināšanas iespēju analīze, modeļpētījumi un kritēriju sistēma aranžējumam pēc SEG emisiju samazinājuma

2.1. Metodika

Biomasas izmantošanas intensificēšana ir būtisks nosacījums Eiropas Savienības jauno klimata mērķu sasniegšanai – 20% siltumnīcefekta gāzu emisiju samazināšana salīdzinot ar 1990. gadu Eiropas Kopumā. Saskaņā ar klimata un enerģētikas tiesību aktu paketi paredzēts, ka emisijas kvotu tirdzniecības sistēmas (ETS) nozarēm būs līdz 2020.gadam jāsamazina emisijas par 21% salīdzinājumā ar 2005.gadu. Nozarēs, kas nav ietvertas ETS, piemēram, enerģētika, atkritumu apsaimniekošana, transports un lauksaimniecība Latvijai līdz 2020.gadam atļauts palielināt emisijas par 17% salīdzinājumā ar 2005.gadu. Faktiski prognozētais emisiju pieaugums sasniedz 50% salīdzinot ar 2005. gadu. ETS sektorā būtiska būs enerģētiskās koksnes resursu izmantošanas palielināšana siltumenerģijas ražošanā, bet nozarēs ārpus ETS tā būs ne tikai koksne, bet visa pārējā biomasas, kas iegūstama no lauksaimnieciskās darbības gan siltuma un elektroenerģijas ražošanai, gan biodegvielas iegūšanai autotransportam. Diskusija par biomasas ilgtspējības kritērijiem ir aizsākta Eiropas Savienībā, ņemot vērā pirmās paaudzes biodegvielas nenovērtēto ietekmi uz vidi, bet diskusijas virzība Eiropas Padomē liecina, ka kritērijus varētu attiecināt uz biomasu kopumā.

Ilgtspējības kritēriji, kas izvirzīti biokurināmajam, un izmantoti datu analīzē:

- biokurināmais neatbilst ilgtspējības kritērijiem, ja tas iegūts no bioloģiski vērtīgām teritorijām:
 - dabiskie meži, kuros saimnieciskās darbības ietekme ir minimāla,
 - Natura 2000 un citas aizsargājamas dabas teritorijas, izņemot gadījumus, kad biokurināmā ieguve neietekmē aizsargājamo sugu,
 - bioloģiski vērtīgās pļavas, kurās nenotiek saimnieciskā darbība,
- biokurināmais neatbilst ilgtspējības kritērijiem, ja tas iegūts no organiskām augsnēm:
 - purvi un mitrzesmes, kas ir ilgstoši piesātinātas ar ūdeni;
 - meži uz kūdras augsnēm;
- SEG emisiju samazinājumam, aizstājot fosilo kurināmo ar biokurināmo, jābūt vismaz 35% (pēc 2017.g. - vismaz 50%).
Darbā nav iekļauts kokrūpniecības un atkritumu saimniecības (reciklētās koksnes) biokurināmā potenciāls, kas novērtēts citos pētījumos.

2.2. Modeļpētījums Latvijā pieejamās koksnes biomasas izmantošanai enerģētikā

Pētījuma ietvaros novērtēti šādi biokurināmā resursu veidi:

- no kailcirtes;
 - sīkkoksne pameža tīrīšanā,
 - mežizstrādes atliekas,
 - celmi,
 - malka,
- no meža kopšanas;
 - mežizstrādes atliekas krājas kopšanā,
 - sīkkoksne jaunaudžu kopšanā,
- no citām meža zemēm;
 - sīkkoksne meža infrastruktūras objektu apaugumā,
 - sīkkoksne aizaugušās lauksaimniecības zemēs.

Platību un biokurināmā apjoma potenciāla novērtējumam no kailcirtes un kopšanas cirtēm izmantoti Valsts meža dienesta (VMD) dati par mežizstrādi 2007.gadā sadalījumā pa meža tipiem un ciršu izpildes veidiem, kas apvienoti grupās, atbilstoši augšanas apstākļiem (nabadzīgas, mitras un pārējās augsnes) (Tab. 2.2.1, Tab. 2.2.2) un izstrādes veidam (kailcirte, kopšanas cirte un pārējās cirtes) (Tab. 2.2.3). Visas cirsmas uz organiskajām augsnēm iekļautas mitro augšņu kategorijā, kas izslēgta no faktiski pieejamo biokurināmā aprēķina. Tāpat, no faktiski pieejamā biokurināmā apjoma izslēgtas cirsmas uz nabadzīgām minerālaugsnēm.

Īpaši nosacījumi, kas reglamentē mežizstrādes atlieku un celmu vākšanu un kas nav iekļauti mežizstrādes noteikumos, nepastāv, tāpēc aprēķinos pieņemts, ka tur, kur drīkst veikt mežizstrādi (kopšanas vai citāda veida cirti), drīkst veikt arī biokurināmā sagatavošanu.

Tab. 2.2.1 Meža tipu sadalījums pa grupām, atbilstoši mežizstrādes apstākļiem

Meža tips	Kods	Tipu grupa
Sils	Sl	Nabadzīgs
slapjais mētrājs	Mrs	Nabadzīgs
Mētrājs	Mr	Nabadzīgs
Lāns	Ln	Nabadzīgs
Vēris	Vr	Pārējie
Grīnis	Gs	Pārējie
Gārša	Gr	Pārējie
Damaksnis	Dm	Pārējie
viršu bārenis	Av	Pārējie
šaurlapju bārenis	As	Pārējie

Meža tips	Kods	Tipu grupa
platlapju bārenis	Ap	Pārējie
mētru bārenis	Am	Pārējie
slapjais vēris	Vrs	Slapjš
Purvājs	Pv	Slapjš
Niedrājs	Nd	Slapjš
Liekņa	Lk	Slapjš
viršu kūdrenis	Kv	Slapjš
šaurlapju kūdrenis	Ks	Slapjš
platlapju kūdrenis	Kp	Slapjš
mētru kūdrenis	Km	Slapjš
slapjā gārša	Grs	Slapjš
slapjais damaksnis	Dms	Slapjš
Dumbrājs	Db	Slapjš

Tab. 2.2.1 Mežizstrādes apjoma sadalījums pa ciršu izpildes veidiem un meža tipu grupām, [VMD, 2008]

Cirtes izpildes veids	Dati	Citi	Nabadzīgie	Pārējie	Slapjie	Kopā
Cirte pēc VMD	Ha		121	1 351	562	2 034
m ³		20 967	215 427	86 480	322 874	
Izlases cirte (EK.)	Ha		0	49	14	63
	m ³		71	1 345	397	1 813
Izlases (ainavu)	Ha	160	140	435	151	886
m ³	7 170	6 954	24 141	9 370	47 635	
Izlases cirte	Ha		346	3 014	607	3 967
m ³		27 978	186 522	37 864	252 364	
Izlases cirte pēc caurmēra	Ha		1	30	9	40
	m ³		120	2 307	1 146	3 573
Izlases cirtes pēdējais paņēmieni	Ha		36	38	2	76
	m ³		4 027	5 502	161	9 690

Cirtes izpildes veids	Dati	Citi	Nabadzīg e	Pārējie	Slapjie	Kopā
Jaunaudžu kopšana	Ha		1	78	6	85
	m³		22	1 116	132	1 270
Kailcirte	Ha	1	2 068	21 646	6 000	29 716
m³	194	540 526	5 187 716	1 278 582	7 007 019	
Kailcirte ar sēklas	Ha		201	22	9	232
m³		47 981	6 120	1 386	55 487	
Kailcirte pēc	Ha		285	1 377	303	1 965
m³		54 879	289 653	55 782	400 314	
Kopšanas cirte	Ha	6	8 375	29 117	11 188	48 685
m³	204	220 655	873 840	338 474	1 433 172	
Nelikumīga izlases cirte	Ha		28	77	17	122
	m³		238	2 221	569	3 028
Nelikumīga kailcirte	Ha		2	31	13	46
	m³		248	3 846	1 561	5 655
Sanitārā cirte	Ha		2 232	12 486	2 483	17 201
m³		19 055	170 699	37 096	226 850	
Sanitārā izlases	Ha		3	3	2	9
	m³		9	176	35	220
Sēklas koku novākšana	Ha		117	38		155
	m³		5 048	649		5 697
Vienlaidus cirte	Ha		52	650	139	842
m³		2 257	40 206	9 065	51 528	
Vienlaidus (citas)	Ha	286	276	479	149	1 190
m³	17 299	54 319	84 328	25 620	181 566	
Kopā izcirstā platība, ha		454	14 285	70 921	21 652	107 312
Kopā izcirstā krāja, m³		24 867	1 005 354	7 095 814	1 883 720	10 009 755

Tab. 2.2.2 Cirtes izpildes veidu sadalījums pa grupām

Cirtes izpildes veids	Grupa
Sēklas koku novākšana	Citas
Nelikumīga kailcirte	Citas

Cirtes izpildes veids	Grupa
Nelikumīga izlases cirte	Citas
Cirte pēc VMD sanitārā atzinuma	Citas
Jaunaudžu kopšana	Jaunaudzes
Vienlaidus (citas)	Kailcirte
Vienlaidus cirte (EK.)	Kailcirte
Kailcirte pēc caurmēra	Kailcirte
Kailcirte ar sēklas koku atstāšanu	Kailcirte
Kailcirte	Kailcirte
Sanitārā izlases	Kopšana
Sanitārā cirte	Kopšana
Kopšanas cirte	Kopšana
Izlases cirtes pēdējais paņēmieni	Kopšana
Izlases cirte pēc caurmēra	Kopšana
Izlases cirte	Kopšana
Izlases (ainavu)	Kopšana
Izlases cirte (EK.)	Kopšana

Potenciālie resursi mežizstrādē un meža kopšanā novērtēti atbilstoši mežizstrādes apjomam un LVMI Silava sadarbībā ar Zviedrijas mežu institūtu Skogforsk un A/s Latvijas valsts meži (LVM) izstrādāto pētījumu rezultātiem [Lazdāns et al., 2005], [Thor et al., 2005], [Lazdāns & Lazdiņš, 2006], [Thor et al., 2008] (Tab. 4,). Tehnoloģiskie zudumi novērtēti, balstoties uz pētījumu ([Thor et al., 2005], [Thor et al., 2008], [Lazdāns & Lazdiņš, 2006]) rezultātiem un, aptaujājot nozares ekspertus Latvijā un Zviedrijā (Tab. 5). Saskaņā ar ekspertu viedokli, šie dati var būt visai aptuveni attiecībā uz sīkkoku izstrādi.

Biokurināmā potenciāls meža infrastruktūras objektos un aizaugušās nemeža zemēs novērtēts, izmantojot Meža resursu monitoringa (MRM) datus par šo zemju izplatību un LVMI Silava īstenoto pētījumu rezultātus [Lazdāns & Zimelis, 2008], [Lazdiņš et al., 2007], [Lazdiņš et al., 2008]. Biokurināmā potenciāls meža infrastruktūras objektos novērtēts, izdalot faktisko krāju šajos objektos⁸ ar 30 gadiem, kas pieņemts par rotācijas periodu meža infrastruktūras objektu apauguma novākšanai. Aizaugušajās nemeža zemēs aprēķins veikts, izejot no pieņēmuma, ka apaugums no visām aizaugušajām nemeža zemēm tiks novākts 10 gadu laikā, neņemot vērā krājas pieaugumu (vidēji mazāks par $1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ gadā).

⁸ Saskaņā ar MRM datiem.

Tab. 2.2.3 tabula: Mežizstrādes atlieku un celmu īpatsvars no izstrādāto apaļo sortimentu apjoma⁹

Koku suga	Egle	Lapu koki	Priede
Mežizstrādes atliekas, t_{sausnas}/m^3	15%	14%	7%
Celmi, t_{sausnas}/m^3	12%	12%	12%

Tab. 2.2.4 Mežizstrādes atlieku un celmu īpatsvars no izstrādāto apaļo sortimentu apjoma

Tehnoloģiskie zudumi	Malka	Sīkkoksne pameža tīrīšanā	Mežizstrādes atliekas galvenajā cirtē	Celmi galvenajā cirtē	Mežizstrādes atliekas krājas kopšanā	Sīkkoksne jaunaudzē kopšanā	Sīkkoksne meža infrastruktūras objektu apaugumā	Sīkkoksne nemeža zemēs
% no krājas	1%	30%	30%	40%	30%	0%	5%	5%

Biokurināmā ražošanas izmaksu, darbietilpības, tehnikas noslodzes un emisiju aprēķiniem izmantoti aprēķinu modeļi, kas izstrādāti LVMI Silava sadarbībā ar Skogforsk un LVM izstrādāto projektu ietvaros [Thor et al., 2005], [Thor et al., 2008] un [Lazdiņš et al., 2007], aktualizējot degvielas izmaksas un citas izmaksu pozīcijas, kas pēc projektu īstenošanas ir mainījušās. Visiem biokurināmā veidiem aprēķini veikti, pieņemot, ka izstrādi veic ar mežizstrādes mašīnas krāna galā stiprināmu griezējgalvu ar vai bez akumulējošās funkcijas. Vidējais biokurināmā piegādes attālums pieņemts 50 km, bezceļa pievešanas attālums (ar pievedējtraktoru) – 0,5 km, bet biokurināmā kravas tilpums, transportējot pa ceļu – 70 m³.

Tilpuma un biomasas pārrēķini veikti atbilstoši oglekļa piesaistes un emisiju aprēķinu metodikai, kas apkopoti pārskatā par Meža monitoringa valsts programmas 2008.gadam uzdevumu izpildi [Lazdiņš & Bārdulis, 2008]. Kurināmā sadegšanas siltums dažādiem kurināmā veidiem aprēķināts atbilstoši pētījuma par biokurināmā ieguvu jaunaudzēs, meža infrastruktūras objektos un celmu izstrādē rezultātiem, ņemot vērā kurināmā blīvumu, mitruma un pelnvielu saturu [Thor et al., 2008].

Biokurināmā kvalitatīvie rādītāji pelnu ražošanas un izmantošanas apjomu aprēķiniem ņemti no biokurināmā tehniskajiem standartiem (Tab. 2.2.6), aprēķinos izmantojot vidējo rādītāju starp skujkokiem un lapu kokiem. Tie mežizstrādes atlieku kvalitatīvie rādītāji, kas standartos nav iekļauti, ņemti no citiem biokurināmā veidiem – biokurināmais ar vai bez neliela mizu piejaukuma. Celmu kurināmā ķīmiskais sastāvs pieņemts tāds pats kā mežizstrādes atliekām, jo literatūrā pieejamie dati par celmu koksnes ķīmisko sastāvu ir pretrunīgi un nepilnīgi. Visi sīkkoki pielīdzināti biokurināmajam ar vai bez nelielu mizu piejaukumu.

Faktiskais pelnvielu un sadegšanas zudumu apjoms sīkkokiem un mežizstrādes atliekām pieņemts,

⁹ Celmu apjoma aprēķinā nav iekļauti tehnoloģiskie zudumi.

balstoties uz ekspertu viedokli par centralizētās siltumapgādes sistēmu darbību Latvijā – 5% no sadedzinātās biomasas [Lazdāns et al., 2005], savukārt, pelnu sadegšanas zudumu apjoms (9% no sadedzinātās biomasas) pieņemts, balstoties uz zviedru eksperta viedokli.

Koksnes pelnu izmantošanai nepieciešamā platība novērtēta, izmantojot prasības notekūdeņu dūņu un to kompostu izmantošana (Tab. 2.2.7) un tehniskajos standartos pieejamos

Tab. 2.2.5 tabula: Biokurināmā kvalitatīvie rādītāji¹⁰

Parametrs	Mērv.	Biokurināmais ar vai bez neliela mizu piemaisījuma		Mežizstrādes atliekas ¹¹	
		Skujkoki	Lapu koki	Skujkoki	Lapu koki
Pelni	%	0,30%	0,30%	2%	2%
Augstākais sadegšanas siltums	kWh kg ⁻¹	5,69	5,61	5,83	5,56
Zemākais sadegšanas siltums	kWh kg ⁻¹	5,33	5,28	5,56	5,28
C	% bezpelnu	51%	49,00%	52%	52%
H	% bezpelnu	6%	6%	6%	6%
O	% bezpelnu	42%	44%	41%	41%
N	% bezpelnu	0,10%	0,10%	0,50%	0,50%
S	% bezpelnu	0,02%	0,02%	0,04%	0,04%
Cl	% bezpelnu	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%
Al	mg kg _{sausnas} ⁻¹	100	20	100	20
Ca	mg kg _{sausnas} ⁻¹	900	1200	5000	4000
Fe	mg kg _{sausnas} ⁻¹	25	25	25	25
K	mg kg _{sausnas} ⁻¹	400	800	2000	1500
Mg	mg kg _{sausnas} ⁻¹	150	200	800	250
Mn	mg kg _{sausnas} ⁻¹	147	83	251	120
Na	mg kg _{sausnas} ⁻¹	20	50	200	100
P	mg kg _{sausnas} ⁻¹	60	100	500	300
Si	mg kg _{sausnas} ⁻¹	150	150	3000	150

¹⁰ Atbilstoši LVS CEN/TS 14961 "Cietās biodeģvielas. Degvielu specifikācijas un klases" standartam.

¹¹ Ar sarkanu krāsu iezīmēti tie elementi, kuru koncentrācija paņemta no tabulas par biokurināmo ar vai bez neliela mizu piemaisījuma.

		Biokurināmais ar vai bez neliela mizu piemaisījuma		Mežizstrādes atliekas ¹¹	
Cd	mg kg _{sausnas} ⁻¹	0,1	0,1	0,2	0,1
Cr	mg kg _{sausnas} ⁻¹	1	1	1	1
Cu	mg kg _{sausnas} ⁻¹	2	2	2	2
Hg	mg kg _{sausnas} ⁻¹	0,02	0,02	0,03	0,02
Ni	mg kg _{sausnas} ⁻¹	0,5	0,5	0,5	0,5
Pb	mg kg _{sausnas} ⁻¹	2	2	3	5
Zn	mg kg _{sausnas} ⁻¹	10	10	10	10

Tab. 2.2.6 tabula. Smago metālu un fosfora gada emisijas robežvērtības augsnēs (5 gadu deva)¹²

Elements	Mērvienība	Maks. pieļaujamā deva
Cd	g/ha	30
Cr	g/ha	600
Cu	g/ha	1000
Hg	g/ha	8
Ni	g/ha	250
Pb	g/ha	300
Zn	g/ha	5000
P	kg/ha	40

Pētījuma ietvaros dažādiem biokurināmā veidiem novērtēts:

- ☐ potenciāli pieejamais apjoms – kopējais resursu apjoms, neņemot vērā izstrādes apstākļus un tehnoloģiskos zudumus;
- ☐ faktiski pieejamais apjoms – resursi, kas atrodas izstrādei piemērotos apstākļos;
- ☐ izstrādājama apjoms – faktiski pieejamie resursi, atskaitot tehnoloģiskos zudumus;
- ☐ platība – viena gada laikā izstrādājamā platība;
- ☐ izstrādājama apjoms uz platības vienību.

Jāņem vērā, ka uz daudziem kurināmā veidiem attiecas viena un tā pati izstrādājamā platība, piemēram, visi kurināmā veidi, ko iegūst kailcirtē. Celmu izstrādei piemērotā platība pieņemta

¹² Saskaņā ar MK noteikumu Nr.362 (01.11.2008.) "Noteikumi par notekūdeņu dūņu un to komposta izmantošanu, monitoringu un kontroli" prasībām attiecībā uz notekūdeņu dūņām un to kompostiem.

lielāka, nekā mežizstrādes atliekām, jo tajā iekļautas arī mitrās minerālaugsnes.

Modelpētījums ir sadalīts 4 sadaļās:

- ☐ ražošana;
- ☐ informācija par saražoto kurināmo;
- ☐ sadedzināšanas atlieku raksturojums;
- ☐ sadedzināšanas atlieku izmantošana.

Biokurināmā ražošanā iekļautie darba etapi ir:

- ☐ izstrāde;
- ☐ pievešana;
- ☐ ceļu transports līdz terminālam;
- ☐ smalcināšana;
- ☐ iekraušana;
- ☐ ceļu transports līdz patēriņa vietai.

Novērtējot biokurināmā ražošanu, aprēķināti šādi rādītāji:

- ☐ laika patēriņš ražošanā¹³¹⁴;
- ☐ izmaksas;
- ☐ oglekļa emisijas ražošanas procesā;
- ☐ nepieciešamais tehnikas vienību skaits;
- ☐ nepieciešamais operatoru skaits¹⁵.

Informācija par saražoto kurināmo ietver:

- ☐ izstrādājamo apjomu ($t\ ha^{-1}$, $t_{sausnas}$ gadā, $t\ C$ gadā, MWh gadā);
- ☐ laika patēriņu ražošanā (E_0 stundas $t_{sausnas}$);
- ☐ oglekļa emisijas ražošanas procesā ($kg\ t_{sausnas}^{-1}$);
- ☐ izmaksas ($Ls\ t_{sausnas}^{-1}$);
- ☐ kopējās ražošanas izmaksas (Ls gadā);
- ☐ oglekļa emisijas (t gadā, kg uz $1\ t\ C_{kurināmā}$, kg uz $1\ MWh$);
- ☐ oglekļa emisijas pret saražoto kurināmo (C_{in} / C_{out});
- ☐ ieņēmumi no kurināmā realizācijas un plānotā peļņa (Ls gadā).

Sadedzināšanas atliekas raksturotas pēc to sastāva, apjoma un izmantošanai nepieciešamās platības:

- ☐ sadedzināšanas atlieku apjoms – $t\ ha^{-1}$ un t gadā;
- ☐ minerālelementi pelnos (t gadā un $kg\ t^{-1}$), tajā skaitā Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Si, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn;
- ☐ minerālelementu iznese no meža vai nemeža zemes, veicot biokurināmā sagatavošanu ($kg\ ha^{-1}$), tajā skaitā H, O, N, S, Cl, Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Si, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn;
- ☐ pelnu izmantošanai nepieciešamās platības aprēķins ($ha\ gadā^{-1}$) un 5 gadu rotācijas ciklā, kādu parasti pielieto enerģētiskās koksnes plantāciju audzēšanā.

¹³ Visām tehnikas vienībām pieņemts 2 maiņu darba laiks.

¹⁴ Visos darba laika patēriņa aprēķinos izmantots efektīvais laiks (E_0).

¹⁵ Strādājot 2 maiņās un mainoties 3 operatoriem uz 1 mašīnas.

Sadedzināšanas atlieku izmantošanā iekļauta:

- ☐ iekraušana siltumapgādes uzņēmumā;
- ☐ ceļu transports līdz patēriņa vietai (vidēji 50 km);
- ☐ iekraušana izklieģētājā;
- ☐ izklieģēšana.

Sadedzināšanas atlieku izmantošanas aprēķinā nav ņemtas vērā mitruma satura izmaiņas pelnos, atkarībā no pielietotās pelnu sedimentēšanas tehnoloģijas, kā arī nav nodalīta vieglā (piesārņotākā) un smagā pelnu frakcijas.

Sadedzināšanas atlieku izmantošanas aprēķins ietver:

- ☐ laika patēriņu ražošanā;
- ☐ oglekļa emisijas ražošanas procesā¹⁶;
- ☐ nepieciešamo tehnikas vienību skaita aprēķinu;
- ☐ nepieciešamo operatoru skaita aprēķinu;
- ☐ ražošanas izmaksas.

Kopsavilkumā par kurināmā apjomu, emisijām un izmaksām sasummēti kurināmā ražošanas un sadedzināšanas atlieku rādītāji, iegūstot faktiskos datus par dažādu kurināmā veidu ražošanas izmaksām, emisijām un to samazināšanas potenciālu, darba laika ieguldījumu un nepieciešamo tehniku.

Atsevišķi kopsavilkumā sagatavota kurināmā raksturojuma tabula, kurā ietverti šādi dati:

- ☐ bēruma blīvums (t ber.m^{-3});
- ☐ mitruma saturs (%);
- ☐ sadedzināšanas atlieku saturs (%);
- ☐ zemākais sadegšanas siltums (MWh ber.m^{-3});
- ☐ kopējais kurināmā apjoms (ber.m^3);
- ☐ Kurināmā pašizmaksa (Ls ber.m^{-3});

Malkai, kas ir vienīgais šajā darbā analizētais gabalkoksnes kurināmā veids, aprēķini veikti uz krautmetriem.

¹⁶ Oglekļa emisijas pārrēķins veikts uz biomasas, nevis pelnu tonnām.

2.2.1 Kritēriju izvēle Latvijā pieejamo koksnes biomasas resursu ranžējumam pēc SEG emisiju samazinājuma potenciāla

Biokurināmā koksnes ranžējumu pēc SEG emisiju samazinājuma potenciāla veikta, izmantojot modeļpētījumu rezultātus, salīdzinot dažādu enerģētiskās koksnes veidu potenciālu un ar to ražošanu saistītās emisijas. Kurināmā sagatavošanas cena šajā ranžējumā nav ņemta vērā, jo, pateicoties jaunu mežizstrādes tehnoloģiju ienākšanai praksē, ražošanas izmaksas strauji mainās. Bez tam, jāņem vērā, ka vairumā gadījumu biokurināmais ir blakusprodukts citām mežsaimnieciskām darbībām un kurināmā realizācija šādos gadījumos ļauj samazināt mežsaimniecisko darbu izmaksas, nevis dod peļņu. Raksturīgs piemērs ir jaunaudžu kopšana, kas ir viens no dārgākajiem meža apsaimniekošanas etapiem, tāpēc biokurināmā ražošana var motivēt meža īpašniekus veikt kopšanu, samazinot ar to saistītās izmaksas. Otrs piemērs ir celmu izstrāde, kas uzlabo augsnes struktūru un ļauj sagatavot augsni jaunajai meža paaudzei, tādējādi celmu kurināmā sagatavošanas izmaksās ietilpst arī daļa meža atjaunošanas izmaksu.

Lai sniegtu objektīvu priekšstatu par kurināmā patēriņu ražošanas procesā, aprēķinos izmantoti dati par praksē izmantojamajām tehnoloģijām, nevis energoefektīvākajiem tehniskajiem risinājumiem. Piemēram, saiņošanas tehnoloģijas ieviešana un presētu mežizstrādes atlieku un sīkkoku pievešana patēriņa vietā, kur tos sasmalcinātu ar elektrību darbināmi šķeldotāji, ļauj samazināt oglekļa emisijas līdz 30%, tomēr dažādu tehnisku un organizatorisku iemeslu dēļ Latvijā šī tehnoloģija pagaidām nav guvusi īpašu popularitāti.

Faktisko SEG emisiju samazināšanas potenciālu katram koksnes kurināmā veidam veido starpība starp oglekļa krāju tehniski pieejamajā biokurināmajā un oglekļa daudzumu tā ražošanas un sadedzināšanas atlieku izmantošanas procesā patērējamajā kurināmajā. Sadedzināšanas efektivitāte¹⁷ malkas krāsniņā pieņemta 50%, beramā kurināmā ūdenssildāmajiem katliem – 70%.

Visi darbā ietvertie biokurināmā veidi novērtēti attiecībā pret to SEG emisiju samazinājuma potenciālu, aizstājot fosilo kurināmo (dabasgāzi) ar biokurināmo, novērtējot vai tas ir vismaz 50%. Dabasgāzes katlu oglekļa emisijas pieņemtas 55,82 kg GJ⁻¹ (201 kg MWh⁻¹), atbilstoši LVĢMA aprēķinu metodikai [LVĢMA, 2003].

2.2.2. Biomasas izmantošanas intensificēšanas iespēju analīze

Pētījuma ietvaros no potenciālajiem (vēl neizmantotajiem) enerģētiskās koksnes resursu veidiem atskaitīti tie biokurināmā veidi, kas jau ir apgūti (malka) un kuru apgūšana nerada būtisku SEG emisiju samazinājumu (aizstājot fosilo kurināmo ar attiecīgo resursu veidu, netiek panākts vismaz 50% emisiju samazinājums). Resursi, kuru izmantošana var radīt negatīvu ietekmi bioloģisko daudzveidību (nabadzīgie meža tipi un meža zemes ar ierobežotu saimniecisko darbību), atskaitīti no potenciālo resursu apjoma jau modeļpētījumu izpildes laikā.

Šajā nodaļā nav atsevišķi analizētas privātās apkures sistēmas, kas izmanto gabalkoksni vai granulas, kā arī granulu ražošanas process, kas vērsts galvenokārt uz biokurināmā eksporta potenciālā palielināšanu. Aizstājamā fosilā kurināmā apjoms novērtēts atbilstoši Valsts statistikas

¹⁷ Vidējais lietderības koeficients.

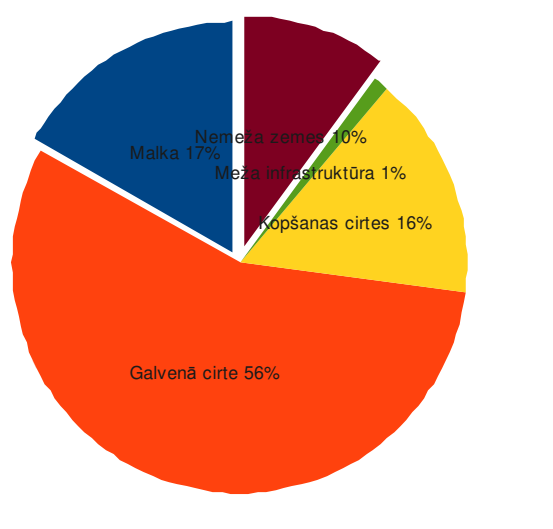
pārskatā Nr.2 “Gaiss” apkopotajiem datiem par dažādu kurināmā veidu patēriņu centralizētajās sistēmās un ražošanas procesos 2007.gadā. Šis aprēķins nav saistīts ar koksnes izmantošanas tehnoloģijām un to efektivitāti, bet parāda primārās biokurināmā enerģijas potenciālu, ko var izmantot aprēķinos, modelējot dažādu enerģētiskās koksnes izmantošanas un pārstrādes tehnoloģiju pielietošanas iespējas.

2.3. Rezultātu analīze

2.3.1. Latvijā pieejamās koksnes biomasas izmantošanas potenciāls

SEG emisijas un to samazināšanas potenciālu enerģētiskās koksnes ražošanas un atkritumproduktu pārstrādes ciklā nosaka, kā modeļa objektu izmantojot oglekli, kas ir viens no būtiskākajiem un vieglāk aprēķināmajiem SEG komponentiem, kas netieši raksturo arī pārējo SEG komponentu izmešus vai to samazinājumu. Pētījuma ietvaros noteiktas tiešās oglekļa emisijas fosilā kurināmā sadedzināšanas rezultātā dažādos tehnoloģiskajos procesos enerģētiskās koksnes ražošanas un piegādes procesā uz vienu primārās enerģijas mērvienību (MWh) un fiziskajām kurināmā mērvienībām (t_{sausnas} un ber.m^3), kā arī kopējo emisiju apjomu, pārrēķinot emisijas uz potenciālo resursu apjomu sadalījumā pa resursu grupām. Papildus ar atkritumproduktu utilizāciju saistīto oglekļa emisiju noteikšanai aprēķināts ar pelnu transportēšanu un izkliešanas saistītais degvielas patēriņš. Visiem koksnes resursu veidiem ar atkritumproduktu utilizāciju saistītās emisijas aprēķinātas pēc vienotas metodikas.

Biokurināmā resursu, ar tiem saistīto emisiju, izmaksu, cilvēkresursu un tehnikas izmantošanas apjoma aprēķinu gaita atspoguļota 3.pielikumā. Kopsavilkums par dažādu biokurināmā resursu apjomu dots Tab. 2.3.1. Kopējais potenciāli pieejamais biokurināmā apjoms atbilstoši mežizstrādes apjomam 2007.gadā un darba ietvaros veiktajiem pieņēmumiem par infrastruktūras objektu un nemeža zemju apauguma izstrādi, ir 3 964 833 t sausnas gadā, faktiski pieejamais apjoms ir 3 318 098 t sausnas gadā, bet tehniski iegūstamais apjoms 2 480 378 t sausnas gadā (62% no potenciālo resursu apjoma. Vairāk, nekā pusi tehniski pieejamā biokurināmā, neskaitot malku, nodrošina kailcirtes (Att. 2.3.1). Meža infrastruktūras potenciāls saskaņā ar citiem pētījumiem var būt ap 100 tūkst. t_{sausnas} gadā, tomēr šie dati nav pārbaudīti attiecībā uz privāto mežu infrastruktūru [Lazdāns & Zimelis, 2008]. Arī attiecībā uz malku šajā darbā izmantotas piesardzīgas prognozes, saskaņā ar LVM ekspertu viedokli malkas sortimenta apjoms varētu atbilst 720 tūkst. t_{sausnas} (par 42% vairāk, nekā izmantots aprēķinos šajā darbā).



Att. 2.3.1 Biokurināmā resursu sadalījums

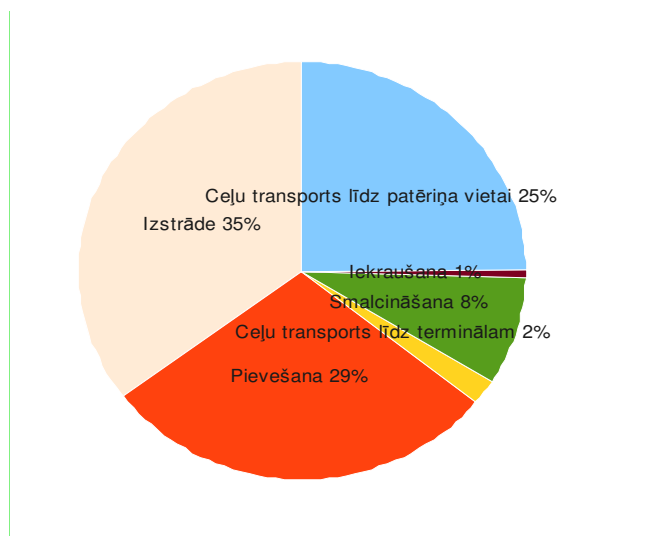
Lielākā izstrādājamā krāja uz platības vienību ir celmiem un mežizstrādes atliekām galvenajā cirtē, attiecīgi, 26 un $21 \text{ t}_{\text{sausnas}} \text{ ha}^{-1}$, mazākā krāja – sīkkokiem pamežā un mežizstrādes atliekām krājas kopšanā – $2 \text{ t}_{\text{sausnas}} \text{ ha}^{-1}$.

Tab. 2.3.1 Dažādu biokurināmā resursu potenciāla aprēķins

Resursu veids	Malka	Sīkkoksne pameža tīrīšanā	Mežizstrāde s atliekas galvenajā cirtē	Celmi galvenajā cirtē	Mežizstrāde s atliekas krājas kopšanā	Sīkkoksne jaunaudžu kopšanā	Sīkkoksne meža infrastruktū ras objektu apaugumā	Sīkkoksne nemeža zemēs
Potenciāli pieejamais apjoms ($t_{\text{sausnas}} \text{ gadā}^{-1}$)	423 275	257 548	969 652	1 349 572	229 985	441 000	29 900	263 900
Faktiski pieejamais apjoms ($t_{\text{sausnas}} \text{ gadā}^{-1}$)	423 275	170 211	767 429	1 227 515	154 997	280 870	29 900	263 900
Izstrādājamais apjoms ($t_{\text{sausnas}} \text{ gadā}^{-1}$)	419 042	119 148	537 201	736 509	108 498	280 870	28 405	250 705
Platība (ha gadā ⁻¹)	107 312	70 921	25 672	27 873	45 172	20 062	2 375	25 219
Izstrādājamais apjoms ($t_{\text{sausnas}} \text{ ha}^{-1} \text{ gadā}^{-1}$)	4	2	21	26	2	14	12	10

Kopsavilkums par tehniski pieejamā biokurināmā ražošanai nepieciešamajiem tehniskajiem un cilvēkresursiem dots Tab. 9. Kopējais laika patēriņš (pārrēķinot E_0 stundām gadā) biokurināmā izstrādei ir 1 235 545, pievešanai – 1 016 174, ceļu transportam līdz terminālam (celmiem) – 65 171, smalcināšanai – 296 142, šķeldu iekraušana – 24 550, šķeldu un malkas ceļu transports līdz patēriņa vietai – 872 727 stundas. Kopā visa biokurināmā potenciāla apguvei gadā jāpatērē 3 510 309 efektīvās stundas.

Visvairāk laika aizņem izstrāde (Att. 2.3.2), apmēram vienāds laika patēriņš ir bezceļu transportam un kurināmā piegādei patērētājam, bet vismazāk laika no viesiem biokurināmā veidiem kopīgajām operācijām aizņem smalcināšana.



Att. 2.3.2 Laika patēriņš dažādām operācijām

Kopējais nepieciešamais tehnikas vienību skaits biokurināmā izstrādei ir 371, pievešanai – 265, ceļu transportam līdz terminālam (celmiem) – 19, smalcināšanai – 91, šķeldu iekraušana – 7, šķeldu un malkas ceļu transportam līdz patēriņa vietai 255. Biokurināmā ražošana nodrošinātu ar darbu izstrādes etapā 1 114 operatoru, pievešanas etapā – 794, ceļu transportā līdz terminālam (celmi) – 57, smalcināšanā – 274, šķeldu iekraušanā – 20 un ceļu transportā līdz patēriņa vietai – 764 operatoriem. Kopā biokurināmā sagatavošanā mežā un nemeža zemēs var nodarbināt 3024 cilvēkus. Tomēr jāņem vērā, ka aprēķins veikts, balstoties uz eksperimentāli iegūtiem datiem, pieņemot, ka tehnika un cilvēki tiks pilnībā noslogoti, kas praksē parasti neīstenojas. Ņemot vērā dažādos pētījumus par mežizstrādes tehnikas efektivitāti iegūto pieredzi, faktiskais tehnikas un nodarbināto daudzums varētu būt par aptuveni 30% lielāks.

Tab. 2.3.2 Biokurināmā ražošanai nepieciešamie tehnikas un cilvēkresursi

Resursu veids	Malka	Sīkkoksne pameža tīrīšanā	Mežizstrāde s atliekas galvenajā cirtē	Celmi galvenajā cirtē	Mežizstrāde s atliekas krājas kopšanā	Sīkkoksne jaunaudžu kopšanā	Sīkkoksne meža infrastruktū ras objektu apaugumā	Sīkkoksne nemeža zemēs
Kopējais laika patēriņš (E ₀ stundas gadā)								
Izstrāde	32 435	770 188		236 061		79 342	11 960	105 560
Pievešana	43 803	321 893	156 236	239 853	31 555	117 221	10 748	94 865
Ceļu transports līdz terminālam				65 171				
Smalcināšana		14 184	109 633	102 293	22 142	23 406	2 492	21 992
Iekraušana				24 550				
Ceļu transports līdz patēriņa vietai	26 455	48 155	260 109	347 280	52 534	67 543	7 190	63 462
Kopā:	102 692	1 154 420	525 978	1 015 208	106 231	287 511	32 390	285 878
Nepieciešamais tehnikas vienību skaits								
Izstrāde	12	223		79		23	3	31
Pievešana	13	82	45	58	9	30	3	24
Ceļu transports līdz terminālam				19				

Resursu veids	Malka	Sīkkoksne pameža tīrīšanā	Mežizstrāde s atliekas galvenajā cirtē	Celmi galvenajā cirtē	Mežizstrāde s atliekas krājas kopšanā	Sīkkoksne jaunaudžu kopšanā	Sīkkoksne meža infrastruktū ras objektu apaugumā	Sīkkoksne nemeža zemēs
Smalcināšana		4	34	32	7	7	1	7
Iekraušana				7				
Ceļu transports līdz patēriņa vietai	8	14	76	101	15	20	2	19
Nepieciešamais operatoru skaits								
Izstrāde	37	670		236		69	10	92
Pievešana	38	247	136	174	27	90	8	73
Ceļu transports līdz terminālam				57				
Smalcināšana		13	101	95	20	22	2	20
Iekraušana				20				
Ceļu transports līdz patēriņa vietai	23	42	228	304	46	59	6	56
Kopā:	98	973	465	886	94	240	27	241

Biokurināmā resursu ražošanas kopsavilkums dots 3 tabulā Tab. 2.3.3. Vidējais svērtais izstrādājamajam apjomam dažādiem resursu veidiem ir $18,4 \text{ t ha}^{-1}$ vai $2480378 \text{ t sausnas gadā}$, kas atbilst 12401891 t C vai $1314600213 \text{ MWh gadā}$. Vidējais svērtais laika patēriņš biokurināmā ražošanā ir $1,42 \text{ E}_0 \text{ stundas t sausnas}^{-1}$. Vidējās svērtās C emisijas ražošanas procesā ir $13,08 \text{ kg t sausnas}^{-1}$. Vidējās svērtās ražošanas izmaksas ir $41,91 \text{ Ls t sausnas}^{-1}$, bet kopējās ražošanas izmaksas gadā ir 103945374103 Ls . Oglekļa emisijas ražošanas procesā ir $4607646076 \text{ t gadā}$ vai $37,15 \text{ kg t C kurināmajā}^{-1}$, kas atbilst $3,50 \text{ kg MWh}^{-1}$.

Ieņēmumi no kurināmā realizācijas pie pašreizējām cenām būtu 86813221 Ls gadā , bet peļņa negatīva (17132153 Ls gadā). Tas liecina, ka atsevišķu biokurināmā veidu ieguve pagaidām ir nerentabla un galvenie biokurināmā ražošanu ierobežojošie faktori ir to ekonomiskā pieejamība. Negatīva naudas plūsma, izmantojot pašreiz mežsaimniecības praksē pielietojamās tehnoloģijas, ir pameža savākšanai un celmu izstrādei. Celmu izstrādes gadījumā galvenais negatīvās naudas plūsmas iemesls ir būtiskās izmaksas celmu ceļu transporta un šķeldošanas etapā. Veicot smalcināšanu augšgala krautuvē ar mobiliem šķeldotājiem, celmu biokurināmā sagatavošanas izmaksas būtiski samazināsies. Oglekļa emisijas ražošanas procesā ir $3,72\%$ no oglekļa satura saražotajā kurināmajā.

2Tab. 2.3.3. Dažādu biokurināmā resursu ražošanas kopsavilkums

Resursu veids	Malka	Sīkkoksne pameža tīrīšanā	Mežizstrāde s atliekas galvenajā cirtē	Celmi galvenajā cirtē	Mežizstrāde s atliekas krājas kopšanā	Sīkkoksne jaunaudžu kopšanā	Sīkkoksne meža infrastrukt ūras objektu apaugumā	Sīkkoksne nemeža zemēs
Izstrādātais apjoms:								
t _{sausnas} gadā	419 042	119 148	537 201	736 509	108 498	280 870	28 405	250 705
t C gadā	209 521	59 574	268 600	368 254	54 249	140 435	14 203	125 353
MWh gadā	2 220 925	631 485	2 847 163	3 903 497	575 039	1 488 611	150 547	1 328 737
Laika patēriņš un izmaksas:								
Laika patēriņš ražošanā (E ₀ stundas t _{sausnas} ⁻¹)	0,25	9,69	0,98	1,38	0,98	1,02	1,14	1,14
Oglekļa emisijas ražošanas procesā (kg t _{sausnas} ⁻¹)	1,78	50,97	8,54	17,26	8,54	13,84	12,57	12,57
Izmaksas (Ls t _{sausnas} ⁻¹)	7,46	268,23	30,20	43,36	30,20	29,24	33,01	33,01
Kopējās ražošanas izmaksas (Ls gadā)	3 124 931	31 959 149	16 225 183	31 931 947	3 276 984	8 212 594	937 767	8 276 817
Oglekļa emisijas:								
t gadā	753	8 676	6 555	21 188	1 324	3 886	376	3 317

Resursu veids	Malka	Sīkkoksne pameža tīrīšanā	Mežizstrāde s atliekas galvenajā cirtē	Celmi galvenajā cirtē	Mežizstrāde s atliekas krājas kopšanā	Sīkkoksne jaunaudžu kopšanā	Sīkkoksne meža infrastrukt ūras objektu apaugumā	Sīkkoksne nemeža zemēs
kg t C _{kurināmā} ⁻¹	3,59	145,64	24,41	57,54	24,41	27,67	26,46	26,46
kg MWh-1	0,34	13,74	2,30	5,43	2,30	2,61	2,50	2,50
Ieņēmumu prognoze:								
Ieņēmumi no kurināmā realizācijas (Ls gadā)	14 666 48 7	4 170 181	18 802 018	25 777 808	3 797 425	9 830 451	994 175	8 774 675
Peļņa (Ls gadā)	11 541 55 6	27 788 969	2 576 835	6 154 139	520 441	1 617 857	56 408	497 858
Oglekļa emisijas pret saražoto kurināmo:								
Oglekļa emisijas pret saražoto kurināmo (C _{in} / C _{out})	0,36%	14,56%	2,44%	5,75%	2,44%	2,77%	2,65%	2,65%

Sadedzinot tehniski pieejamos biokurināmā resursus, veidotos 124019124 019 t pelnu un sadegšanas zudumu gadā (vidēji 0,92 t ha⁻¹ izstrādātās platības). Dažādu minerālelementu daudzums pelnvielās dots 4Tab. 2.3.4, pelnu apjoma sadalījums pa biokurināmā veidiem - 5Tab. 2.3.5.

Tab. 2.3.4. Dažādu minerālelementu daudzums sadedzināšanas atliekās

Minerālelementi	t gadā	kg t⁻¹
Al	148,8	1,20
Ca	2 604,4	21,0
Fe	62,0	0,50
K	1 488,2	12,0
Mg	434,1	3,50
Mn	285,2	2,30
Na	86,8	0,70
P	198,4	1,60
Si	372,1	3,00
Cd	0,2	0,00
Cr	2,5	0,02
Cu	5,0	0,04
Hg	0,05	0,00
Ni	1,2	0,01
Pb	5,0	0,04
Zn	24,8	0,20

Pelnu izmantošanai nepieciešamā platība noteikta, izmantojot notekūdeņu dūņām noteiktās limitējošās mēslojuma devas un biokurināmā tehniskajos standartos dotās vidējās smago metālu un kopējā fosfora koncentrācijas biokurināmajā. Kopā katru gadu visu pelnu izmantošanai nepieciešami 1653616 536 ha. Pelnu devu galvenokārt nosaka svina saturs koksnē. Jāņem vērā, ka šie aprēķini veikti atbilstoši dažādās Eiropas valstīs iegūtiem datiem. Latvijā informācija par koksnes ķīmisko sastāvu nav apkopota. Iestrādājot pelnus augsnē 5 gadu rotācijas ciklā, kopā nepieciešami 8267982 679 ha (5 tabula). Tab. 2.3.5.). Maksimāli pieļaujamā pelnu iestrādes deva 5 gadu ciklā ir 7,5 t ha⁻¹. Lai samazinātu ražošanas izmaksas, visus pelnus ieteicams izmantot ātraudzīgu enerģētisko augu plantācijās, kas izvietotas nelielā attālumā ap kurināmā patēriņa vietu.

Kopējais laika patēriņš pelnu izmantošanai ir 2503525 035 E₀ stundas gadā. Dažādos ražošanas etapos nepieciešamas 1-4 tehnikas vienības, visvairāk pelnu transportēšanas un izkliedēšanas etapā. Kopā pelnu izmantošanu nodrošinātu ar darbu vismaz 26 cilvēkus, taču faktiski šajā nozarē nodarbināto skaits būtu ievērojami lielāks, jo aprēķins veikts uz maksimālo tehnikas un cilvēku noslodzi. Kopējās visu biokurināmā sadedzināšanas rezultātā radušos atlieku izmantošanas izmaksas gadā sasniegtu 2155097 2 155 097 Ls, bet kopējās oglekļa emisijas gadā – 269 t gadā.

Tab. 2.3.5. Dažādu biokurināmā resursu sadedzināšanas atlieku apjoms un izmantošanai nepieciešamā platība

Resursu veids	Malka	Sīkkoksne pameža tīrīšanā	Mežizstrāde s atliekas galvenajā cirtē	Celmi galvenajā cirtē	Mežizstrāde s atliekas krājas kopšanā	Sīkkoksne jaunaudžu kopšanā	Sīkkoksne meža infrastruktū ras objektu apaugumā	Sīkkoksne nemeža zemēs
t ha ⁻¹	0,20	0,08	1,05	2,38	0,12	0,70	0,60	0,50
t gadā	20 952	5 957	26 860	66 286	5 425	14 044	1 420	12 535
Pelnu izmantošanai nepieciešamās platības aprēķins:								
Kopā (ha gadā)	2 794	794	7 163	9 820	1 447	1 872	189	1 671
Platība 5 gadu devas iestrādei (ha)	13 968	3 972	35 813	49 101	7 233	9 362	947	8 357
Reizē iestrādājamā deva (t ha ⁻¹ gadā ⁻¹)	7,5	7,5	3,75	6,75	3,75	7,5	7,5	7,5

Kopējās oglekļa emisijas gadā, summējot kurināmā ražošanu un sadedzināšanas atlieku izmantošanu, un, izmantojot visus tehniski pieejamos biokurināmā resursus, būtu 46 345 t C gadā vai $18,7 \text{ kg C } t_{\text{biomasas}}^{-1}$, kas atbilst $37,4 \text{ kg C } t_{\text{C}_{\text{kurināmā}}}^{-1}$ vai $3,5 \text{ kg C MWh}^{-1}$. Vidējais svērtais oglekļa emisiju apjoms pret oglekļa daudzumu saražotajā kurināmajā ir 3,7%. Sadalījumā pa biokurināmā veidiem šie rādītāji doti Tab. 2.3.6.

Kopējās ražošanas izmaksas ir 106 100 470 Ls gadā vai $42,8 \text{ Ls } t_{\text{biomasas}}^{-1}$, kas atbilst $85,6 \text{ Ls } t_{\text{C}_{\text{kurināmā}}}^{-1}$ vai $8,1 \text{ Ls MWh}^{-1}$. Pārreķinot uz laika patēriņu, biokurināmā ražošana pie maksimālās tehnikas un cilvēku noslodzes aizņemtu 3 535 344 E_0 stundas gadā, kas atbilst $1,4 E_0$ stundas t_{biomasas}^{-1} vai $2,9 E_0$ stundas $t_{\text{C}_{\text{kurināmā}}}^{-1}$, vai $0,3 E_0$ stundas MWh^{-1} .

Dažādu kurināmā veidu raksturojums faktiskajās realizācijas mērvienībās dots Tab. 2.3.7. Vidējais svērtais bēruma blīvums ir $0,2 t_{\text{sausnas}} \text{ ber.m}^{-3}$, mitruma saturs 35%, pelnu saturs – 6%, zemākais sadegšanas siltums – $0,8 \text{ MWh ber.m}^{-3}$, kopējais kurināmā apjoms – $11\,144\,761 \text{ ber.m}^3$, bet pašizmaksa – $9,5 \text{ Ls ber.m}^{-3}$.

Tab. 2.3.6. Kopsavilkums par kurināmā apjomu, emisijām un izmaksām

Resursu veids	Malka	Sīkkoksne pameža tīrīšanā	Mežizstrādes atliekas galvenajā cirtē	Celmi galvenajā cirtē	Mežizstrādes atliekas krājas kopšanā	Sīkkoksne jaunaudžu kopšanā	Sīkkoksne meža infrastruktur- as objektu apaugumā	Sīkkoksne nemeža zemēs
Kopējās oglekļa emisijas:								
t C gadā	790	8 687	6 603	21 304	1 334	3 911	378	3 339
kg C t _{biomasas} ⁻¹	1,9	72,9	12,3	28,9	12,3	13,9	13,3	13,3
kg C t C _{kurināmā} ⁻¹	3,8	145,8	24,6	57,9	24,6	27,8	26,6	26,6
kg C MWh ⁻¹	0,4	13,8	2,3	5,5	2,3	2,6	2,5	2,5
% no C _{biomasā} (C _{in} / C _{out})	0,4%	14,6%	2,5%	5,8%	2,5%	2,8%	2,7%	2,7%
Kopējās ražošanas izmaksas:								
Ls gadā	3 394 318	32 228 536	16 494 570	32 201 334	3 546 371	8 481 981	1 207 154	8 546 204
Ls t _{biomasas} ⁻¹	8,1	270,5	30,7	43,7	32,7	30,2	42,5	34,1
Ls t C _{kurināmā} ⁻¹	16,2	541,0	61,4	87,4	65,4	60,4	85,0	68,2
Ls MWh ⁻¹	1,5	51,0	5,8	8,2	6,2	5,7	8,0	6,4

Tab. 2.3.7. Kurināmā raksturojums

Resursu veids	Malka	Sīkkoksne pameža tīrīšanā	Mežizstrāde s atliekas galvenajā cirtē	Celmi galvenajā cirtē	Mežizstrāde s atliekas krājas kopšanā	Sīkkoksne jaunaudžu kopšanā	Sīkkoksne meža infrastruktū ras objektu apaugumā	Sīkkoksne nemeža zemēs
Bēruma blīvums (t ber.m ⁻³)	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Mitruma saturs (%)	30%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%
Pelnu saturs (%)	5%	5%	5%	9%	5%	5%	5%	5%
Zemākais sadegšanas siltums (MWh ber.m ⁻³)	2	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8
Kopējais kurināmā apjoms (ber.m ³)	838 085	595 740	2 686 003	3 682 544	542 489	1 404 350	142 025	1 253 525
Kurināmā pašizmaksa (Ls ber.m ⁻³)	4,1	54,1	6,1	8,7	6,5	6,0	8,5	6,8

2.3.2. Kritēriju sistēma Latvijā pieejamo koksnes biomasas resursu ranžējumam pēc SEG emisiju samazinājuma potenciāla

Biokurināmā ranžējumam pēc SEG emisiju samazinājuma potenciāla izmantoti 2 rādītāji: no attiecīgā biokurināmā, ņemot vērā sadedzināšanas iekārtu lietderības koeficientu, saražojamās enerģijas apjoms un emisiju samazinājums, salīdzinot ar fosilo kurināmo procentuālā izteiksmē.

Saražojamās enerģijas apjoma aprēķins veikts Tab. 2.3.8. Kopējais primārās enerģijas apjoms, kas iegūstams no koksnes, pārrēķinot uz zemāko sadegšanas siltumu, atbilst 10 289 765 MWh gadā. Svērtais vidējais krāšņu un katlu lietderības koeficients ir 67% un faktiskais saražojamās enerģijas daudzums, attiecīgi, atbilst 6 867 602 MWh gadā.

Dažādi saražoto biokurināmo raksturojošie rādītāji doti 9 tabulā Tab. 2.3.9. Vidējais svērtais kurināmā patēriņš ir $0,36 \text{ t MWh}^{-1}$, laika patēriņš ražošanas un atkritumu utilizācijas procesā – $0,51 E_0$ stundas MWh^{-1} , kurināmā izmaksas, tajā skaitā izdevumi pelnu reciklēšanai – 15,45 Ls MWh^{-1} , oglekļa emisijas – $6,75 \text{ kg MWh}^{-1}$.

Salīdzinājumam veikts aprēķins, kurā novērtētas oglekļa emisijas, saražojot tādu pat daudzumu (6 867 602 MWh) siltuma, izmantojot dabasgāzi, un novērtēts potenciālais emisiju samazinājums, aizstājot fosilo kurināmo ar koksni. Aprēķinu rezultāti doti Tab. 2.3.10. Alternatīvā kurināmā (dabasgāzes) oglekļa emisijas pieņemtas atbilstoši LVĢMA metodikai – $201 \text{ kg C MWh}^{-1}$ [LVĢMA, 2003]. Emisijas, sadedzinot alternatīvo kurināmo, šajā gadījumā būtu 1 380 388 t C gadā, bet emisiju samazinājums, aizstājot dabasgāzi ar koksni – 1 334 043 t C gadā vai vidēji par 96,6%, salīdzinot ar emisijām no fosilā kurināmā. Vislielāko emisiju samazinājumu procentuāli var dot malka un mežizstrādes atliekas, vismazāko – sīkkoki pameža izstrādē pirms galvenās cirtes.

Tab. 2.3.8. Faktiskais kurināmā daudzums

Resursu veids	Malka	Sīkkoksne pameža tīrīšanā	Mežizstrāde s atliekas galvenajā cirtē	Celmi galvenajā cirtē	Mežizstrāde s atliekas krājas kopšanā	Sīkkoksne jaunaudžu kopšanā	Sīkkoksne meža infrastrukt ūras objektu apaugumā	Sīkkoksne nemeža zemēs
Enerģētiskās koksnes apjoms (t _{sausnas} gadā)	419 042	119 148	537 201	736 509	108 498	280 870	28 405	250 705
Primārās enerģijas apjoms (MWh gadā)	1 676 170	476 592	2 148 802	3 314 290	433 991	1 123 480	113 620	1 002 820
Sadedzināšanas iekārtu lietderības koeficients	50%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
Saražotās enerģijas daudzums (MWh gadā)	838 085	333 614	1 504 161	2 320 003	303 794	786 436	79 534	701 974

Tab. 2.3.9. Saražotās enerģijas raksturojums

Resursu veids	Malka	Sīkkoksne pameža tīrīšanā	Mežizstrāde s atliekas galvenajā cirtē	Celmi galvenajā cirtē	Mežizstrāde s atliekas krājas kopšanā	Sīkkoksne jaunaudžu kopšanā	Sīkkoksne meža infrastruktū ras objektu apaugumā	Sīkkoksne nemeža zemēs

Resursu veids	Malka	Sīkkoksne pameža tīrīšanā	Mežizstrāde s atliekas galvenajā cirtē	Celmi galvenajā cirtē	Mežizstrāde s atliekas krājas kopšanā	Sīkkoksne jaunaudžu kopšanā	Sīkkoksne meža infrastruktū ras objektu apaugumā	Sīkkoksne nemeža zemēs
Kurināmā patēriņš (t MWh ⁻¹)	0,5	0,36	0,36	0,32	0,36	0,36	0,36	0,36
Laika patēriņš (E0 stundas MWh ⁻¹)	0,13	3,46	0,35	0,44	0,35	0,37	0,41	0,41
Kurināmā izmaksas (Ls MWh ⁻¹)	4,05	96,6	10,97	13,88	11,67	10,79	15,18	12,17
C emisijas (kg MWh ⁻¹)	0,94	26,04	4,39	9,18	4,39	4,97	4,76	4,76
C emisijas (t gadā ⁻¹)	790	8 687	6 603	21 304	1 334	3 911	378	3 339

Tab. 2.3.10. Emisiju samazināšanas potenciāls

[illegible]

Resursu veids	Malka	Sīkkoksne pameža tīrīšanā	Mežizstrād es atliekas galvenajā cirtē	Celmi galvenajā cirtē	Mežizstrā des atliekas krājas kopšanā	Sīkkoksne jaunaudžu kopšanā	Sīkkoksne meža infrastrukturā s objektu apaugumā	Sīkkoksne nemeža zemēs
Saražotās enerģijas apjoms (MWh gadā ⁻¹)	838 085	333 614	1 504 161	2 320 003	303 794	786 436	79 534	701 974
Emisijas, sadedzinot alternatīvo kurināmo (t C gadā)	168 455	67 057	302 336	466 321	61 063	158 074	15 986	141 097
Emisiju samazinājums, izmantojot koksni (t C gadā)	167 665	58 370	295 734	445 017	59 729	154 163	15 608	137 757
Emisiju samazinājums pret sākotnējām emisijām	99,5%	87,0%	97,8%	95,4%	97,8%	97,5%	97,6%	97,6%

Biokurināmā ranžējumam pēc SEG emisiju samazināšanas potenciāla izstrādāti 2 vienādojumi:

- ņemot vērā tikai procentuālo SEG emisiju samazināšanas potenciālu;
- ņemot vērā gan SEG emisiju samazināšanas potenciālu, gan tehniski pieejamo attiecīgā kurināmā veida apjomu, gan kopējo biokurināmā potenciālu.

Ņemot vērā tikai SEG emisiju samazināšanas potenciālu (procentuālo attiecību starp emisiju samazinājumu, saražojot noteiktu siltumenerģijas daudzumu ar koksnī, un attiecīgā siltumenerģijas daudzuma saražošanai patērējamo fosilā kurināmā daudzumu), biokurināmā ranžēšanai izmantots šāds vienādojums:

$$K = A - 50\%, \text{ kur}$$

K – attiecīgā biokurināmā ranžējuma koeficients;

A – SEG emisiju procentuālais samazinājums;

50% – minimālās prasības SEG emisiju samazinājumam.

Ņemot vērā gan SEG emisiju samazināšanas potenciālu, gan tehniski pieejamo kurināmā apjomu, biokurināmā ranžēšanai izmantots šāds vienādojums:

$$K = \frac{B - A - 50\%}{B_n - A_n}, \text{ kur}$$

K – attiecīgā biokurināmā ranžējuma koeficients;

A – SEG emisiju procentuālais samazinājums;

B – SEG emisiju samazinājums masas mērvienībās;

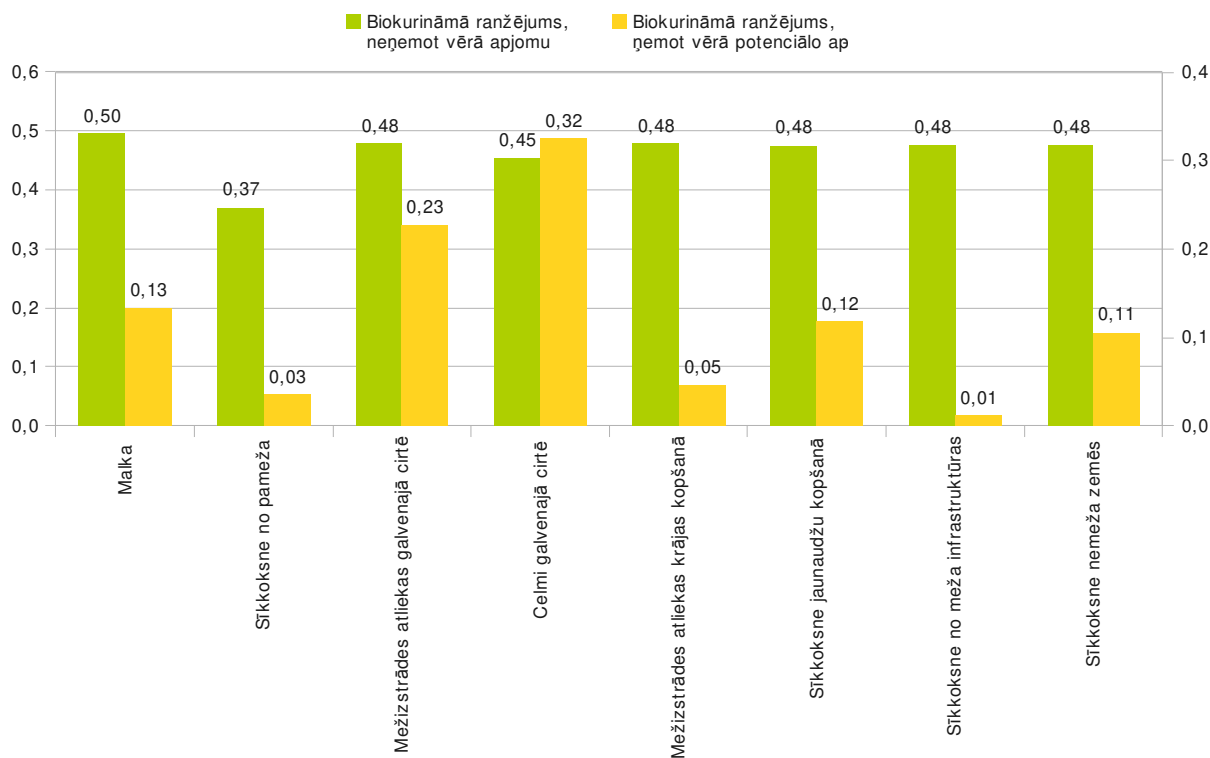
A_n – vidējais svērtais SEG emisiju procentuālais samazinājums;

B_n – summārais biokurināmā SEG emisiju samazinājums masas mērvienībās;

50% – minimālās prasības SEG emisiju samazinājumam.

Biokurināmā ranžēšanas aprēķinu rezultāti, izmantojot abus vienādojumus, doti Att. 3. Lielākais ranžējuma koeficients, neņemot vērā potenciālo apjomu, ir malkai (0,495), mazākais – sīkkokiem pamežā (0,370). Ietverot aprēķinā dažādu biokurināmā veidu tehniski pieejamo apjomu, lielākais ranžējuma koeficients ir celmiem (0,325), otrajā vietā ir mežizstrādes atliekas galvenajā cirtē (0,227), bet trešo vietu dala malka un sīkkoki jaunaudzū kopšanā (attiecīgi, 0,133 un 0,118). Vismazākais koeficients šajā gadījumā ir meža infrastruktūras objektos iegūstamajai koksnei, taču jāņem vērā, ka šajā darbā izmantots ļoti piesardzīgs koksnes krājas novērtējums meža infrastruktūras objektos.

Veicot aprēķinus pēc tehniski pieejamā biokurināmā apjoma un emisiju samazinājuma potenciāla, ir jāzina kopējais biokurināmā potenciāls un vidējais svērtais emisiju samazinājums, taču var izvēlēties arī nosacītus kritērijus, piemēram, visa fosilā kurināmā aizstāšanai nepieciešamais biokurināmais, pieņemot minimālo nepieciešamo SEG emisiju samazinājumu (šajā gadījumā 51%).



Att. 2.3.3 Biokurināmā ranžējums pēc emisiju samazināšanas potenciāla

2.3.3. Biomasas izmantošanas paaugstināšanas iespējas

Biokurināmā izmantošanas paaugstināšanas iespēju analīzē izmantota Ekonomikas ministrijas izstrādātajās pamatnostādnēs enerģētikas sektora attīstībai “Enerģētikas attīstības pamatnostādnēs 2007.-2016.gadam” publicētā informācija par energoresursu patēriņu siltumapgādē [Ekonomikas ministrija, 2006] (Tab. 2.3.11.).

Tab. 2.3.11. Aprēķinos izmantotie dati par energoresursu patēriņu (2004.g.)

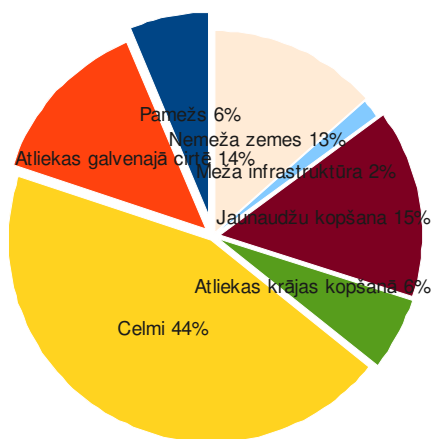
Primāro energoresursu patēriņš Latvijā (MWh)	53 777 778
Centralizētajā siltumapgādē saražotā siltumenerģija (MWh):	6 828 000
mājsaimniecības	5 033 000
rūpniecība	155 000
pārējie patērētāji	1 640 000
Koksnes īpatsvars siltumapgādē (MWh)	1 652 376

Primāro energoresursu patēriņš Latvijā (MWh)	53 777 778
Fosilā kurināmā īpatsvars siltumapgādē (MWh)	5 175 624

Iepriekšējās nodaļās novērtēto biokurināmā resursu apjoms sadalīts pašreiz jau izmantotos (malka un galvenās cirtes mežizstrādes atliekās) un perspektīvos. 2007.g. savākto mežizstrādes atlieku apjoms novērtēts, balstoties uz LVM un Latvijas biomasas asociācijas LATBIONRG ekspertu viedokli. Aptuveni 27% (2 815 670 MWh primāro resursu, pārrēķinot uz zemāko sadegšanas siltumu) no šajā pētījumā vērtētajiem resursiem jau tiek izmantoti siltumapgādē.

Biokurināmā izmantošanas intensificēšanas potenciāls, apgūstot pašreiz vēl neizmantojamus meža un nemeža zemju resursus, atbilst 4 988 365 MWh siltumenerģijas. Tas nozīmē, ka nepalielinot mežizstrādes apjomu, neietekmējot biokurināmā eksporta nozari un nepārskatot mežizstrādes ierobežojumus aizsargājamās dabas teritorijās, esošie meža resursi var aizstāt 96% no pašreiz centralizētajā siltumapgādē izmantojamā fosilā kurināmā. Savukārt, nedaudz samazinot biokurināmā eksporta apjomu, kas noticis jau 2007.gadā saistībā ar pieprasījuma kritumu un transportēšanas izmaksu pieaugumu, šis kurināmais varētu pilnībā aizstāt fosilo kurināmo siltumapgādē.

Lielāko pieaugumu biokurināmā izmantošanā var dot celmu koksne (44% no kopējā potenciāla), otrajā vietā ir jaunaudzis, mežizstrādes atliekas galvenajā cirtē un nemeža zemju apaugums (13-15% katrs no šiem resursu veidiem) (Att. 2.3.4).



Att. 2.3.4 Biokurināmā patēriņa pieauguma potenciāla sadalījums pa kurināmā veidiem

2.4.Secinājumi

1. Tehniski pieejamais enerģētiskās koksnes potenciāls mežizstrādē, meža kopšanā, meža infrastruktūras objektu un nemeža zemju apauguma novākšanā ir 2,5 milj.t_{sausnas} gadā (13,3 milj.MWh). Tas ir aptuveni 63% no kopējā potenciāla. Lielākā daļa (53%) biokurināmā resursu koncentrāta kailcirtēs. Tehniski pieejamo resursu apguve nodrošinātu ar darbu vismaz 3000 kvalificētus tehnikas operatorus. Oglekļa emisijas biokurināmā ražošanas procesā vidēji ir 3,7% no oglekļa daudzuma saražotajā kurināmajā, bet kopējās ražošanas izmaksas, tajā skaitā pelnu izmantošanai, ir 9,5 (1,5-54,1) Ls m⁻³.
2. Pelnu un sadedzināšanas atlieku izmantošana meža vai enerģētisko augu mēslošanai neatstāj būtisku ietekmi uz biokurināmā izmantošanas izmaksām un SEG emisijām, tomēr pieejamie dati ir nepietiekoši, lai objektīvi izvērtētu pelnu kvalitāti, to izmantošanai nepieciešamās platības un pelnu iestrādes intensitāti, atkarībā no augšanas apstākļiem un mēslojamās mērķsugas.
3. Darbā izstrādāti divi biokurināmā ranžējuma pēc SEG emisiju samazināšanas potenciāla varianti: (1) ņemot vērā tikai procentuālo SEG emisiju samazināšanas potenciālu un; (2) ņemot vērā gan SEG emisiju samazināšanas potenciālu, gan šī kurināmā veida pieejamo daudzumu, gan tā īpatsvaru biokurināmā kopapjomā. Meža un nemeža zemēs iegūstamais biokurināmais nodrošina vidēji 96,6% emisiju samazinājumu, izmantojot to siltumapgādē; visiem biokurināmā veidiem emisiju samazinājuma potenciāls ir lielāks par 50% (mazākais, 87%, samazinājums konstatēts pameža sīkkokiem).
4. Meža un nemeža zemju biokurināmā izmantošanas intensificēšanas potenciāls, apgūstot neizmantojamus resursus, atbilst 4 988 365 MWh siltumenerģijas (96% no centralizētajā siltumapgādē izmantojamā fosilā kurināmā). Šo resursu apguve nav saistīta ar mežizstrādes apjoma palielināšanu un neatstās negatīvu ietekmi uz valsts oglekļa emisiju un piesaistes bilanci.
5. Diskutējams ir jautājums par nemeža zemju apsaimniekošanu pēc apauguma novākšanas. Iespējams, ka no saimnieciskā viedokļa šajās zemēs izdevīgāk veikt mežaudžu kopšanu, papildināšanu vai rekonstrukciju, veidojot kvalitatīvas plantāciju tipa mežaudzes. Īstermiņā tas samazinātu potenciālo biokurināmā piegāžu apjomu, bet ilgtermiņā, sekmējot jauno mežaudžu attīstību, biomasas pieaugums daudz lielāks un, neatkarīgi no biokurināmā ražošanas aktivitātēm, ietekme uz valsts oglekļa emisiju un piesaistes bilanci būtu izteikti pozitīva.

Autore: D.Lazdiņa (LVMI „Silava”)

3. Plantācijās saražojamās biomasas novērtējums

3.1. Metodika

Pētījumā meža un plantāciju resursu emisiju aprēķins veikts, izmantojot izstrādes tehnikas pašizmaksas modeļus. Tehnikas pašizmaksas modeļi izstrādāti MAF projekta “Īscirtmeta enerģētiskās koksnes plantāciju produktivitātes paaugstināšanas iespējas” ietvaros, aprēķiniem tiks izmantoti atskaišu rezultāti par kārkļu plantāciju ierīkošanas, izstrādes un pievešanas līdz 50 km attālumā pašizmaksas modeli, strādājot ar Claas Jaguar un izmantojot roku darba spēku, ņemot vērā degvielas patēriņus. Hibrīdās apsēs emisiju aprēķiniem izmantots pašizmaksas modelis, kurā nav iekļauta plantāciju mēslošana un attiecīgi arī mēslošanas izmaksas un krāja pļaujas vecumā, pieņemot, ka izmanto *Bender* apauguma novākšanas mašīnu vienlaidus pļaušanai. Kārkļu šķeldu enerģētiskā ietilpība noteikta *Claas Jaguar* izmēģinājumos 2008.g. Ziemā iegūtajiem šķeldas paraugiem. LVMI "Silava" pagaidām nepublicēti pētījumu rezultāti.

Analizēti trīs iespējamie enerģētiskās koksnes – biomasas ieguves iespējamie scenāriji:

- kārkļu plantācijas - ražošanas attīstību limitējošais faktors sadzīves notekūdeņu dūņu apjoms, pieņemot, ka tas nākotnē būtiski nemainīsies,
 - hibrīdās apsēs plantāciju mežu ierīkošana lauksaimniecības zemēs - ražošanas attīstību limitējošais faktors LVM kokaudzētavu jauda, pieņemot, ka visu produkciju izmanto Latvijā, un, ja šī jauda ir ļoti liela, tad otrs kritērijs ir 10% no lauksaimniecības zemju kopplatības.
 - dabiski izaugušais baltalksnis uz lauksaimniecības zemēm, pieņemot, ka vienīgais apsaimniekošanas veids – galvenā cirte ar sekojošu veģetatīvo atjaunošanos. Informāciju par krājas potenciālu baltalkšņa audzēs paredzēts iegūta no Meža resursu monitoringa, informācija par optimālo izstrādes vecumu - no Valsts pētījumu programmas.
- Izveidotas 3 aprēķinu tabulas, kas parāda MWh pienesumu gadā, ražošanas izmaksas gadā un ieņēmumus vidēji gadā uz platības vienību un kopā attiecīgajā alternatīvā.

3.2. Modeļpētījums - Latvijā plantāciju kultūrās potenciāli saražojamās koksnes biomasas izmantošanai enerģētiskā

Savstarpēji salīdzinātas trīs ātraudzīgās koku sugas, kas būtu piemērotas biomasas ieguvei koksnes plantācijās. Visām trim koku sugām iegūtās kurināmās koksnes siltumietilpība būtiski neatšķiras.

Darba ietvaros novērtēti šādas biokurināmā ieguves plantācijas:

- baltalksnis uz lauksaimniecības zemēm
 - malka,
 - šķeldas ieguve atvasājā,
- hibrīdās apsēs plantācijas;
 - mežizstrādes atliekas krājas kopšanā,
 - sīkkoksne jaunaudžu kopšanā,
- ātraudzīgo kārkļu plantācijas;
 - šķeldu ieguve,
 - videi nekaitīga augu barošanās elementus saturošu sadzīves nelikvīdu utilizācija.

Baltalkšņa audžu platību un biokurināmā apjoma potenciāla novērtējumam izmantoti Meža resursu monitoringa dati par aizaugušajām lauksaimniecības zemēm.

Potenciālie resursi audžu kopšanā novērtēti atbilstoši LVMI Silava sadarbībā ar Zviedrijas mežu institūtu Skogforsk un A/s Latvijas valsts meži (LVM) izstrādāto pētījumu rezultātiem (Lazdāns et al., 2005), (Thor et al., 2005), (Lazdāns & Lazdiņš, 2006), (Thor et al., 2008) . Biokurināmā potenciāls aizaugušās nemeža zemēs novērtēts, izmantojot Meža resursu monitoringa (MRM) datus par šo zemju izplatību un LVMI Silava īstenoto pētījumu rezultātus (Lazdāns & Zimelis, 2008), (Lazdiņš et al., 2007), (Lazdiņš et al., 2008). Aizaugušajām nemeža zemēm tiks novākts 10 gadu laikā, neņemot vērā krājas pieaugumu (vidēji mazāks par 1 m³ ha⁻¹ gadā).

Biokurināmā potenciāls aizaugušās nemeža zemēs novērtēts, izmantojot Meža resursu monitoringa (MRM) datus par šo zemju izplatību un LVMI "Silava" īstenoto pētījumu rezultātus (Lazdāns & Zimelis, 2008), (Lazdiņš et al., 2007), (Lazdiņš et al., 2008). Aizaugušajām nemeža zemēm tiks novākts 10 gadu laikā, neņemot vērā krājas pieaugumu (vidēji mazāks par 1 m³ ha⁻¹ gadā).

Biokurināmā ražošanas izmaksu, darbietilpības, tehnikas noslodzes un emisiju aprēķiniem izmantoti aprēķinu modeļi, kas izstrādāti LVMI "Silava" sadarbībā ar Skogforsk un LVM izstrādāto projektu ietvaros (Thor et al., 2005), (Thor et al., 2008) un (Lazdiņš et al., 2007), aktualizējot degvielas izmaksas un citas izmaksu pozīcijas, kas pēc projektu īstenošanas ir mainījušās. Vidējais biokurināmā piegādes attālums pieņemts 50 km, bezceļa pievešanas attālums (ar pievedējtraktoru) – 0,5 km, bet biokurināmā kravas tilpums, transportējot pa ceļu – 70 m³.

Tilpuma un biomasas pārrēķini veikti atbilstoši oglekļa piesaistes un emisiju aprēķinu metodikai, kas apkopoti pārskatā par Meža monitoringa valsts programmas 2008.gadam uzdevumu izpildi (Lazdiņš & Bārdulis, 2008). Kurināmā sadegšanas siltums dažādiem kurināmā veidiem aprēķināts atbilstoši pētījuma par biokurināmā ieguvu jaunaudzēs, meža infrastruktūras objektos, ņemot vērā kurināmā blīvumu, mitruma un pelnvielu saturu (Thor et al., 2008)

Biokurināmā kvalitatīvie rādītāji pelnu ražošanas un izmantošanas apjomu aprēķiniem ņemts no biokurināmā tehniskajiem standartiem (Tab. 3.2.1).

Faktiskais pelnvielu un sadegšanas zudumu apjoms sīkkokiem un mežizstrādes atliekām pieņemts, balstoties uz ekspertu viedokli par centralizētās siltumapgādes sistēmu darbību Latvijā – 5% no sadedzinātās biomasas (Lazdāns et al., 2005), savukārt, pelnu sadegšanas zudumu apjoms (9% no sadedzinātās biomasas) pieņemts, balstoties uz Zviedrijas zinātnieku metodiku.

Atbilstoši CEN/TS 14961:2005 standartam, īscirtmeta enerģētiskās koksnes plantācijās sagatavotais kurināmais (Short rotation coppice) ietilpst koksnes biomasas (Woody biomass) meža un plantāciju koksnes (Forest and plantation wood) veselu koku (Whole trees) apakš kategorijā. Vēl šajā apakš kategorijā ietilpst kopšanas cirtēs sagatavotā lapu koku un skuju koku koksne, zari un to maisījums (Tab. 3.2.1).

Tab. 3.2.1 Miežabrāļa, īscirtmeta kārklu un apses plantāciju šķeldu raksturīgākie kvalitātes rādītāji (LVS CEN/TS 14961)

Parametrs	Mērv.	Kārklis	Apse	Baltalksnis
Pelni	% _{sausnas}	2,00%	2,00%	2,00%
Augstākais sadegšanas siltums	MJ/kg _{sausnas} (bezpeltu)	5,64	5,61	5,63
Zemākais sadegšanas siltums	MJ/kg _{sausnas} (bezpeltu)	5,22	5,22	5,22
C	% _{sausnas} (bezpeltu)	49%	49%	49%
H	% _{sausnas} (bezpeltu)	6%	6%	6%

O	%sausnas (bezpelnu)	44%	44%	44%
N	%sausnas (bezpelnu)	0,50%	0,40%	0,45%
S	%sausnas (bezpelnu)	0,05%	0,03%	0,04%
Cl	%sausnas (bezpelnu)	0,03%	0,01%	0,02%
Al	%sausnas (bezpelnu)	51,5	51,5	51,5
Ca	mg/kg _{sausnas}	5000	5000	5000
Fe	mg/kg _{sausnas}	100	100	100
K	mg/kg _{sausnas}	3000	3000	3000
Mg	mg/kg _{sausnas}	500	500	500
Mn	mg/kg _{sausnas}	97	97	97
P	mg/kg _{sausnas}	800	1000	900
Cd	mg/kg _{sausnas}	1,7	0,5	1,1
Cr	mg/kg _{sausnas}	1	1	1
Cu	mg/kg _{sausnas}	3	3	3
Ni	mg/kg _{sausnas}	0,5	0,5	0,5
Pb	mg/kg _{sausnas}	0,1	0,1	0,1
Zn	mg/kg _{sausnas}	70	50	60

Koksnes pelnu izmantošanai nepieciešamā platība novērtēta, izmantojot prasības notekūdeņu dūņu un to kompostu izmantošanai (Skatīt 2.1. nodaļas Tab. 7) un tehniskajos standartos pieejamos lielumus.

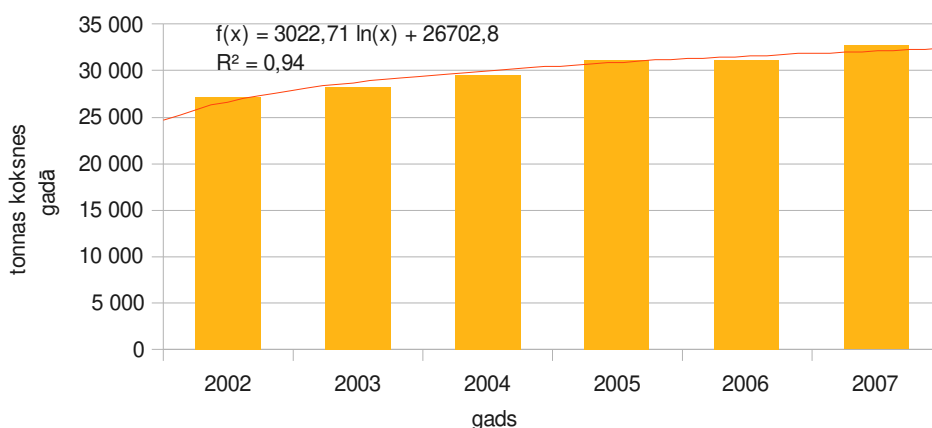
3.3. Rezultātu analīze

3.3.1. Daudzgadīgo enerģētisko kultūru audzēšanas un izmantošanas iespēju analīze

Vadoties pēc koksnes pieprasījuma un patēriņa siltumapgādē redzams, ka nākotnē pieprasījums pēc šķeldām palielināsies. Enerģētiskās koksnes patēriņam Latvijā raksturīga pieauguma tendence (1 attēls) Att. 3.3.1. att.). 2007.gadā 2007. gadā siltumenerģijas ražošanai un tehnoloģisko procesu nodrošināšanai Latvijā sadedzinātas 1310 tūkst.t¹⁸ koksnes (VĢMA Gaiss 2007), kas atbilst aptuveni 3,3milj.m³ 3,3 milj.m³ber. kurināmā, pārrēķinot uz šķeldām vai skaidām. Izmantotā kurināmā enerģētiskās vērtības noteikšanai izmantota Vides ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras (VĢMA) metodika “Vidējie lielumi oglekļa dioksīda (CO₂) emisiju gaisā aprēķināšanai” (LVA CO₂ 2003) un EMD brošūras¹⁹.

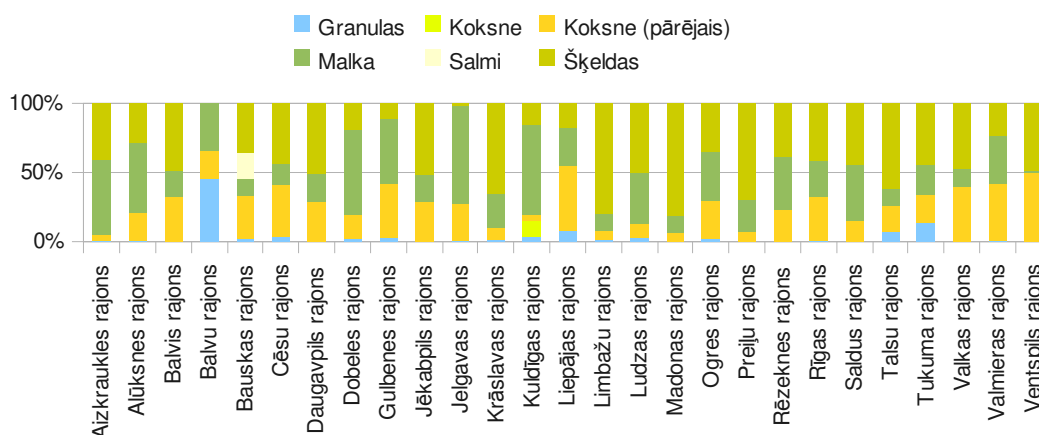
¹⁸ relatīvais mitrums 50 %

¹⁹ <http://www.emd.dk/energyPRO/Frontpage>, tiešsaite, apmeklēts 2008.05.07.



Att. 3.3.1 Enerģētiskās koksnes patēriņš Latvijā centralizētās siltumapgādes un tehnoloģisko procesu nodrošināšanai

Saskaņā ar VĢMA publicētajiem datiem, lielākajā daļā Latvijas rajonu apkurē dominē šķeldas un skaidas, tomēr Kuldīgas, Jelgavas, Dobeles un Aizkraukles rajonos vēl arvien centralizētajā apkurē vairāk izmanto malku, kas, ņemot vērā salīdzinoši neefektīvo sadedzināšanas procesu, rada visvairāk SEG emisiju, pelnu un degšanas zudumu (Att.3.3.2). Granulas, kas rada vismazāk pelnu un SEG emisiju patēriņa vietā, lielākā apjomā izmanto tikai Balvu rajonā (VĢMA Gaiss 2007).



Att. 3.3.2 Dažādu biomasas kurināmā veidu īpatsvars

Kopumā no siltumapgādē un tehnoloģisko procesu nodrošināšanai izmantojamās biomasas 2007. gadā aptuveni 73 % bija mitrs beramais koksnes kurināmais (šķeldas 49 % un skaidas 24 %), 24 % – malka un tikai 3 % – kokskaidu granulas. Pieprasījums pēc efektīvāka pašmāju kurināmā pamato plantāciju ierīkošanu Latvijā.

Pēc pieejamā sadzīves notekūdeņu dūņu mēslojuma. Izmantojot visas centralizētās ūdenssaimniecības sistēmās saražotās sadzīves notekūdeņu dūņas enerģētiskās koksnes plantācijās, gadā var nomēslot līdz 3000 ha platību, bet biomasas pieaugums tajās būtu līdz 23 tūkst.t.sausnas vai 93 GWh gadā. Kopā 5 gadu aprites ciklā visu dūņu izmantošanai nepieciešami 15 tūkst.ha lauksaimniecības zemju. Pilnībā izmantojot visas dūņas, un, tādējādi atrisinot to utilizācijas problēmas, enerģētiskās koksnes plantācijas var aizstāt vismaz 14% no enerģētiskās koksnes patēriņa centralizētajā siltumapgādē un tehnoloģisko procesu nodrošināšanai. Aprēķini veikti, ņemot vērā minimālo biomasas pieaugumu kārkļu plantācijās (8 t_{sausnas} gadā). Faktiskais pieaugums labi koptās plantācijās ir līdz 16 t_{sausnas} gadā, attiecīgi, teorētiski kārkļu plantācijas var aizstāt līdz

28% no enerģētiskās koksnes patēriņa centralizētajā siltumapgādē un tehnoloģisko procesu nodrošināšanai, tajā pat laikā aizņemot tikai 0,7% 0,7 % no lauksaimniecības zemju kopplatības. Šis ir viens no izdevīgākajiem sadzīves notekūdeņu dūņu utilizācijas problēmas risinājumiem. Kārķu un citu ātraudzīgu koku un lakstaugu sugu stādījumu mēslošanai notekūdeņu dūņas tiek izmantotas nolūkā atgriezt aprītē organiskās un minerālvielas, ko minētie augu saista biomasā un vienlaicīgi ražot tā saukto zaļo enerģiju – šķeldu, ko iegūst no stādījumiem izmantojot saīsinātu cirtmetu, ierīko tā sauktās īscirtmeta plantācijas. Sevišķi populāri ir kārķus izmantot attīrīšanas iekārtu notekūdeņu filtrācijas laukos (ierīkot veģetācijas filtrus) vai ierīkot plantācijās netālu no attīrīšanas iekārtām un siltumenerģijas ražošanas vietām, šāds modelis veiksmīgi strādā nelielās Kanādas Zviedrijas un Anglijas pašvaldībās (Dimitriou & Aronsson 2005), (Duggan 2005), (McCormick & Kåberger 2007). Otrs notekūdeņu izmantošanas veids ir degradētu platību rekultivācija, dodot dūņas kā starta mēslojumu, lai mazauglīgās platībās veiksmīgāk ieaudzētu dažādas koku sugas (Kāposts 1998), (Kāposts 1999), (Gemste & Vucans 2002).

Vadoties no pieejamā atbalsta iespējām. Visās ES dalībvalstīs, realizējot ES Lauksaimniecības politiku, ieviesta energokultūru atbalsta shēma, kas paredz izmaksāt 45 EUR ha⁻¹ gadā par enerģētisko kultūraugu audzēšanu. Šo maksājumu var saņemt tradicionālo laukaugu kultūru (rapsis, labības, cukurbietes) audzētāji, ja produkciju izmanto kurināmā ražošanai, kā arī daudzgadīgo energokultūru (kārķu plantācijas, miežabrāļa sējumi) audzētāji. Atbalsts enerģētiskajiem kultūraugiem ir viens no instrumentiem Eiropas Savienības Biodegvielas stratēģijas mērķu sasniegšanā. Maksājuma mērķis ir atbalstīt lauksaimniekus, kas audzē kultūraugus ar augstu enerģētisko vērtību ar mērķi pārstrādāt enerģētiskajos produktos – siltuma enerģijas, biodegvielas u.c. ieguvei.

2006.gadā Eiropā pieprasīti tiešie maksājumi par enerģijas kultūraugiem 1,2 līdz 1,3 miljoni ha platībās, gandrīz sasniedzot robežvērtību – 1,5 miljonus hektāru²⁰. Bet 2007.gadā pieprasītā atbalsta apjoms tika pārsniegts un platību maksājums samazināts līdz 35 EUR ha⁻¹.

Kopš 2008.gadā arī Latvijā likumdošana paredz iespēju saņemt atbalstu par daudzgadīgajiem enerģētiskajiem augiem. Latvijā atbalsts par enerģētisko augu audzēšanu ieviests, piemērojot enerģētisko produktu izejmateriālu savācēju un pirmo pārstrādātāju atzīšanas sistēmu. Atzīšanas sistēma ir nepieciešama, lai būtu pārliecība, ka piegādātie enerģētiskie augi tiks pārstrādāti enerģētiskajos produktos. Lauksaimnieki atbalstu var saņemt, ja ir noslēgts līgums ar atzītu savācēju vai pirmo pārstrādātāju, kurš reģistrējies Lauku atbalsta dienestā (LAD) un iegūtā raža nedrīkst būt zemāka par LAD noteikto reprezentatīvo ražu. 2008.gadā LAD nav reģistrēti koksnes un stiebrzāļu pārstrādātāji, kā arī nav noteiktas reprezentatīvās ražas no īscirtmeta plantācijām iegūstamajam biomasas apjomam²¹, tāpēc pagaidām šim atbalstam ir tikai teorētiska nozīme.

Latvijas lauku attīstības programmā 2007.-2013.gadam paredzēti pasākumi, kuru ietvaros varēs saņemt atbalstu gan īscirtmeta kārķu plantāciju, gan plantāciju mežu produkcijas izmantošanai (enerģijas ražošana no lauksaimnieciskas un mežsaimnieciskas izcelsmes biomasas – pasākuma 312 ietvaros)²².

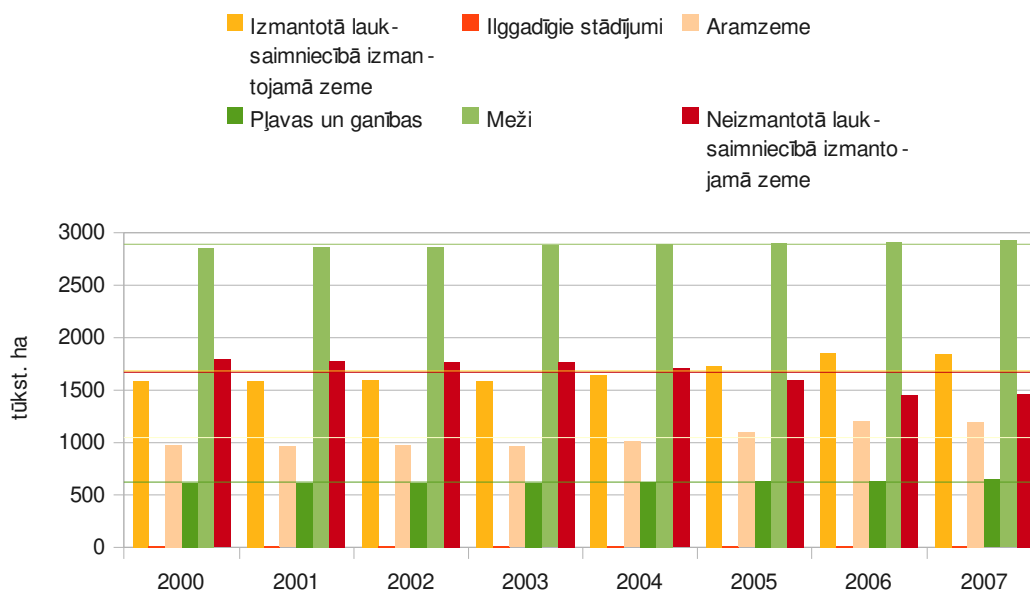
ES un nacionālā līmeņa atbalsts sekmē enerģētiskās koksnes plantāciju ierīkošanu un uzturēšanu.

Pieejamās platības - Lauksaimniecībā neizmantoto zemju platība (saskaņā ar Latvijas republikas Centrālās statistikas pārvaldes datiem) pēdējos gados nedaudz samazinājusies un vērojama tendence pieaugt aramzemes platībām (Att. 3.3.3), tomēr pārtikas produkcijas ražošanai vēl arvien neizmanto lielu daļu no lauksaimniecības zemēm.

²⁰ www.em.gov.lv tiešsaite, apmeklēts 2008.06.07.

²¹ <http://www.lad.gov.lv/index.php?d=2332> tiešsaite, apmeklēts 2008.06.07.

²² <http://www.zm.gov.lv/index.php?sadala=1017&id=5863> tiešsaite, apmeklēts 2008.01.17.



1 attēls: Att. 3.3.3. Zemes kopplatība un tās sadalījums pēc zemes lietošanas mērķiem Latvijā (tūkst. ha) 2000.-2007. gadā.

Liela daļa no zemēm, ko neizmanto pārtikas produkcijas ražošanai, apmežojas dabiski vai tiks apmežotas mākslīgi.

Izstrādāto kūdras atradņu īpašniekiem pēc kūdras ieguves pabeigšanas jāpieņem lēmums par degradētās teritorijas tālāku izmantošanu. Gruntsūdens līmeņa paaugstināšana, ar mērķi atjaunot purva ekosistēmu, ir vislētākais kūdrāju rekultivācijas paņēmieni, tomēr tas var atstāt neatgriezenisku negatīvu efektu uz apkārtējām mežaudzēm, lauksaimniecības zemēm un apbūves teritorijām. Rekultivējot kūdras atradnes, jāizvēlas optimālais risinājums. Iespējamie saimnieciskās darbības varianti ir daudzgadīgo stiebrzāļu (piemēram, miežabrāļi) plantāciju ierīkošana biomasas ieguvei vai meža ieaudzēšana, ierīkojot mežaudzi ar garāku vai īsāku rotācijas ciklu. Pirms rekultivācijas jāveic augsnes ielabošana, izmantojot mēslojumu un attiecīgai platībai piemērotu augsnes sagatavošanas paņēmieni (Kāposts & Ošlejs 1988), (Kudakas & Tamošauskas 2005), (Leupold 2006). Vienas no lielākajām rūpnieciski izmantojamās kūdras atradņu platībām un līdz ar to arī potenciāli rekultivējamās platības atrodas Rīgas rajonā, kur ierīkoti autores parauglaukumi. Aktīva kūdras ieguve Rīgas rajonā notiek vai ir notikusi aptuveni 951 ha platībā, galvenokārt Daugavas kreisajā krastā teritorijās, kas robežojas ar Mārupes, Olaines un Babītes pagastiem. Lielākā daļa kūdras Rīgas rajonā atrodas vāji izpētītās atradnēs vai arī tādās atradnēs, kur pašreiz kūdras ieguve ir ekonomiski nelietderīga. Veiksmīga enerģētisko augu audzēšana un biomasas ieguve izstrādātajās kūdras atradnēs iespējama, veicot augsnes ielabošanu un dodot starta mēslojumu (Kāposts & Ošlejs 1988), (Uebel & Heinsdorf 1997), (Hytonen & Kaunisto 1999), (Moilanen et al. 2002), (Leupold 2005), (Kudakas & Tamošauskas 2005), (Huotari et al. 2007).

3.3.2. Latvijā plantāciju kultūrās izaudzējamās koksnes biomasas potenciāls

Visiem plantācijās iegūto koksnes resursu veidiem ar atkritumproduktu utilizāciju saistītās emisijas aprēķinātas pēc vienotas metodikas.

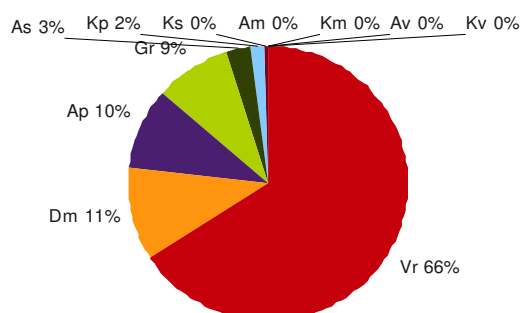
Biokurināmā resursu, ar tiem saistīto emisiju, izmaksu, cilvēkresursu un tehnikas izmantošanas apjoma aprēķinu gaita atspoguļota 3.pielikumā. Kopsavilkums par dažādu biokurināmā ieguves iespējām ierīkojot plantācijas, dots Tab. 3.3.1 Kopējais potenciāli saražojamais biokurināmā apjoms atbilstoši pieejamajam notekūdeņu dūņu apjomam – kārkliem, saražotajam stādmateriālam – hibrīdai apsei un esošajām platībām – baltalkšņa atvasājā ir 1 228 270 t_{sausnas} gadā, bet faktiski pieejamais apjoms sastāda 1 338 915 t_{sausnas} gadā, no tā tehniski iegūstamais apjoms 74 503 t_{sausnas} gadā (kopējā platība 42 175).

Tab. 3.3.1 Dažādu kokaugu plantācijās iegūstamās biomasas resursu potenciāla aprēķins

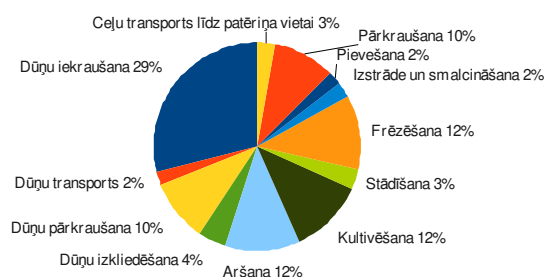
Resursu veids	Kārklų plantācijas	Hibrīdās apses plantācijas	Baltalkšņa atvasājs	Kopā:
Potenciāli pieejamais apjoms (t_{sausnas} gadā ⁻¹)	233 424	3 952	990 894	1 228 270
Faktiski pieejamais apjoms (t_{sausnas} gadā ⁻¹)	145 890	3 952	1 189 073	1 338 915
Izstrādājамais apjoms (t_{sausnas} gadā ⁻¹)	138 596	3 557	832 351	974 503
Platība (ha)	14 589	200	27 386	42 175
Piezīmes		Pie patreizējās LVM kokaudzētavu ražības 0,5 milj.stādi gadā, krāja 5 gadu vecumā 7,6 t stumbra koksnes gadā pie biezības 2500, 5 gadu aprite, biezība 5000	Esošā baltalkšņa audžu platība Att. 4, izdalīta ar optimālo vecumu atvasāju saimniecībai (maks. vidējais caurmērs).	
Novērtējuma ticamība	Sīkāk analizēta Tab. 4.		Nav zināma šāda veida apsaimniekošanas veida ietekme uz mežaudzes attīstību.	

Tab. 3.3.2. Kārklu plantāciju izveides potenciāls, balstoties uz saražoto notekūdeņu dūņu un koksnes pelnu apjomu

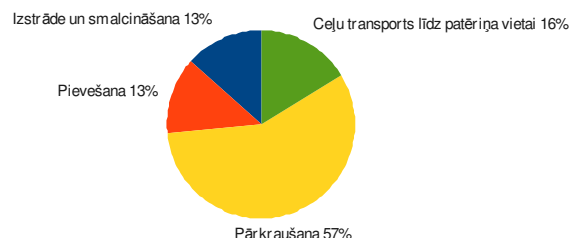
Parametrs	Mērvienība	Rādītājs
Mēslošanas līdzekļi		
Dūņu ražošanas apjoms 2007.g.	tūkst.t _{sausnas}	29
Pelnu veidošanās centralizētajā siltumapgādē 2007.g.	tūkst.t _{sausnas}	33
Platība un krājas		
Visu dūņu un pelnu izmantošanai nepieciešamā platība ²³	tūkst.ha	15
Biomasa pieaugums gadā	tūkst.t _{sausnas}	120
	GWh	470
Degvielas patēriņš ražošanas procesā (piegādes attālums līdz 50 km)	kgC/t _{biomasas}	20
Plantāciju potenciāls, salīdzinot ar koksnes patēriņu enerģijas ražošanai 2007.g.		14%



Att. 3.3.4 Enerģētiskās koksnes sagatavošanai piemērotās Ba platību sadalījums pa meža tipiem (328 632 ha)



Kārklu plantācijas



Atvasājs

²³ 0,7% no lauksaimniecības zemju kopplatības Latvijā

Att. 3.3.5 Laika patēriņš ražošanā (ha E₀ stundā⁻¹)

Kopsavilkums par ātraudzīgo koku plantācijās un atvasājos tehniski pieejamās biomasas ražošanai nepieciešamajiem tehniskajiem un cilvēkresursiem dots Att. 3.3.4. tā, piemēram, kopējais laika patēriņš (pārrēķinot E₀ stundām gadā) kārklū biokurināmā plantāciju ierīkošanai ir 12 995 no tām mēslojuma iestrādei 9962 un augsnes sagatavošanai un plantācijas ierīkošanai 3 033 stundas. Bet kārklū izstrādei un smalcināšanai ir nepieciešamas 1 353 darba stundas, pievešanai – 11 955, pārkraušanai – 1 955, ceļu transports līdz patēriņa vietai – 1 836 stundas. Kopā visās ātraudzīgo koku sugu plantāciju biomasas potenciāla apguvei gadā jāpatērē 34 291 efektīvās darba stundas. Visvairāk laika aizņem mēslojuma izstrāde un augsnes sagatavošana (Att. 3.3.5.).

Pārrēķinot uz potenciāli ierīkojamajiem un izstrādājamajām ātraudzīgās enerģētiskās koksnes plantācijām kopumā gada laikā atspoguļots Tab.5. Kopumā gada laikā plantāciju un atvasāju saimniecībās koksainās biomasas sagatavošanai enerģijas ieguvei iespējams nodarbināt strādājošos 290 254 darba stundas. Vislielāko ieguldījumu nodarbinātības jautājumu risināšanā varētu dod atvasāju apsaimniekošana, jo to platības salīdzinoši lielākas nekā pārējām divām kultūrām.

Tab. 3.3.3 tabula: Laika patēriņš ražošanā (E₀ stundas gadā⁻¹) vidēji gadā plantācijas apsaimniekošanas ciklā

Darba operācija	Kārklū plantācijas	Hibrīdās apses plantācijas	Baltalkšņa atvasājs	Kopā:
Mēslojuma iestrāde				
Dūņu iekraušana	1 050			1 050
Dūņu transports	16 098			16 098
Dūņu pārkraušana	3 126			3 126
Dūņu izklieidēšana	6 940			6 940
Plantāciju ierīkošana:				
Aršana	292			292
Kultivēšana	292			292
Stādīšana	1 081			1 081
Plantāciju kopšana				
Frēzēšana	3 501			3 501
Izstrāde				
Izstrāde un smalcināšana	13 568	517	70 747	84 832
Pievešana	13 568	517	70 747	84 832
Pārkraušana	3 151	120	16 432	19 703
Ceļu transports līdz patēriņa vietai	10 957	417	57 134	68 508
Kopā:	73 624	1 571	215 060	290 254

Kopējais nepieciešamais tehnikas vienību skaits biomasas sagatavošanai plantācijās un atvasājos ir 172. Enerģētiskās koksnes sagatavošanas procesā no plantācijās un atvasājos iegūtās biomasas nodrošinātu ar darbu kopumā 514 cilvēkus. Aprēķini doti 3. pielikumā un bet nepieciešamo tehnikas vienību Tab. 3.3.4. un nodarbināto skaits dažādos darba etapos dots Tab. 3.3.5. Jāņem vērā, ka aprēķins veikts, balstoties uz eksperimentāli iegūtiem datiem, pieņemot, ka tehnika un cilvēki tiks pilnībā noslogoti, kas praksē grūti īstenojams.

Tab.3.3.4 tabula: Nepieciešamais tehnikas vienību skaits

Darba operācija	Kārklū plantācijas	Hibrīdās apses plantācijas	Baltalkšņa atvasājs	Kopā:
Mēslojuma iestrāde				
Dūņu iekraušana	0,3			0,3
Dūņu transports	4,7			4,7
Dūņu pārkraušana	2,2			2,2
Dūņu izkliešana	4,8			4,8
Plantāciju ierīkošana				
Aršana	0,3			0,3
Kultivēšana	0,3			0,3
Stādīšana	2,6			2,6
Plantāciju kopšana				
Frēzēšana	4,0			4,0
Izstrāde				
Izstrāde un smalcināšana	10	0,4	52	63
Pievešana	7	0,3	36	43
Pārkraušana	2	0,1	8	10
Ceļu transports līdz patēriņa vietai	6	0,2	31	37
Kopā	44	1	127	172

Tab.3.3.5 tabula: Biomasas ieguvei plantācijās un atvasājos nepieciešamais operatoru skaits

Mēslojuma iestrāde:	Kārklū plantācijas	Hibrīdās apses plantācijas	Baltalkšņa atvasājs	Kopā:
Dūņu iekraušana	0,9			0,9
Dūņu transports	14,1			14,1
Dūņu pārkraušana	6,5			6,5
Dūņu izkliešana	14,3			14,3
Plantāciju ierīkošana				
Aršana	1,0			1,0
Kultivēšana	1,0			1,0
Stādīšana	7,8			7,8
Plantāciju kopšana				
Frēzēšana	7,8			7,8
Izstrāde				
Izstrāde un smalcināšana	30	1	157	188
Pievešana	21	1	109	130
Pārkraušana	5	0	25	30
Ceļu transports līdz patēriņa vietai	18	1	93	112
Kopā:	127	3	384	514
Strādājot 2 maiņās un mainoties 3 operatoriem uz 1 mašīnas				

Plantācijās un atvasājos iegūstamā biokurināmā - biomasas resursu ražošanas kopsavilkums dots Tab. 3.3.6. Vidējais svētais izstrādājamajam apjomam no plantācijām un atvasājiem ir 23,11 t ha-1 vai 974 503 tsausnas gadā, kas atbilst 487 252 t C vai 15 067 416 MWh gadā. Vidējais svētais laika patēriņš biomasas ieguvei ir 0,30 E0 stundas tsausnas-1. Vidējās svērtās C emisijas ražošanas

procesā ir 4,33 kg tsausnas-1. Vidējās svērtās ražošanas izmaksas ir 13,19 Ls tsausnas-1, bet kopējās ražošanas izmaksas gadā ir 12 855 767 Ls. Oglekļa emisijas ražošanas procesā ir 4 221 t gadā vai 8,66 kg t C kurināmajā-1, kas atbilst 0,83 kg MWh-1.

Tab. 3.3.6. Dažādu biokurināmā resursu ražošanas kopsavilkums

	Kārklū plantācijas	Hibrīdās apses plantācijas	Baltalkšņa atvasājs	Kopā:
<u>Kopējo ražošanas izmaksu sadalījums ($Ls\ gadā^{-1}$)</u>				
Mēslojuma iestrāde:				
Dūņu iekraušana	17 034	-	-	17 034
Dūņu transports	334 663	-	-	334 663
Dūņu pārkraušana	82 651	-	-	82 651
Dūņu izkliešanās	222 712	-	-	222 712
Plantāciju ierīkošana:				
Aršana	9 897	-	-	9 897
Kultivēšana	10 530	-	-	10 530
Stādīšana	464 855	-	-	464 855
Plantāciju kopšana:				
Frēzēšana	127 341	-	-	127 341
Izstrāde:				
Izstrāde un smalcināšana	1 165 949	44 400	6 079 683	7 290 032
Pievešana	315 879	12 029	1 647 107	1 975 014
Pārkraušana	64 593	2 460	336 811	403 864
Ceļu transports līdz patēriņa vietai	306 628	11 677	1 598 869	1 917 173
Kopējās vidējās izmaksas gadā Ls:	3 122 732	70 565	9 662 470	12 855 767
<u>Informācija par saražoto kurināmo:</u>				
apjoms $t\ ha^{-1}$ (izstrādes brīdī)	28,50	17,78	30,39	23,11
tehniski pieejamais biomasas pieaugums ($t\ ha^{-1}\ gadā^{-1}$)	9,50	3,56	3,04	5,28
$t_{sausnas}\ gadā^{-1}$	138 596	3 557	832 351	974 503
$t\ C\ gadā^{-1}$	69 298	1 778	416 175	487 252
MWh $gadā^{-1}$	720 697	18 495	4 328 224	5 067 416
Laika patēriņš ražošanā (E_0 stundas $t_{sausnas}$)	0,53	0,44	0,26	0,30
Oglekļa emisijas ražošanas procesā (kg $t_{sausnas}^{-1}$)	7,78	6,41	3,75	4,33
Izmaksas ($Ls\ t_{sausnas}^{-1}$)	22,53	19,84	11,61	13,19
<u>Oglekļa emisijas:</u>				
$t\ gadā^{-1}$	1 078	23	3 121	4 221
$kg\ t\ C_{kurināmajā}^{-1}$	15,55	12,82	7,50	8,66
$kg\ MWh^{-1}$	1,50	1,23	0,72	0,83
Ieņēmumi no kurināmā realizācijas ($Ls\ gadā^{-1}$)	4 850 843	124 488	29 132 279	34 107 609
<i>Bruto peļņa ($Ls\ gadā^{-1}$)</i>	1 728 111	53 923	19 469 809	21 251 843
Peļņa %	35,62%	43,32%	66,83%	62,31%
Oglekļa emisijas pret saražoto kurināmo (C_{in} / C_{out})	1,6%	1,3%	0,7%	0,9%

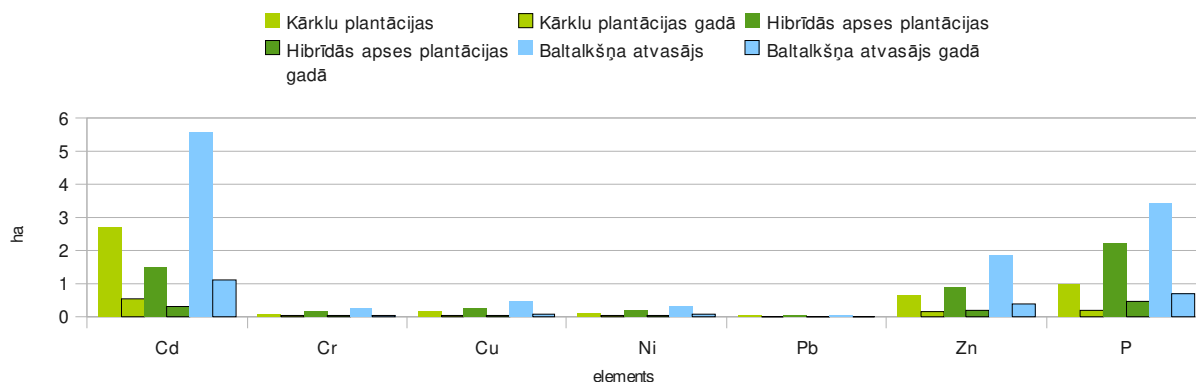
Sadedzinot tehniski pieejamos plantācijās iegūstamos biokurināmā resursus, veidotos 48 725 t pelnu. Dažādu minerālelementu daudzums pelnvielās dots Tab. 3.3.7., pelnu apjoma sadalījums pa plantācijās iegūstamās biomasas veidiem - Tab. 3.3.8.

Tab. 3.3.7. Dažādu minerālelementu daudzums sadedzināšanas atliekās - pelnos (kg t⁻¹)

Minerālvielas	Kārklų plantācijas	Hibrīdās apsēs plantācijas	Baltalkšņa atvasājs
Al	1,03	1,03	1,03
Ca	100,0	100,0	100,0
Fe	2,00	2,00	2,00
K	60,0	60,0	60,0
Mg	10,00	10,00	10,00
Mn	1,94	1,94	1,94
P	16,00	20,00	18,00
Cd	0,03	0,01	0,02
Cr	0,02	0,02	0,02
Cu	0,06	0,06	0,06
Ni	0,01	0,01	0,01
Pb	0,00	0,00	0,00
Zn	1,40	1,00	1,20

Pelnu izmantošanai nepieciešamā platība noteikta, izmantojot notekūdeņu dūņām noteiktās limitējošās mēslojuma devas un biokurināmā tehniskajos standartos dotās vidējās smago metālu un kopējā fosfora koncentrācijas biokurināmajā. Kopā katru gadu visu pelnu izmantošanai nepieciešami 35 732 ha. Pelnu devu no kārklų plantācijām nosaka, galvenokārt, kadmija saturs koksne. Jāņem vērā, ka šie aprēķini veikti atbilstoši dažādās Eiropas valstīs iegūtiem datiem un standartos dotajam pelnu ķīmiskajam sastāvam. Latvijā informācija par koksnes ķīmisko sastāvu nav apkopota. Sakarā ar standartos norādīto augsto Cd saturu pelnos, maksimāli pieļaujamā pelnu iestrādes deva 5 gadu ciklā ir tikai 1,3 t ha⁻¹. Lai samazinātu ražošanas izmaksas, pelnus ieteicams izmantot ātraudzīgu enerģētisko augu plantācijās iestrādājot augsne vienreiz 5 gadu laikā, kas izvietotas nelielā attālumā ap kurināmā patēriņa vietu.

Lai sekmētu pelnos ieslēgto un no platības iznesto minerālvielu atgriešanos bioloģiskajā apritē, būtu nepieciešams veikt pētījumu par faktisko plantācijās iegūtās koksnes sadedzināšanas atlieku – pelnu ķīmisko sastāvu. Pašlaik veidojas paradoksāla situācija, ka platība kurā, ievērojot vides nekaitīguma normas, būtu nepieciešama pelnu izkliešanasai ir lielāka nekā platība no kuras iegūta sadedzinātā koksne (Att. 3.3.6).



Att. 3.3.6. Platība, kas nepieciešama no viena ha ievāktās biomasas sadedzināšanas produktu izkliešanai, atbilstoši smago metālu koncentrācijai pelnos, 5 gadu ciklā.

Iestrādājot pelnus augsnē 5 gadu rotācijas ciklā, kopā nepieciešami 178 659 ha Tab. 10.

Tab. 3.3.8. Dažādu biokurināmā resursu sadedzināšanas atlieku apjoms un izmantošanai nepieciešamā platība

Resursu veids	Kārķu plantācijas	Hibrīdās apses plantācijas	Baltalkšņa atvasājs	Kopā:
Saražotie apjomi:				
t ha ⁻¹	0,48	0,89	1,52	1,16
t gadā ⁻¹	6 930	178	41 618	48 725
Izmantošanai nepieciešamā platība:				
Kopā (ha gadā)	7 854	89	30 520	35 732
Platība 5 gadu devas iestrādei (ha)	39 269	445	152 598	178 659
Reizē iestrādājamā deva (t ha ⁻¹ gadā ⁻¹)	0,88	2	1,36	1,36

Kopējais laika patēriņš no plantācijām un atvasājiem iegūtas koksnes sadedzināšanas procesā radušos pelnu izmantošanai ir 298 202 E₀ stundas gadā. Dažādos ražošanas etapos nepieciešama 1-2 tehnikas vienības, visvairāk pelnu transportēšanas un izkliešanas etapā. Kopā pelnu izmantošanu nodrošinātu ar darbu vismaz 8 cilvēkus, taču faktiski šajā nozarē nodarbināto skaits būtu ievērojami lielāks, jo aprēķins veikts uz maksimālo tehnikas un cilvēku noslodzi. Kopējās sadedzināšanas rezultātā radušos atlieku izmantošanas izmaksas gadā sasniegtu 13 048 028 Ls, bet kopējās oglekļa emisijas gadā – 4 307 t gadā.

Sadalījumā pa biokurināmā veidiem šie rādītāji doti Tab. 3.3.9.

Tab.3.3.9. Kopsavilkums par kurināmā apjomu, emisijām un izmaksām

Resursu veids	Kārklū plantācijas	Hibrīdās apses plantācijas	Baltalkšņa atvasājs	Kopā:
Kopējās oglekļa emisijas:				
t C gadā ⁻¹	1 090	23	3 194	4 307
kg C t _{biomasas} ⁻¹	7,9	6,5	3,8	4,4
kg C tC _{kurināmajā} ⁻¹	15,7	13,0	7,7	8,8
kg C MWh ⁻¹	1,5	1,2	0,7	0,8
% no C _{biomasā}	1,6%	1,3%	0,8%	0,9%
Kopējās ražošanas izmaksas:				
Ls gadā ⁻¹	3 150 076	71 267	9 826 686	13 048 028
Ls t _{biomasas} ⁻¹	22,7	20,0	11,8	13,4
Ls tC _{kurināmajā} ⁻¹	45,5	40,1	23,6	26,8
Ls MWh ⁻¹	4,4	3,9	2,3	2,6
Kopējais laika patēriņš:				
E ₀ gadā ⁻¹	74 755	1 600	221 848	298 202
E ₀ t _{biomasas} ⁻¹	0,5	0,4	0,3	0,3
E ₀ tC _{kurināmajā} ⁻¹	1,1	0,9	0,5	0,6
E ₀ MWh ⁻¹	0,1	0,1	0,1	0,1

Vidējās ražošanas izmaksas ir 13,4 Ls t_{biomasas}⁻¹, kas atbilst 26,8 Ls t C_{kurināmajā}⁻¹ vai 2,6 Ls MWh⁻¹. Pārreķinot uz laika patēriņu, biokurināmā ražošana pie maksimālās tehnikas un cilvēku noslodzes aizņemtu 298 202 E₀ stundas gadā vai 0,1 E₀ stundas MWh⁻¹.

Dažādu kurināmā veidu raksturojums faktiskajās realizācijas mērvienībās dots Tab. 3.3.10. Vidējais svērtais bēruma blīvums ir 0,2 t_{sausnas} ber.m⁻³, mitruma saturs 50%, pelnu saturs – 5%, zemākais sadegšanas siltums – 0,8 MWh ber.m⁻³, kopējais kurināmā apjoms – 4 872 516 ber.m³), bet pašizmaksa – no 2,4 līdz 4,5 Ls ber.m⁻³.

Tab. 3.3.10. Kurināmā raksturojums

Resursu veids	Kārklū plantācijas	Hibrīdās apses plantācijas	Baltalkšņa atvasājs	Kopā:
Bēruma blīvums (t ber.m ⁻³)	0,2	0,2	0,2	0,2
Mitruma saturs (%)	50%	50%	50%	50%
Pelnu saturs (%)	5%	5%	5%	5%
Zemākais sadegšanas siltums (MWh ber.m ⁻³)	0,8	0,8	0,8	0,8
Kopējais kurināmā apjoms (ber.m ³)	692 978	17 784	4 161 754	4 872 516
Kurināmā pašizmaksa (Ls ber.m ⁻³)	4,5	4,0	2,4	2,7

3.4.3. Kritēriju sistēma Latvijā pieejamo koksnes biomasas resursu ranžējumam pēc SEG emisiju samazinājuma potenciāla

Ātraudzīgajiem kokaugiem, tādiem kā eikalipti, papēles, apses, vītoli un kārkli, raksturīga augsta fotosintēzes aktivitāte un liela lapu virsma. To audzēšana “zaļās” enerģijas ieguves nolūkā uzlabo vides kvalitāti, samazinot SEG daudzumu atmosfērā. Ātraudzīgo kokaugu spēja saistīt lielus daudzumus augu barības vielu izmanto augsnes atveseļošanai un notekūdeņu bioloģiskās attīrīšanas procesā (Aronsson & Perttu 2001), (Weih & Nordh 2002), (Hasselgren 2003), (Weih 2004), (Komarowski et al. 2005). Eiropā, Ziemeļvalstīs un Dienvidēiropā īsircmeta plantāciju ierīkošanai izmanto ne tikai apsi, papēles un kārkļus, bet arī bērzus un alkšņus (Weih 2004).

Biokurināmā ranžējumam pēc SEG emisiju samazinājuma potenciāla izmantoti 2 rādītāji: no attiecīgā biokurināmā, ņemot vērā sadedzināšanas iekārtu lietderības koeficientu, saražojamās enerģijas apjoms un emisiju samazinājums, salīdzinot ar fosilo kurināmo procentuālā izteiksmē.

Saražojamās enerģijas apjoma aprēķins veikts Tab. 3.4.1. Kopējais primārās enerģijas apjoms, kas iegūstams no ātraudzīgo koku sugu koksnes, pārrēķinot uz zemāko sadegšanas siltumu, atbilst 4 872 516 MWh gadā. Svērtais vidējais krāšņu un katlu lietderības koeficients ir 67% un faktiskais saražojamās enerģijas daudzums, attiecīgi, atbilst 3 410 761 MWh gadā.

Tab. 3.4.1 Faktiskais kurināmā daudzums

Resursu veids	Kārkļu plantācijas	Hibrīdās apses plantācijas	Baltalkšņa atvasājs	Kopā:
Enerģētiskās koksnes apjoms (t_{sausnas} gadā ⁻¹)	138 596	3 557	832 351	974 503
Primārās enerģijas apjoms (MWh gadā ⁻¹)	692 978	17 784	4 161 754	4 872 516
Sadedzināšanas iekārtu lietderības koeficients	70%	70%	70%	70%
Saražotās enerģijas daudzums (MWh gadā ⁻¹)	485 084	12 449	2 913 228	3 410 761

Dažādi saražoto biokurināmo raksturojošie rādītāji doti Tab. 3.4.2. Vidējais svērtais kurināmā patēriņš ir 0,29 t MWh⁻¹, laika patēriņš ražošanas un atkritumu utilizācijas procesā – 0,09E₀ stundas MWh⁻¹, kurināmā izmaksas, tajā skaitā izdevumi pelnu reciklēšanai – 3,83 Ls MWh⁻¹, oglekļa emisijas – 61,26 kg MWh⁻¹.

Tab. 3.4.2. Saražotās enerģijas raksturojums

Resursu veids	Kārklų plantācijas	Hibrīdās apses plantācijas	Baltalkšņa atvasājs	Kopā:
Kurināmā patēriņš (t MWh ⁻¹)	0,29	0,29	0,29	0,29
Laika patēriņš (E ₀ stundas MWh ⁻¹)	0,15	0,13	0,08	0,09
Kurināmā izmaksas (Ls MWh ⁻¹)	6,49	5,72	3,37	3,83
C emisijas (kg MWh ⁻¹)	2,25	1,86	1,1	1,26
C emisijas (t gadā ⁻¹)	1 090	23	3 194	4 307

Salīdzinājumam veikts aprēķins, kurā novērtētas oglekļa emisijas, saražojot tādu pat daudzumu (3 410 761 MWh) siltuma, izmantojot dabasgāzi, un novērtēts potenciālais emisiju samazinājums, aizstājot fosilo kurināmo ar koksnī. Aprēķinu rezultāti doti Tab. 3.4.3. Alternatīvā kurināmā (dabasgāzes) oglekļa emisijas pieņemtas atbilstoši LVĢMA metodikai – 201 kg C MWh⁻¹ (LVĢMA, 2003). Emisijas, sadedzinot alternatīvo kurināmo, šajā gadījumā būtu 685 563 t C gadā, bet emisiju samazinājums, aizstājot dabasgāzi ar koksnī – 681 256 t C gadā vai vidēji par 99,4%, salīdzinot ar emisijām no fosilā kurināmā. Vislielāko emisiju samazinājumu procentuāli var dot baltalkšņa atvasājs un hibrīdās apses plantācijas.

Tab. 3.4.3. Emisiju samazināšanas potenciāls

Resursu veids	Kārklų plantācijas	Hibrīdās apses plantācijas	Baltalkšņa atvasājs	Kopā:
Alternatīvā kurināmā emisijas (kg C MWh ⁻¹)	201	201	201	201
Saražotās enerģijas apjoms (MWh gadā ⁻¹)	485 084	12 449	2 913 228	3 410 761
Emisijas, sadedzinot alternatīvo kurināmo (t C gadā ⁻¹)	97 502	2 502	585 559	685 563
Emisiju samazinājums, izmantojot koksnī (t C gadā ⁻¹)	96 412	2 479	582 365	681 256
Emisiju samazinājums pret sākotnējām emisijām	98,9%	99,1%	99,5%	99,4%
Koeficienti:				
Emisiju samazināšanas koeficients biokurināmā ranžējumam, ņemot vērā kurināmā apjomu	0,49	0,49	0,49	0,49
Emisiju samazināšanas koeficients biokurināmā ranžējumam, ņemot vērā kurināmā apjomu	0,140	0,004	0,856	

Biokurināmā ranžējumam pēc SEG emisiju samazināšanas potenciāla izstrādāti 2 vienādojumi:

- (1) ņemot vērā tikai procentuālo SEG emisiju samazināšanas potenciālu;
- (2) ņemot vērā gan SEG emisiju samazināšanas potenciālu, gan tehniski pieejamo attiecīgā kurināmā veida apjomu, gan kopējo biokurināmā potenciālu.

Ņemot vērā tikai SEG emisiju samazināšanas potenciālu (procentuālo attiecību starp emisiju samazinājumu, saražojot noteiktu siltumenerģijas daudzumu ar koksnī, un attiecīgā siltumenerģijas daudzuma saražošanai patērējamo fosilā kurināmā daudzumu),

biokurināmā ranžēšanai izmantots šāds vienādojums:

$$K = A - 50\%, \text{ kur}$$

K – attiecīgā biokurināmā ranžējuma koeficients;

A – SEG emisiju procentuālais samazinājums;

50% – minimālās prasības SEG emisiju samazinājumam.

Nemot vērā gan SEG emisiju samazināšanas potenciālu, gan tehniski pieejamo kurināmā apjomu, biokurināmā ranžēšanai izmantots šāds vienādojums:

$$K = \frac{B - A - 50\%}{B_n - A_n}, \text{ kur}$$

K – attiecīgā biokurināmā ranžējuma koeficients;

A – SEG emisiju procentuālais samazinājums;

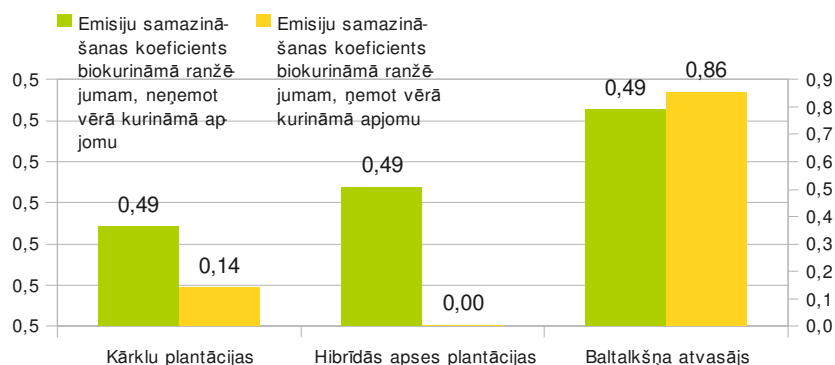
B – SEG emisiju samazinājums masas mērvienībās;

A_n – vidējais svērtais SEG emisiju procentuālais samazinājums;

B_n – summārais biokurināmā SEG emisiju samazinājums masas mērvienībās;

50% – minimālās prasības SEG emisiju samazinājumam.

Biokurināmā ranžēšanas aprēķinu rezultāti, izmantojot abus vienādojumus, doti Att. 3.4.1.



Att. 3.4.1. Ātraudzīgo koku sugu biokurināmā ranžējums pēc emisiju samazināšanas potenciāla

Veicot aprēķinus pēc tehniski pieejamā biokurināmā apjoma un emisiju samazinājuma potenciāla, ir jāzina kopējais biokurināmā potenciāls un vidējais svērtais emisiju samazinājums, taču var izvēlēties arī nosacītus kritērijus, piemēram, visa fosilā kurināmā aizstāšanai nepieciešamais biokurināmais, pieņemot minimālo nepieciešamo SEG emisiju samazinājumu.

3.5. Secinājumi

1. Baltalkšņa atvasāji jau tradicionāli tikuši izmantoti biokurināmā ieguvē malkas sagatavošanai, atvasāju saimniecības šķeldas ieguvei uzskatāms par jaunu un perspektīvu saimniekošanas veidu. Latvijā ir laba pētījumu bāze par hibrīdās apses audzēšanas iespējām gan celulozes ražošanai, gan biomasas ieguvei biokurināmā ražošanai. A/s "Latvijas valsts meži" kokaudzētavā ieviestas jaunākas tehnoloģijas un hibrīdās apses stādmateriāla ražošanas apjomi pieaug. Kārkļu plantācijas audzēšanas iespējas Latvijā pētītas kopš 2004. gada, līdzšinējie pētījumi apstiprina, ka Latvijā kārkļu plantācijas ir perspektīvs lauksaimnieciskās ražošanas veids, kā rezultātā utilizējot biodegradablos atkritumus, tiek saražots biokurināmais.

2. Tehniski pieejamais enerģētiskās koksnes potenciāls plantāciju un atvasāju saimniecībās ir 487

tūkst. t_{sausnas} gadā (5 067 416 MWh). Kas sastāda 49,4 MWh ha⁻¹ kārklu plantācijās, 18,5 MWh ha⁻¹ apses plantācijās un 15,8 MWh ha⁻¹ baltalkšņa atvasājā.

3. Tehniski pieejamo resursu apguve nodrošinātu ar darbu vismaz 514 kvalificētus tehnikas operatorus. Oglekļa emisijas biokurināmā ražošanas procesā vidēji ir 0,9 % no oglekļa daudzuma saražotajā kurināmajā, bet kopējās ražošanas izmaksas, jeb kurināmā pašizmaksa, tajā skaitā pelnu izmantošanai, ir 2,7(2,4-4,5) Ls m⁻³.

4. Ranžējot pēc SEG emisiju samazināšanas potenciālu un, ņemot vērā tikai procentuālo SEG emisiju samazināšanas potenciālu(1), kā arī, ņemot vērā gan SEG emisiju samazināšanas potenciālu, gan šī kurināmā veida pieejamo daudzumu, gan tā īpatsvaru biokurināmā kopapjomā (2), aprēķināts, ka plantācijās un baltalkšņa atvasāju saimniecībās iegūstamais biokurināmais nodrošina vidēji 99,4% emisiju samazinājumu, (mazākais, 98,9%, samazinājums konstatēts kārklu plantācijām, jo to apsaimniekošana jāizmanto vairāk tehnikas).

5. Plantācijās izaudzētā un atvasāju saimniecībās iegūtā biokurināmā izmantošanas intensificēšanas potenciāls, apgūstot potenciāli pieejamos resursus, atbilst 2 182 781 MWh siltumenerģijas. Šo resursu apguve nerada draudus bioloģiskās daudzveidības nodrošināšanai un atbilst likumdošanā noteiktajiem vides nekaitīguma normatīviem, tā neatstās negatīvu ietekmi uz valsts oglekļa emisiju un piesaistes bilanci.

II nodaļa: Meža biomasas resursu izmantošanas analīze, novērtējot dažādu mežsaimniecības etapu varbūtējo ietekmi uz bioloģiskos daudzveidību

Autors: Ā.Jansons (LVMI „Silava”)

1. Problēmnostādne

Ievērojot šobrīd spēkā esošās likumdošanas normas, kā arī sertifikācijas un labas prakses rekomendāciju nosacījumus, ciršanas atlieku ieguve kailcirtēs neapdraud saprofītisko un ar tām saistīto sugu dzīves vidi un izdzīvošanas iespējas. Tāpat, ievērojot šobrīd jau pielietotos mežsaimniecības principus un labas prakses nosacījumus, ciršanas atlieku izvešana neatstās paliekošu negatīvu ietekmi uz meža augsni un no tās atkarīgajiem organismiem.

Nepieciešams plašāks pētnieciskais darbs par ciršanas atlieku ieguves kopšanas cirtēs potenciālo ietekmi, līdz kura izpildei rekomendējams biomasu ievākt tikai teritorijās ar ļoti auglīgām augsnēm, ziemas periodā, neizmantojot celmu ieguvi. Tāpat nepieciešams turpināt pētniecisko darbu, vērtējot ekoloģisko koku lomu mežsaimniecības ilgtspējības kontekstā, precizējot labas prakses nosacījumus biomasas ieguvē no mežaudzēm Latvijas situācijai (īpaši – attiecībā uz koksnes pelnu izmantošanu mēslošanā), kā arī analizējot praktisko situāciju kailcirtēs ar un bez ciršanas atlieku un celmu ieguves (tai skaitā vecot augsnes sastāva izmaiņu monitoringu). Informācija valstiskā mērogā, novērtējot mežsaimniecisko pasākumu, tais skaitā ciršanas atlieku ieguves, ietekmi uz nokaltušas koksnes apjomu, iegūstama no Meža statistiskās inventarizācijas datiem; papildus lietderīgi novērtēt koku sadalīšanās stadijas un tieva diametra koksnes apjomu atkarībā no dažādiem faktoriem.

Pētījuma ietvaros analizēta bioloģiskā daudzveidība, salīdzinot attiecīgo cirtes veidu ar un bez ciršanas atlieku (t.sk. celmu) ieguves tālākai izmantošanai. Galvenā vērība veltīta kailcirtēm, jo tajās tiek iegūts lielākais koksnes apjoms (~80% no kopējā), tātad pieejams nozīmīgākais ciršanas atlieku apjoms un lielākas to dimensijas. Kopšanas cirtēs galveno ciršanas atlieku daļu sastāda ļoti mazu dimensiju biomasas vienības, izklaidētas relatīvi plašā teritorijā, kas pazemina ciršanas atlieku ieguves efektivitāti, kā arī ir mazāk nozīmīgas kā dzīvotne retajām saprofītiskajām sugām. Analīzē galvenā vērība veltīta meža tipiem, kuros var notikt ciršanas atlieku ieguve: damaksnis, vēris, gārša, slapjais mētrājs, slapjais damaksnis, slapjais vēris slapjā gāršā, atsevišķos gadījumos arī āreņi, kūdreņi. Citos tipos ciršanas atlieku ieguvi limitē izvešanas iespējas un potenciālais pieejamā materiāla apjoms. Tāpat analīzē netiek ņemtas vērā dabas aizsardzības teritorijas, kur biomasas ieguve nav plānota.

Ciršanas atlieku izmantošanas ietekme uz bioloģisko daudzveidību saistīta ar 2 galvenajiem aspektiem: dzīvotņu daudzveidību un augsnes auglību. Abi aspekti ir nozīmīgi, nodrošinot dažādu sugu eksistenci un ekosistēmas sekmīgu funkcionēšanu.

Literatūras dati un pētījumu rezultāti ārvalstīs analizēti kontekstā ar rezultātiem Latvijā, kā arī spēkā esošajiem normatīvajiem aktiem, vērtējot, vai tajos ietverti visi nepieciešamie nosacījumi bioloģiskās daudzveidības aizsardzībai situācijā, kad plānojama ciršanas atlieku izmantošana.

1.2. Dzīves vides nodrošināšana

Nokaltusī koksne, tai skaitā ciršanas atliekas, nodrošina dzīves vidi ievērojamam dzīvo organismu skaitam: augsnes mikroorganismiem (Johnston, Crossley, 1993) sēnēm un zemākajiem augiem, ķērpjiem (Nordén et al., 2004), kukaiņiem, putniem (Roberge et al., 2008). Hemiboreālajā un boreālajā zonā ar nokaltušo koksni kopumā saistīti 20-25% no visām mežu apdzīvojošajām sugām, tai skaitā lielākais īpatsvars ir dažādām saprofītiskajām sēnēm: 1500-2000 sugu (Rolstad et al., 2004), kukaiņiem (ap 700 sugu) un ķērpjiem (ap 100 sugu). Zviedrijā vien ar koksnes sadalīšanu saistītas ap 670 sēņu sugas, no kurām ap 20% ir Sarkanajā grāmatā (Edman, Jonsson, 2001). Līdzīgs stāvoklis konstatēts Šveicē, kur mirušo koksni apdzīvo kopumā ap 238 sēņu sugas (Küffer, Senn-Irlet, 2005). Zviedrijā konstatēts, ka kopumā ap 6000 organismu sugu atkarīgas no mirušas koksnes dažādās sadalīšanās stadijās (Jonsson et al., 2006). Šis skaits ietver gan saprofītiskos organismus, gan plēsoņas un parazītus, kuri pārtiek no koksni tieši pārstrādājošajiem. Nokaltušie koki nodrošina dzīves vidi lielākajai daļai no apdraudētajām, Sarkanās grāmatas, 1478 sugām hemiboreālajā zonā (Berg et al., 1994). Tādēļ svarīgi noskaidrot faktorus, kas dzīvotņu saglabāšanai ir nozīmīgākie, kā arī iespējas samazināt ciršanas atlieku izmantošanas iespējamo negatīvo ietekmi.

Nozīmīgākais rādītājs, kas nosaka potenciālo dzīvotņu skaitu, un reizē ar to arī saprofītisko sugu daudzveidību (Økland et al., 1996), ir nokaltušās koksnes pieejamība jeb **apjoms**. Audzēs rezervātu teritorijās Skandināvijas valstīs (Latvijai atbilstošos ģeogrāfiskā platuma grādos) konstatēts: pieaugušās egļu audzēs $50-120 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ nokaltušās koksnes, priežu audzēs $60-120 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, kas ir vidēji 25-28% no kopējās krājas (Siitonen, 2001; Similä et al., 2003). Citi autori norāda, ka egļu audzēs rezervātos Zviedrijas dienvidu un centrālajā daļā konstatēti $73-99 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ mirušās koksnes (Jonsson et al., 2006), priežu audzēs Karēlijā konstatē, ka kritalas un stubeņi vidēji sastāda $69,5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (variācijas koeficients 41%), atsevišķos gadījumos no $22 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ līdz $158 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Karjalainen, Kuuluvainen, 2002). Vērtējot neapsaimniekotas (dabiskas) ozolu audzes hemiboreālajā zonā Zviedrijā Nordén et al. (2004) konstatē, ka vidējais liela izmēra ($> 10 \text{ cm}$ diametrā) sausas koksnes apjoms ir $14 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, tievas koksnes – (diametrs $1-10 \text{ cm}$) $12 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Analizējot stāvokli dabas rezervātos Igaunijā Köster et al. (2005) norāda, ka vienā no tiem vidējais mirušās koksnes apjoms ir $48,5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (svārstās no $0,6$ līdz $148,6 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), otrā: vidēji $27,6 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (svārstās no $0,2$ līdz $193,7 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$).

Saprotams, ka nokaltušās koksnes apjoms atkarīgs no dažādiem faktoriem, nozīmīgākie no tiem:

- 1) augsnes auglība, kas ietekmē kopējo produktivitāti un reizē ar to arī atmirušās koksnes daudzumu. Vairākos pētījumos secināts, ka atmirušās koksnes daudzums cieši ($r^2 \sim 0,7$) saistīts ar audzes šķērslaukumu (Siitonen et al., 2000; Ferguson, Archibald, 2002, Nordén et al., 2004), kas savukārt saistīts ar audzes vecumu, koku sugu un produktivitāti;

2) atmirušās koksnes sadalīšanās ātrums, ko lielā mērā ietekmē koku suga un mikroklimatiskie faktori;

3) (dabisko) traucējumu biežuma un intensitāte, kas ietekmē nokaltušās koksnes daudzumu un sukcesiju. Piemēram, hemiboreālajā zonā konstatēts (Ferguson, Archibald, 2002), ka līdz 60 gadus vecās audzēs ir vidēji 0,3 lielas dimensijas (>30 cm diametrā) stumbeņi $\cdot \text{ha}^{-1}$, kas ir vairāk nekā 60-80 gadus vecās audzēs, bet mazāk nekā vecākās par 100 gadiem (0,4). Stumbeņu ar diametru 20-30 cm skaits uz ha palielinās, pieaugot audzei vecumam no vidēji 0,7 (60 gadus vecās audzēs) līdz 1,1 (audzēs, vecākās par 100 gadiem). Rezultāti saskan ar saimnieciskajos mežos Latvijā bieži novērojamu situāciju (1.2.1 att. A). To apliecina arī 20. gs. 90to gadu sākumā plaši praktizētā nokaltušo koku izsniegšana malkas vajadzībām, ko vidēja vecuma priežu audzēs bija iespējams veikt apmēram reizi 5 līdz 10 gados. Ievērojami lielāks atmirušās koksnes apjoms veidojas meža ugunsgrēka rezultātā (1. att. B).



A



B

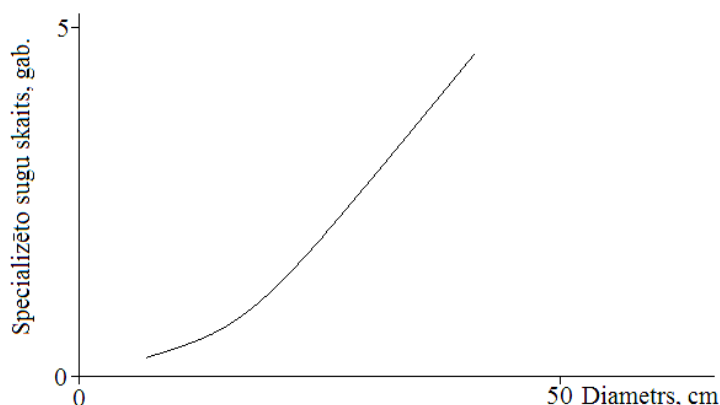
1.2.1. att. Nokaltusī koksne priežu audzēs saimnieciskajos mežos bez intensīviem traucējumiem (A) un pēc meža ugunsgrēka (B). Foto Ā.Jansons

Tādēļ ir grūti objektīvi noteikt robežvērtību, cik īsti nokaltušās koksnes nepieciešams saglabāt katrā konkrētā vietā un vai tā ir pietiekami. Objektīvai novērtēšanai nepieciešams ievērojams parauglaukumu skaits, kāds ir, piemēram, Meža statistiskajai inventarizācijai. Saskaņā ar šīs inventarizācijas datiem saimnieciskajos mežos Somijas dienvidu daļā atmirušās koksnes apjoms vidēji ir mazāks nekā $3 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Similä et al., 2003), Zviedrijā vidēji $6,1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, turklāt lielāks daudzums valsts ziemeļu daļā, kas varētu būt saistīts ar

relatīvi lēnāko koksnes sadalīšanos šajos apstākļos (Fridman, Walheim, 2000). Saskaņā ar citu autoru datiem Skandināvijas valstīs apsaimniekotās audzēs konstatētais koksnes apjoms nozīmīgi atkarīgs no audzes vecuma un ir robežās no 3,5 līdz 15,9 m³·ha⁻¹ (Siitonen, 2001). Latvijā, saskaņā ar Meža statistiskās inventarizācijas datiem, vidējais nokaltušās koksnes apjoms ir 16,2 m³·ha⁻¹, kas ir lielāks nekā Skandināvijas valstīs atbilstošā klimatiskajā zonā. Turklāt konstatēts, ka auglīgākajos sausieņu meža tipos – vēri un damaksnī – kas sastāda 38% no kopējās mežu platības, ir par 40% vairāk mirušās koksnes nekā vidēji. Līdzīgi projekta BioSoil” ietvaros ierīkotajos parauglaukumos saimnieciskajos mežos konstatēts, ka atmirušās koksnes apjoms ir no 0 līdz 77 m³·ha⁻¹, vidēji 17 m³·ha⁻¹ (Indriksons, 2007).

Saskaņā ar Pasaules dabas fonda (WWF) rekomendācijām par mērķi uzskatāms ir saglabāt 20-30 m³ mirušās koksnes uz ha; kā minimālā robeža tiek minēti 5 m³ (Forestry Commission, 2002, Dudley, Vallauri, 2004). Vācijā rekomendēts saglabāt 5-10 m³·ha⁻¹ (Samuelsson et al., 1994). Šī kritērija izpilde Latvijas apstākļos grūtības nesagādā, saglabājot kailcirtē tikai aptuveni 1/3 no nokaltušās koksnes apjoma. Taču rekomendācijā minētie augstākie rādītāji, kā redzams no apkopotās literatūras, pārsniedz šobrīd esošo mirušās koksnes apjomu ne tikai saimnieciskajos mežos, bet daudzos gadījumos arī rezervātos, tādēļ uzskatāms par ļoti augstiem. Tajā pašā laikā Latvijas apstākļos auglīgajos meža tipos, kur iespējama galvenā biomasas ieguve, var saglabāt rekomendēto koksnes daudzumu tikai neizvedot jau esošos nokaltušos kokus un kritalas – tārad minimāli ierobežojot saimniecisko darbību. Tas nozīmē, ka Latvijas apstākļos nav problemātiski nodrošinot nepieciešamo dzīvotņu daudzumu saprofītiskajām sugām arī pēc kailcirtes ar ciešanas atlieku izmantošanu.

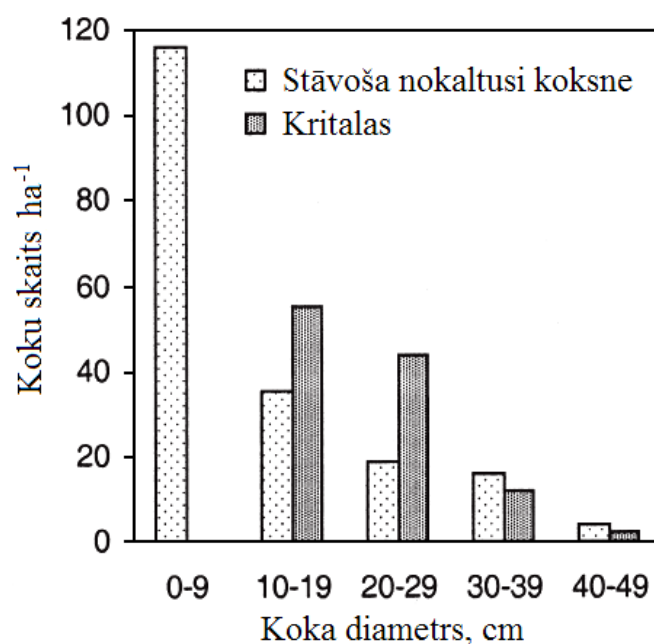
Nozīmīgs faktors saprofītisko sugu daudzveidības saglabāšanai ir ne tikai nokaltušās koksnes apjoms, bet arī tās **dimensijas**. Kā liecina Eiropas vides aģentūras ziņojumā apkopotā informācija (Anonīms, 2007), vairākums sugu atkarīgs tieši no lielu dimensiju kritālām, lai gan arī neliela izmēra kritalu izvākšana no teritorijas var ietekmēt bioloģisko daudzveidību. Tāpat citi autori norāda, ka ievērojami lielāks saprofītisko organismu sugu skaits (t.sk. līdz pat 90% Sarkanās grāmatas sugu) atkarīgs tieši no liela izmēra kritālām (Samuelsson et al., 1994; Grove, 2002; Jonsson et al., 2006). Svarīgi atzīmēt, ka uz lielu dimensiju kritālām sastopams lielāks monofāgo sugu skaits (1.2.2. att.).



1.2.2. att. Specializēto augu sugu skaits atkarībā no nokaltušā koka diametra (attēls no Samuelsson, 1994)

Zviedrijas dienvidu daļā (Latvijai atbilstošos klimatiskajos apstākļos) konstatēts, ka sēņu sugu daudzveidības saglabāšanai nozīmīgas ir ne tikai lielu dimensiju (diametrs >10 cm) kritalas, kas nodrošina substrātu 2% asku sēņu sugām un 26% bazīdiu sēņu sugām, bet arī mazu dimensiju kritalas, kas nodrošina 75% asku sēņu sugu un 30% bazīdiu sēņu sugu eksistenci; pārējās sēņu sugas (23% asku un 44% bazīdiu) sastopamas uz dažādu dimensiju kritālām (Norden et al., 2004). Konstatēts, ka ap 50% visu saprofitisko sugu sastopamas uz kritālām ar diametru <20 cm un 10% - ja diametrs <5 cm. Atsevišķas Sarkanās grāmatas vaboļu, sēņu, ķērpju un sūnu sugas specializējušās tieši uz maza diametra atmirušo koksni (Nordén et al., 2004). Jāņem vērā, ka mežistrādes procesā nekad no platības netiks izvēktas visas maza izmēra ciršanas atliekas – tās saglabāsies gan treilēšanas ceļos, gan izklaidus cismā. Tāpat cirsmā piegulošajās teritorijās dažāda vecuma mežaudzēs maza izmēra kritalas vienmēr būs atrodamas (3. att.). Tādēļ neviens no pētījumiem, tai skaitā par biomasas ieguves ietekmi uz vidi, nenorāda, ka problēmas varētu sagādāt mazu dimensiju kritalu trūkums.

Lielu dimensiju kritalu saglabāšanu reglamentē jau šobrīd spēkā esošie Dabas aizsardzības noteikumi meža apsaimniekošanā (2001), kuros minēts, ka jā saglabā visas kritalas ar diametru lielāku par 50 cm un apjomos, kas ļauj nodrošināt meža atjaunošanu – kritalas ar diametru 20-50 cm, kā arī nolauztu koku stubeņus un lielāko izmēru nokaltuši stāvoši koki, kas neapdraud darba drošību. Tāpat FSC sertifikācijā, kura ir spēkā vairāk nekā 50% Latvijas mežu, noteikts, ka „apsaimniekojot mežu, tiek saglabāti atmiruši sausi koki vai to daļas dažādās sadalīšanās stadijās virs 30 cm diametrā tādā daudzumā, kas netraucē meža atjaunošanu, transporta, enerģētikas, sakaru infrastruktūras objektu uzturēšanu”; „pilnā apmērā saglabājami sausokņi ar $D > 20$ cm un pameža sugas ādā apmērā, kas netraucē mežsaimniecisko darbību”; „mitrās mikroieplakās (reljefa pazeminājuma vietas ar izteikti paaugstinātu mitrumu) jā saglabā pamežs, kritalas, sausokņi, paauga” (Latvijas FSC standarts, 2008). Jāņem vērā, ka noteiktumi ir ne tikai pieņemti, bet tiek arī ievēroti: kā liecina Valsts meža dienesta dati 2008. gadā inventarizējot 433 izcirtumus, 86% gadījumu tajos ievērotas visas dabas aizsardzības prasības (Anonīms, 2008). Tas nozīmē, ka platībā tiek saglabāts nepieciešamais, t.sk. lielu dimensiju, kritalu apjoms, un, saglabājot spēkā esošos normatīvos aktus, situācija nemainīsies arī ja platībā tiks vāktas ciršanas atliekas biomasas pārstrādei (1.2.3. att. A).



1.2.3. att. Nokaltušas koksnes apjoms priežu audzēs Karēlijā sadalījumā pa diametra klasēm

(attēls no Karjalainen, Kuuluvainen, 2002)

No dzīvotņu daudzveidības viedokļa svarīgs ir arī **nokaltušās koksnes veids** (stāvoša – stumbeņi, nokaltuši koki – kritalas, celmi) un **sadalīšanās pakāpe**. Kritalu un stāvošu nokaltušu koku proporcijas dabiskos mežos ir atšķirīgas atkarībā no traucējuma faktora un laika līdz tam, taču biežāk novērojamā proporcija ir ap 30% stāvoša koksne un ap 70% kritalas (Siitonen, 2001). Tāpat mirušās koksnes veids un formēšanās atkarīgi no koku sugas – egli lielākoties izgāž ar saknēm, priede biežāk veido nokaltušu stāvo koksni, bērzs un apse pēc nokrišanas biežāk salūst neliela izmēra gabalos (1.2.4. att.).



1.2.4.att. Nokaltusi bērza un egļu koksne saimnieciskā mežā egļu audzē (foto: *Ā.Jansons*)

Nedaudz citādu sadalījumu starp nokaltušās koksnes veidiem konstatējuši citi autori: 66% kritālas, 22% stāvoša nokaltusi koksne, 6% celmi un nokaltusi koksne pie augošiem kokiem, piemēram, nokaltuši zari (Nordén et al., 2004) vai 39% no nokaltuši koki un stumbeņi un 61% kritālas (Karjalainen, Kuuluvainen, 2002). Taču var secināt, ka dabiskās audzēs kritālu ir vidēji 2-3 reizes vairāk nekā stāvoša nokaltusi koksne. Līdzīgu secinājumu saskaņā ar Meža statistiskās inventarizācijas datiem var izdarīt arī saimnieciskajos mežos Zviedrijā, kur 73% no kopējā nokaltušās koksnes apjoma ir kritālas, 27% stāvoša nokaltusi koksne (Fridman, Walheim, 2000), kā arī Latvijā, kur no kopējā nokaltušās koksnes apjoma $6,4 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ jeb 40% ir stāvoša nokaltusi koksne. Tātad saimnieciskajos mežos konstatējamā situācija šajā ziņā atbilst dabiskajam stāvoklim. Proporcija tiks saglabāta līdzīga, vai atstāta mazāk stāvoša koksne (darba drošības dēļ) arī kailcirtēs, saskaņā ar jau minētajiem dabas aizsardzības noteikumiem un FSC standartiem.

Pētījumos Zviedrijā konstatēts, ka lielākā daļa Sarkanās grāmatas sugu apdzīvo nokaltušā koka stumbru (nevis zarus) un tiem nepieciešamas liela diametra kritālas (Jonsell et al. (1998). Celmu koksnes, kas sastāda ap 22% no kopējās masas (1.2.1. tab.), izmantošanai nav nozīmīgas ietekmes uz saprofītisko sugu daudzveidību, jo dabiskās audzes šāds mirušās koksnes veids reti sastopams un nav evolūcijas procesā tikai tam specializējušās organismu sugas. Tāpat uz celmu koksnes sastopams mazāks saprofītisko organismu sugu skaits nekā uz zaru vai stumbra koksnes.

1.2.1. tabula

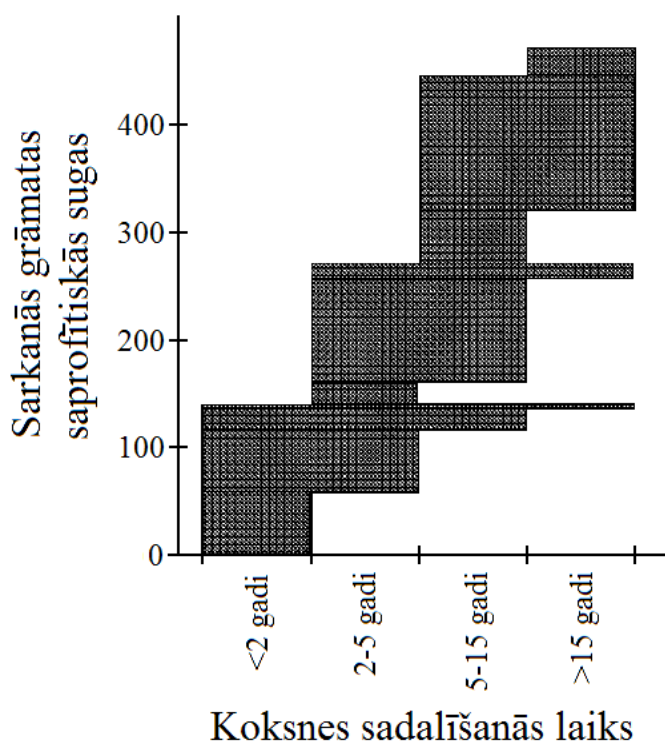
Galvenajā cirtē iegūstamā koka biomasa sadalījums (Karjalainen et al., 2004)

Suga	Virszemes biomasa, %					Celmu biomasa, salīdzinot ar virszemes, %
	Stumbrs (ar mizu)	Neizmantotā stumbra daļa*	Zari	Skujas	Galotnes	
Egle	55	8	24	11	2	22
Priede	67	8	18	5	2	22
Lapukoki	78	8	12	~0	2	22

* stumbra daļas atlikumi sortimentācijas procesā: piemēram, daļas, kas nesastāda pilnu sortimenta garumu, resgaļa atgriezumī trupes dēļ, tievgaļa - maza caurmēra dēļ u.tml.

Vērtējot Sarkanās grāmatas saprofītisko organismu sugu barības bāzi Jonsell et al. (1998) konstatējuši, ka kokam pakāpeniski sadaloties, nomainās sugas, kas to apdzīvo. Lielākā daļa (154) sugas apdzīvo mirušo koksni tikai vienā noteiktā sadalīšanās stadijā (1.2.5. att.), un ir saistītas ar kritālām 5-15 gadus pēc koka nokalšanas. Secināts, ka norāda, ka saprofītisko sugu daudzveidība un sastopamība ciešāk (statistiski būtiski) saistīta ar mirušās koksnes daudzveidību (dažādām sadalīšanās stadijām), nekā apjomu (Økland et al., 1996; Similä et al., 2003).

Saimnieciskajā meža kopšanas cirtes parasti netiek praktizētas 1-2 vecuma klases pirms galvenās cirtes izpildes (10-20 gadi lapu kokiem, 20-40 gadi skuju kokiem). Šajā laikā audzēs relatīvi intensīvi veidojas un akumulējas liela diametra nokaltusi koksne (Ekbom et al., 2006), tā sāk pakāpeniski sadalīties. Sākotnēji sadalīšanās notiek straujāk, tā pakāpeniski palēninās pēc 10-20 gadiem. Temps ir atkarīgs no koku sugas un mikrobioloģisko (mikroorganismu un sēņu) aktivitāti ietekmējošajiem faktoriem, kurus var raksturot ar atrašanās vietas ģeogrāfiskajām koordinātēm, augstuma v.j.l., gaisa temperatūras un nokrišņiem janvārī un jūlijā. Konstatēts, ka hemiboreālajā zonā egles baļķi sadalās līdz pilnīgai „izzušanai” ap 70 gadu laikā. Vidējais egles baļķu sadalīšanās ātrums 3,3% gadā un svārstās no 1,7% līdz 4,9% atkarībā no diametra, augsnes mitruma un kritālas kontakta ar augsni (Siitonen, 2001). Saskaņā ar citu autoru pētījumiem, ko citē Siitonen (2001) sadalīšanās ātrums eglei ir 3,4%, priedei 3,3% un bērzam 4,5% gadā. Līdzīgus rezultātus konstatējis arī Yatskov et al. (2003): 4,2-7,8% gadā bērzam, 2,6-4,9% eglei un 2,7%-4,4% priedei. Tas nozīmē, ka zināma daļa liela diametra kritālu līdz galvenās cirtes izpildei būs sadalījušās jau līdz tādai pakāpei, ka arī no praktiskā viedokļa to izmantošana biomasas ieguvei nebūtu lietderīga. Par to liecina pētījumu rezultāti, kur konstatēts, ka vecākā (visvairāk sadalījusies) koksne pēc apjoma statistiski būtiski neatšķiras apsaimniekotās un dabiskās audzēs. Tāpat secināts, ka apsaimniekotās audzēs jaunākā un vecākajā (gandrīz pilnībā sadalījies) stadijā ir vairāk mirusi lielu dimensiju koksne (diametrs lielāks nekā 35 cm) nekā dabiskās audzēs, kas, iespējams, saistīts ar atstātajiem iepriekšējās paaudzes kokiem vai kritālām. Analizējot saprofītisko vaboļu sugas 136 no tām konstatētas dabiskajās, 147 – apsaimniekotajās audzēs, turklāt 52% sugu (96% indivīdu) vienādas abās audžu grupās (Similä et al., 2003).



1.2.5. att. Koksni apdzīvojošo saprofītisko aizsargājamo bezmugurkaulnieku sugu skaits atkarībā no tās sadalīšanās stadijas (attēls no Jonsell et al., 1998)

Var secināt, ka koksnes ieguvei biomasai nozīmīgi neapdraud dzīvotnes lielākajai daļai organismu sugu, kuras barojas no koksnes (vai to apdzīvojošiem organismiem), kad tā jau sākusi nozīmīgi sadalīties. Svaigu kritalu saglabāšanu izcirtumā, kā jau minēts, nodrošina dabas aizsardzības noteikumi, kur norādīts arī, ka „galvenajā un kopšanas cirtē, rēķinot uz cirsma hektāru, saglabā vismaz piecus dzīvotspējīgus vecākos un lielāko izmēru kokus (ekoloģiskos kokus), vispirms izvēloties resnākos (koku caurmērs lielāks par valdošās koku sugas koku vidējo caurmēru) ozolus, liepas, priedes, ošus, gobas, vīksnas un kļavas. Ja šādu koku mežaudzē nav, vispirms saglabā apses un bērzus, kā arī kokus ar lieliem un resniem zariem, dobumainus kokus un kokus ar deguma rētām”. Šie atstātie koki nodrošinās svaigas kritalas, pakāpeniski nokalstot, par ko liecina a/s „Latvijas valsts meži” veikta monitoringa rezultāti (LVM Vides plāns; Vides pārskats, 2005). Atstāto koku ievērojamo ekoloģisko lomu uzsver arī skuju koku mežos hemiboreālajā zonā Britu Kolumbijā, kur konstatēs, ka saglabājos kailcirtē ekoloģiskos kokus un kritalas, ķērpju sugu daudzveidība saglabājās tādā pat līmenī, kā mežaudzē. Tāpat ekoloģisko koku saglabāšana nodrošina dzīvotņu daudzveidību (Sullivan et al., 2001). Tādēļ FSC sertifikācijā (kas aptver vairāk nekā pusi Latvijas mežu platību) noteikts, ka atstājami vismaz 10 koki uz ha un, ja audzē nav ekoloģiskā koka kritērijiem atbilstošu, tad „kopšanas cirtes vismaz 20 gadus pirms galvenās cirtes vidēji uz 1 ha saglabājami 15 nākotnes ekoloģiskie koki, kuriem atbrīvota plašāka augšanas telpa, tā dodot iespēju veidot plašāku vainagu” (Latvijas FSC standarts, 2008). Valsts mežos (kas ir aptuveni puse no kopējās mežu platības) praktiski tiek saglabāti vidēji 12 ekoloģiskie koki uz ha, kas nodrošina ievērojamu bāzi atmirušās koksnes veidošanai nākotnē, tātad nepieciešamo dzīvotņu saglabāšanai (Vides pārskats, 2005).

Jāņem vērā, ka nepieciešamību saglabāt noteiktu nokaltušās koksnes apjomu un daudzveidību svarīgi vērtēt **ainavas līmenī**, nevis tikai konkrētā izcirtumā (Jonsson et al., 2006). Pētījumi ar saprofītiskajām sēnēm liecina, ka audzes (nogabala, dažu ha) līmenī nav konstatēta klasteru veidošanās, sēņu izplatība vienmērīga visā platībā, tātad šādā mērogā izplatīties un kolonizēt jaunas teritorijas sēnēm nesagādā problēmas (Edman, Jonsson, 2001). Par to liecina arī citu autoru secinājums, ka lielākajai daļai nokaltušo koksni apdzīvojošo organismu ir laba izplatīšanās spēja. Piemēram, lai arī lielākā daļa sēņu sporu nolido tikai dažu simtu metru vai pat dažus metrus, konstatētas arī daudzas kilometrus lielu distanci veikušas sporas. Konstatēts, ka nokaltušās koksnes izvietojums un apjoms nelielā teritorijā (līdz 1 ha) neietekmē koksnes sadalošo sēņu sugu (tai skaitā Sarkanās grāmatas) daudzveidību un sastopamības biežumu, kas norāda, ka šīm sēnēm attiecīgajā platības mērogā nav izplatības problēmu. Tāpat ietekmi neatstāj arī fakts, vai koksne nepārtraukti bijusi pieejam nelielā teritorijā ilgu laiku – vairāku gadu desmitu periodā (Rolstad et al., 2004). Līdzīgi Økland et al., (1996) konstatējuši, ka nokaltušo koksni apdzīvojošajām vaboļu sugām raksturīga efektīva izplatīšanās spēja un ir pietiekami nodrošināt piemērotu dzīves vidi ainavas līmenī (1 km² platībā), nevis katrā nogabalā (<1 ha platībā). Rezultāti iegūti vērtējot 194 saprofītisko vaboļu sugu sastopamību platībās, kur nokaltušās koksnes apjoms nogabalā svārstās ļoti plašās robežās: no 0,6 līdz 372 m³·ha⁻¹, tātad izmantojami vispārīgu secinājumu izdarīšanai. Saprofītisko vaboļu daudzveidība cieši saistīta ar nokaltušās koksnes daudzveidību, tai skaitā koksni apdzīvojošajām sēņu sugām. Analizējot priežu mežaudzes Karēlijā konstatēts, ka nokaltušā koksne platībā izvietota vienmērīgi, nav vērojama grupveida struktūra (Karjalainen, Kuuluvainen, 2002). Tas saskan ar jau iepriekš aprakstītajiem rezultātiem un liecina, ka atmirušo koksni apdzīvojošajiem organismiem ir pietiekami labas izplatīšanās spējas vismaz distancēs, kurās vairs nav novērojama grupveida struktūra šīm dzīvotnēm.

Latvijas apstākļos jāņem vērā, ka vidējā kailcirtes platība ir mazāka par 2 ha (Anonīms, 2004) un atkarībā no valdošās koku sugas tā galvenokārt tiek veikta reizi 70-100 gados. Vidējais nokaltušās koksnes daudzums saimnieciskajos mežos kontekstā ar jau minētajām kailcirtšu platībām un sugu izplatības iespējām liecina, ka biomasas ieguve kailcirtēs neapdraud saprofītisko (un ar tām saistīto) sugu saglabāšanās iespējas. Šo secinājumu vizualizē piemērs 1.2.6. attēlā. Jāņem vērā, ka Latvijā kopumā kailcirtes aizliegtas ~167 tūkst. ha papildus teritorijām, kur aizliegta jebkāda mežsaimnieciskā darbība ~73 tūkst. ha (Valsts meža dienests, 2008). Pieņemot, šo teritoriju izvietojums ir vienmērīgs, aizsargāts ir vidēji katrs divpadsmitais hektārs un, pat pieņemot samērā nevienmērīgu platību izvietojumi, katrā kvadrātkilometrā būs vismaz viena aizsargājama teritorija. Tas nozīmē, ka iespējams aizsargājamajās teritorijās nodrošina atsevišķām sugām nepieciešamos specifiskos apstākļus (piemēram, apēnojumu), kā arī stabilu dzīves bāzi un kailcirtēs saglabāt nelielu atmirušās koksnes daudzumu, nodrošinot tā vienmērīgu izplatību ainavas līmenī. Šādu stratēģiju kā optimālu rekomendē arī pētnieki kaimiņvalstīs (Rolstad et al., 2004) un tās izpildi biomasas ieguve kailcirtēs neapdraud.



A



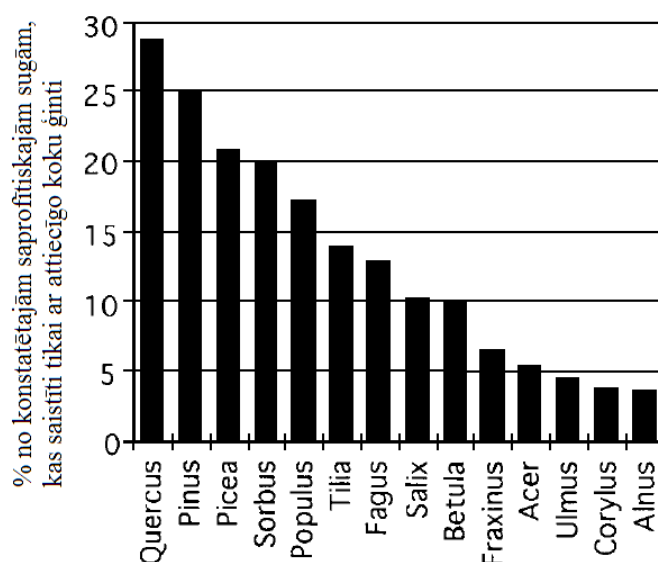
B

1.2.6.att. Kailcirte (A), kur saskaņā ar dabas aizsardzības noteikumiem saglabātas kritalas, stumbeņi un ekoloģiskie koki un tai blakus esošā mežaudze (B) (foto: Ā.Jansons)

Nokaltušās koksnes apjoms dažādās sadalīšanās stadijās ir nozīmīgs ne tikai vabolēm un saprofītiskajiem mikroorganismiem, bet arī dažādām dzeņu sugām. Vērtējot šo putnu populācijas stāvokli iespējams daļēji veikts monitoringu arī par nokaltušās koksnes pieejamību ainavā. Konstatēts, ka teritorijās ar mazāku atmirušās koksnes apjomu, trīspirkstu dzeņu skaits cieši korelē ar nokaltušu koku daudzumu, bet, mirušās koksnes daudzumam palielinoties, šāda korelācija vairs nav novērojama. Kā kvantitatīvu rādītāju kailcirtēs atstājamajam koksnes apjomam, kas nodrošinātu dzeņiem (tātad arī trofiskajā ķēdē zemāk esošo organismiem) pieņemamu dzīves vidi autori norāda vismaz $1 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ lielu dimensiju ekoloģiskos kokus. Tas ir aptuveni 8 koki $\cdot \text{ha}^{-1}$ ar caurmēru 40 cm vai 5 ar caurmēru vismaz 50 cm. Līdzīgu kritēriju (ekoloģisko koku un nokaltušu koku šķērslaukums $0,5\text{--}1,4 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) norāda arī citi autori, kas citēti Roberge et al., 2008 rakstā. Minētā rādītāja izpildi, tātad pietiekamu koksnes daudzumu ainavā, pilnībā nodrošina saskaņā ar Dabas aizsardzības noteikumiem un FSC standartiem atstātais kritalu un ekoloģisko koku daudzums.

Papildus rādītājs koksnes apjomam, sadalīšanās stadijām un izvietojuma ainavā, ir atmirušās **koksnes sugu** sastāvs. Jonsell et al. (1998) novērtējuši nepieciešamās dzīvotnes 542 apdraudētām (Sarkanās grāmatas) bezmugurkaulnieku sugām. Bez mugurkaulnieku sugu skaits, kas izmantot noteiktas koku ģints nokaltušu koksni, svārstās no 5 līdz 202. Jo lielāks sugu skaits, kas konkrēto koku ģints koksni izmanto, jo lielāks arī speciālistu-sugu (tādu, kas saistīti tikai ar attiecīgās ģints koksni) skaits: rangs korelācija $r=0,62$ (1.2.7. att.). Jāņem vērā, ka speciālistu sugu skaits ir lielāks, kamēr koksne ir sākotnējās sadalīšanās stadijās.

Bezmugurkaulnieku sugas, kas izmantot koksni tālākās sadalīšanās stadijās (vai sēnes, kas uz šādas koksnes aug) mazāk saistītas ar kādu specifisku koku ģinti. No visām analizētajām bezmugurkaulnieku sugām 59% ir sastopamas uz kokiem saulainās vietās, tātad var apdzīvot kailcirtēs atstātas kritālas vai stumbeņus. Pārējām sugām nepieciešami ēna, pieaugušas audzes mikroklimats, ko var nodrošināt tikai dabas aizsardzības teritorijas, vai arī ekoloģiskie koki, ja tie nokalst, kad jaunā audze pietiekami izaugusi. Tas apliecina iepriekš izvirzītās stratēģijas – dabas aizsardzības platības un neliels atmirušās koksnes daudzums visā ainavā, tai skaitā kailcirtēs, adekvātumu. Rezultāti Skandināvijas valstīs liecina, ka retas ir saprofitisko organismu sugas, kas izmanto tikai lapukoku koksni (Økland et al., 1996). Tanī pat laikā, analizējot koku sugu sastāvu Latvijas mežos, redzams, ka lapukoku audzes arī mežos, kas vecāki par 60 gadiem, sastāda 33% no kopējās audžu platības (Valsts meža dienests, 2008), tādēļ nav pamata uzskatīt, ka Latvijā varētu būt nepieciešama īpaša aizsardzība tieši lapu koku mirušajai koksnei, izņemot ozolu, ko apdzīvo daudzas specifiskas sugas un kas jau tiek iespējami plaši saglabāts.



1.2.7. att. Tikai ar specifiskās koku ģints nokaltušo koksni saistīto sarkanās grāmatas bezmugurkaulnieku sugu skaits (attēls no Jonsell et al., 1998)

Nobeigumā svarīgi minēt labas praksēs nosacījumus, ievācot ciršanas atliekas kailcirtēs, kas izstrādāti uz nozīmīgu pētījumu bāzes kaimiņvalstīs (Jonsell, 2008):

- 1) saglabāt no dabas daudzveidības viedokļa nozīmīgāko koku sugu ciršanas atliekas;
- 2) saglabāt lielu dimensiju mirušo koksni. Šis, kā arī iepriekšējais nosacījums praktiski jau iestrādāts Latvijā spēkā esošajā likumdošanā;
- 3) neveikt ciršanas atlieku izvešanu teritorijās, kas robežojas ar dabas aizsardzības teritorijām. Vērtējot šo nosacījumu jāņem vērā dabas aizsardzības teritorijas izveidošanas mērķis un iespējamais buferjoslas platums, ko vajadzētu izvēlēties proporcionāli nozīmīgumam kontekstā ar Aizsargjoslu likumā (1997) minētajām citu teritoriju (objektu) aizsargjoslām;
- 4) ierobežot mežistrādes tehnikas pārvietošanos pa izcirtumu, lai nesamazinātu paliekošo ciršanas atlieku ekoloģisko vērtību. Koksnes izvešanas un augsnes sagatavošanas procesā tiek bojāta ievērojama daļa veco un svaigo kritālu (Jonsson et al., 2006). Tai skaitā nozīmīgs

bojājums ir mizas noplēšana svaigajām kritālām, ko nepieciešams iespējami samazināt. Šī nosacījuma izpilde ir saskaņā ar ekonomisko vēlmi – veikt visus darbus ar iespējami mazām izmaksām, tātad iespējami maz braukājot pa izcirtumu;

5) veikt cirsmu izstrādi un ciršanas atlieku izvešanu ziemas periodā, lai samazinātu kukaiņu sadedzināšanu reizē ar ciršanas atliekām.

6) ja ciršanas atliekas tiek ilgāku laiku uzglabātas kaudzēs – atstāt izcirtumā nelielu kaudzes augšējo daļu, kurā ir augstākā kukaiņu un to kāpuru koncentrācija.

Pēdējie 2 ieteikumi jāvērtē kontekstā ar Noteikumiem par meža aizsardzības pasākumiem un ārkārtējās situācijas izsludināšanu mežā (2008), kuru viens no uzdevumiem ir ierobežot mizgraužu savairošanas. Tas ir saskaņā ar 5. ieteikumu, jo nodrošina cirsmas satīrīšanu pirms aktīvas mizgraužu lidošanas laika. Tanī pat laikā ciršanas atlieku savākšana kaudzēs un apžāvēšana var būt nepieciešama, lai nobirtu skujas un tās tiktu atstātas izcirtumā, tādējādi saglabājot lielāko daļu barības vielu (skat. nākamo nodaļu). Svaiga skuju koku koksne kailcirtē saistīta ar mizgraužu savairošanās risku, ja tās apjoms lielāks par $5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Jonsson et al., 2006), tādēļ lielāka apjoma ciršanas atlieku uzglabāšanai Noteikumi par meža aizsardzības... (2008) reglamentē minimālo kaudzes izmēru un nosaka tās noseģšanas kārtību, padarot atliekas mazāk saistošas kukaiņiem (reizē ar to arī mazāk pievilinot un apdraudot saprofitisko kukaiņu sugas).

Izstrādāti arī labas prakses nosacījumi par celmu ieguvu (Egnell et al., 2007), kas norāda, ka nav ieteicams veikt celmu ieguvu:

1. izcirtumos vai to daļās, kas robežojas ar dabas aizsardzības teritorijām;
2. izcirtumos vai to daļās, kas robežojas ar dabiskām vai mākslīgām ūdenstecēm vai ūdenstilpnēm (15 m buferjosla). Šī un pirmā punkta nosacījumi skatāmi kontekstā ar Aizsargjoslu likumu (1997), kas jau nosaka ciršanas aizliegumus, piemēram, ūdenstilpņu buferjoslās;
3. lapu koku audzēs. Šis ieteikums vairāk uzskatāms par specifisku situācijai, kur lapu koku īpatsvars kopējā mežu platībā ir neliels, un nav tieši piemērojams Latvijas situācijā;
4. kopšanas cirtēs, lai neradītu kaitējumu palikušajai audzei;
5. teritorijās, kur celmu izstrāde var veicināt augsnes eroziju. Gan šajā, gan ceturtajā punktā minētajās situācijās celmu izstrāde ir arī sarežģīta un saistīta ar augstākām izmaksām, tādēļ nav sagaidāms, ka tā šajās teritorijās tuvākajā laikā tiks īstenota;
6. teritorijās ar nozīmīgu rekreācijas vērtību. Šis ieteikums jāvērtē kā pretrunīgs – konstatēts, ka rekreācijas vērtību mežaudzei visvairāk samazina tieši celmu klātbūtne, tādēļ atsevišķos gadījumos to izraušanai var būt pozitīva ietekme. Svarīgi novērtēt, cik ilgā laikā sagaidāma celmu vietu aizaugšana ar zemesdzes veģetāciju.

Var secināt, ka ievērojot šobrīd spēkā esošās likumdošanas normas, kā arī sertifikācijas un labas prakses rekomendāciju nosacījumus, ciršanas atlieku ieguve kailcirtēs neapdraud saprofitisko un ar tām saistīto sugu dzīves vidi un izdzīvošanas iespējas.

1.3. Augsnes auglības saglabāšana

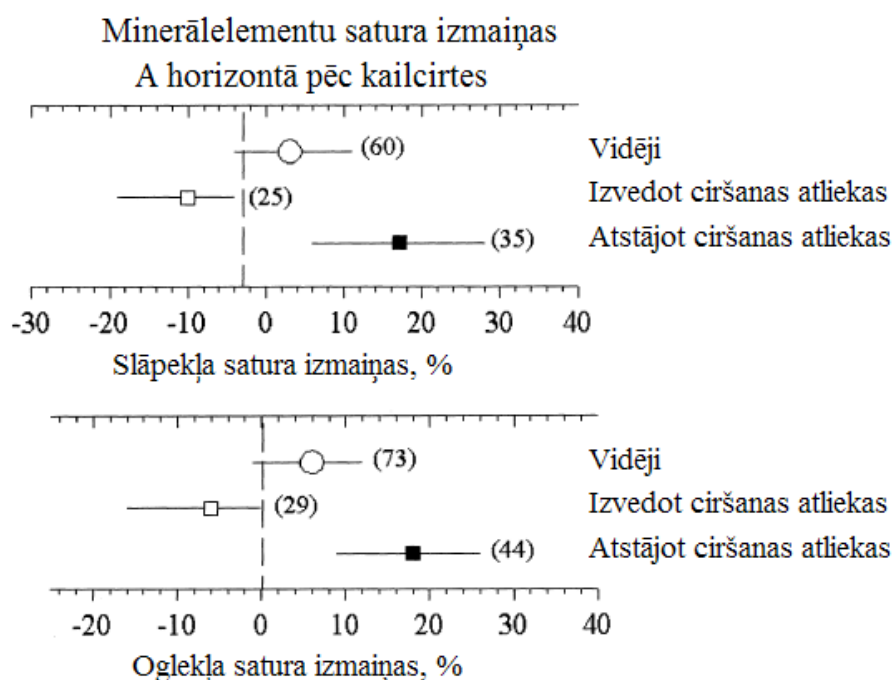
Augsnes auglības un struktūras saglabāšana ir nozīmīga vairākos aspektos, tai skaitā nodrošinot ūdens aizsardzību no iespējamajiem savienojumiem, kuri tajā varētu tikt ieskaloti. Pētījumi Latvijā un citās valstīs liecina, ka nepieciešama maksimāli 15 m zona ap ūdeņiem (mazākiem grāvjiem un strautiem – 2-5 m), lai nodrošinātu, ka kailcirte, tajā skaitā ja ir

izvāktas ciršanas atliekas un celmi, neietekmē ūdens kvalitāti (sastāvu). Šādas zonas saglabāšanu nosaka Aizsargjoslu likums (1997), tādēļ ciršanas atlieku ieguve kailcirtēs nekādu papildus apdraudējumu ūdeņu kvalitātei nesagādā.

Saglabājot ciršanas atliekas uz augsnes tiek samazināts augsnes erozijas risks, tā nav tik pakļauta vēja un ūdens plūsmas tiešai iedarbībai. Izskalošanās risks saistīts ar augsnes struktūru un nogāzes slīpumu (Anonīms, 2007), tādēļ šis aspekts Latvijā svarīgs ir tikai atsevišķos gadījumos relatīvi stāvās nogāzēs, kur, ja kailcirtē ir atļauta, ciršanas atlieku izvešana nebūtu rekomendējama.

Vairāki autori norāda, ka atmirušajai koksnei ir nozīmīga loma ekosistēmā, pakāpeniski sadaloties un nodrošinot barības vielu apriti (Edman, Jonsson, 2001; Rolstad et al., 2004). Vērtējot tiešu ciršanas atlieku izvešanas ietekmi uz barības vielu sastāvu konstatēts, ka sākotnējās sadalīšanās stadijās ciršanas atliekas slāpekli uzņem, nevis to izdala, tādējādi samazinot augsnes auglību meža atjaunošanās laikā (Laiho, Prescott, 2004; Merganicova, 2005). Barības elementu atbrīvošanās sākas ilgāku laiku (pat 20 gadus) pēc koksnes sadalīšanās sākuma (Laiho, Prescott, 2004). Piemēram, Olsson et al. (1996a,b), vērtējot oglekļa un slāpekļa koncentrāciju 15-16 gadus pēc kailcirtes konstatē, ka humusa slānī šo elementu koncentrācija būtiski samazinājusies, toties palielinājusies dziļākajos slāņos. Kopējais C un N daudzums augsnē līdz 20 cm dziļumam egļu audžu izcirtumos Zviedrijas dienvidu daļā samazinājies par attiecīgi 17% un 13%; tas nav mainījies izcirtumos priežu audzēs Zviedrijas dienvidu daļā. Izcirtumos priežu audzēs Zviedrijas dienvidu daļā konstatēts, ka ciršanas atlieku saglabāšana vai izvākšana no izcirtuma tendenci samazināties C un N koncentrācijai humusa slānī neietekmē. Konstatētas būtiskas atšķirības slāpekļa koncentrācijā atkarībā no izvākto ciršanas atlieku apjoma un veida, taču tām nav kopējas tendences un rezultātu būtiski ietekmē konkrētās vietas apstākļi. Līdzīgi Rosenberg un Jacobson (2004) vērtējot egļu un priežu audzes Latvijai atbilstošos ģeogrāfiskā platuma grādos, konstatē, ka atkārtotas (2 reizes, ar 10 gadu starplaiku) kopšanas cirtes, no platības izvedot visu nocirsto koku virszemes daļu, ietekmē augsni. Biomasas izvešanas ietekme uz minerālvielu saturu humusa slānī un līdz 10 cm dziļi augsnē (C, N, P, K, Ca, Mg) un augsnes skābumu ir variējoša un nav būtiska, taču būtiski samazinās Ca un Mg koncentrācija.

Apkopojot liela daudzuma pētījumu rezultātus, Johnson un Curtis (2001) secina, ka ciršanas atlieku izvešana atstāj nelielu negatīvu lomu uz augsnes slāpekļa un oglekļa saturu tās virsējos slāņos, vidēji samazinot minēto elementu koncentrāciju par 6% (1.3.1. att.).



Līnija apzīmē 99% ticamības intervālu; iekavās eksperimentu skaits, kuru dati izmantoti

1.3.1. att. Barības vielu koncentrācijas izmaiņas izvedot vai neizvedot ciršanas atliekas pēc kailcirtes (attēls saskaņā ar Johnson, Curtis, 2001)

Redzams, ka atstājot ciršanas atliekas platībā, ilgākā laika periodā minerālvielu koncentrācija augsnē palielinās. Ciršanas atlieku savākšanas negatīvā ietekme galvenokārt saistīta ar sīko zaru un skuju/lapu barības izvākšanu, kas nosaka 6-7 reizes augstāku barības vielu iznesi un tikai 2 reizes augstāku biomasas ieguvu nekā izmantojot tikai stumbra koksni (Raulund-Rasmussen et al., 2007). Tā pat citi autori norāda, ka audzes līmenī atsevišķos gadījumos konstatēta visas biomasas izvākšanas no izcirtuma negatīvā ietekme uz minerālvielu saturu augsnē (Zabowski et al., 1994, Merganiceva, 2005), kas lielā mērā tiek samazināta, neizvācot sīkākos zarus un lapas/skujas. Līdzīgi Richardson et al. (2002) norāda, ka stumbrā un lielajos zaros ir relatīvi maz barības vielu un to izvākšana nestāj nozīmīgu ietekmi uz augsnes kvalitāti, īpaši ražīgajos meža tipos (kuros Latvijā arī varētu notikt paredzamā ciršanas atlieku ieguve). Taču rekomendēts atstāt sīkos zarus un skujas, un/vai kompensēt minerālvielu zudumu izmantojot pelnu mēslojumu. Tāpat netiek rekomendēts ciršanas atliekas savākt mežos uz kūdras augsnēm, ja nav plānota barības vielu atgriešana aprītē, platību mēslojot. Ilgtermiņā nozīmīgas ir ne tikai barības vielas, kas izdalās no skujām un lapām, bet arī tās, kas veidojas sadaloties lielāka izmēra zariem. Eksperimentāli konstatēts, ka izcirtumā atstātas egles ciršanas atliekas pēc 16 gadiem paaugstinājušas augsnē esošā oglekļa daudzumu par 50% un priežu audzēs uz nabadzīgām augsnēm pat par 100% salīdzinot ar situāciju, ja ciršanas atliekas no platības izvāktas (Hyvönen et al., 2000). Visu ciršanas atlieku izvākšanu ieteicams praktizēt tikai teritorijās, kur aktuāli novērst pārāk augstu slāpekļa koncentrāciju, kas veidojas no skābajiem lietiem ar slāpekļa savienojumiem atmosfēras piesārņojuma dēļ. Šajā gadījumā biomasas izvešana no meža faktiski var palīdzēt saglabāt ekosistēmā raksturīgo vidi un to apdzīvojošās sugas (Anonīms, 2007).

Audzes produktivitātes nodrošināšanā nozīmīga loma ir ne tikai minerālvielu sastāvam augsnē, bet arī mikorizas sēnēm, kas nodrošina augsnes struktūras saglabāšanos, efektīvāku minerālvielu apriti, kā arī kalpo par barības bāzi augsnes mikroorganismiem. Jones (2007) izvirza hipotēzi, ka kritālu saglabāšanai kailcirtē var būt nozīme mikorizas sēņu uzturēšanā, jo daļa no šīm sēnēm neilgu laiku var funkcionēt kā saprofīti, tādējādi „sagaidot” nākamo meža paaudzi. Augsnes mikroorganismiem ir nozīmīga loma barības vielu aprites nodrošināšanā, turklāt ne tikai saprofītiskajiem, tieši sadalot organiskā atliekas, bet arī tiem, kas barojas ar augsnes sēnēm. Dažāda izmēra un koku sugu kritālas ir nozīmīga šīs barības ķēdes sastāvdaļa, nodrošinot vidi augsnes mikroorganismu attīstībai. Konstatēts, ka tikai dažas mikroorganismu sugas ir tieši atkarīgas no liela izmēra nokaltušas koksnes, lielākoties to apdzīvo sugas, kas parasti sastopamas humusa slānī. Šie organismi apdzīvo arī treilēšanas ceļos ieklāto ciršanas atlieku materiālu (Johnston, Crossley, 1993), tātad atlieku izvešana biomasas ieguvei sugu pastāvēšanu neapdraud, jo tās no meža ceļiem izņemtas netiek. Tāpat neliela izmēra nokaltusī koksne intensīvi veidojas jaunaudzēs un parasti ainavas līmenī netrūkst (1.3.2. att.).

No praktiskā viedokļa svarīga ir nevis ciršanas atlieku izvešanas ietekme uz to vai citu elementu vai struktūru, bet gan uz sistēmu kopumā – audzes produktivitāti. Jacobson et al., (2000) konstatējuši, ka 10 gadu periodā pēc intensīvas kopšanas cirtes ar ciršanas atlieku izvākšanu, palikušo priežu un egļu stumbra tilpuma pieaugums par 5-6% zemāks nekā pēc tādas pašas kopšanas, kur ciršanas atliekas atstātas. Līdzīgi Johnson un Curtis (2001), vērtējot 16 eksperimentus priežu un egļu audzēs Zviedrijā, Somijā un Norvēģijā, konstatē, ka pat 10 gadus pēc kopšanas cirtes ar visu koku virszemes daļu (ieskaitot skujas) izvešanu, palikušo koku stumbra tilpuma pieaugums ir par vidēji 5% mazāks nekā kontroles materiālam, kur nocirstie koki atstāti jaunaudzē. Jāņem vērā, ka rezultāti atsevišķos eksperimentos no minētās vidējās vērtības nozīmīgi atšķiras. Konstatēts, ka negatīvais efekts saistīts galvenokārt ar slāpekļa daudzuma samazināšanos un to iespējams vienkārši novērst veicot mēslošanu.

Mežaudzes mēslošana ar koksnes pelniem vienlaikus atrisina gan augsnes auglības nodrošināšanu, gan arī atkritumu problēmu – pelni no biomasas sadedzināšanas vietām nav jānogādā izgāztuvēs. Turklāt Latvijā, saskaņā ar FSC sertifikāciju (kas spēkā vairāk nekā pusē mežu platību) vienīgais atļautais meža mēslošanas veids ir ar pelniem (Latvijas FSC standarts, 2008). Šādai barības vielu atgriešanai meža izstrādātas praktiskas rekomendācijas, tādā veidā, lai process būtu iespējami nekaitīgs dabai un vienlaikus arī ekonomiski efektīvs. Arī šajā kontekstā uzsvērts, ka galvenā mēslošanas nozīme ir gadījumā, kad no izcirtuma tiek izvākti visi koki, ieskaitot lapas/skujas un smalkos zarus (Emilsson, 2006).

Izstrādātas labas prakses rekomendācijas ciršanas atlieku ieguvei, neapdraudot augsnes auglību (Anonīms, 2007; Stupak et al., 2008):

1. ciršanas atliekas nevākt meža tipos ar mazauglīgām augsnēm, neatkarīgi no augsnes sastāva un mitruma režīma. Šī punkta ievērošana definēta jau apskata sākumā, un saistīta arī ar ekonomisko aspektu – mazproduktīvās mežaudzēs iegūstamais ciršanas atlieku apjoms būs neliels, reizē ar to izmaksas augstas;
2. lai saglabātu lielāko daļu minerālelementu augsnē, ciršanas atliekas vismaz 2 pavasara vai vasaras mēnešus žāvēt, nodrošinot, ka skujas/lapas nobirst un paliek izcirtumā. Šī punkta ievērošana tiek praktizēta, jo tas nodrošina arī koksnes izžūšanu un zemākas transportēšanas izmaksas;

3. daļu ciršanas atlieku (~10%) atstāt izcirtumā; ja tiek vākti arī celmi – atstāt ap 20 gab·ha⁻¹ ar diametru >15 cm, mālainās augsnēs vairāk (pēc citas rekomendācijas – 20 resnākos celmus·ha⁻¹);
4. nodrošināt atstāto ciršanas atlieku iespējami vienmērīgu izvietojumu izcirtumā. Šī punkta praktiska ievērošana ir tieši atkarīga no situācijas katrā konkrētā izcirtumā, turklāt atsevišķos gadījumos, piemēram, ekoloģiskos kokus, rekomendēts atstāt tieši grupās;
5. kompensēt minerālvielu zudumu (īpaši mazauglīgās vai kūdras augsnēs) veicot mēslošanu (ar koksnes pelniem) – 1:1 kompensējot slāpekli (izņemot teritorijas, kur tas nonāk ar nokrišņiem vismaz 15 kg·ha⁻¹·gadā⁻¹), P, K, Ca, Mg; mēslošanas reižu skaits un devas atkarīgi no augsnes īpašībām un regulējošajiem normatīvajiem aktiem.

Var secināt, ka ievērojot šobrīd jau praktizētos mežistrādes principus un labas prakses nosacījumus, ciršanas atlieku izvešana neatstās paliekošu negatīvu ietekmi uz meža augsni un no tās atkarīgajiem organismiem.

Izmantotā literatūra

1. **Anonīms** (2004) Koku ciršanas apjomu dinamika. Pieejams: http://www.zm.gov.lv/doc_upl/koku_ciršanas_apjomu_dinamika.doc, resurss aprakstīts 10.11. 2008.
2. **Anonīms** (2007) Environmentally compatible bio-energy potential from European forests: report of European Environment Agency, EEA, Copenhagen, 54 p.
3. **Anonīms** (2008) Dabas aizsardzība. Pieejams: <http://www.vmd.gov.lv/index.php?sadala=35&id=1041&ord=>, resurss aprakstīts 11.10.2008.
4. **Aizsargjoslu likums** (1997) LR Saeima, 35 lpp.
5. **Berg, Å., Ehnström, B., Gustafsson, L., Hallingbäck, T., Jonsell, M., Weslien, J.** (1994) Threatened plant, animal, and fungus species in Swedish forests. Distribution and habitat associations. *Conserv. Biol.*, 8, pp. 718–731.
6. **Dabas aizsardzības noteikumi meža apsaimniekošanā** (2001) LR Ministru kabinets, noteikumi Nr. 189, 6 lpp.
7. **Dudley, N., Vallauri, D.** (2004) Deadwood — living forests. The importance of veteran trees and deadwood to biodiversity. WWF, Gland, Switzerland, p. 19.
8. **Edman, M., Jonsson, B.G.** (2001) Spatial pattern of downed logs and wood-decaying fungi in an old-growth *Picea abies* forest. *Journal of Vegetation Science*, 12, pp. 609–620.
9. **Egnell, G., Hyvönen, R., Högbom, L., Johansson, T., Lundmark, Olsson, B., Ring, E., von Sydow, F.** (2007) Environmental aspects on stump-harvest – compilation of knowledge and knowledge gaps (in Swedish with English summary). Energimyndigheten Rapport ER 2007:40, 154 p.
10. **Emilsson, S.** (2006) From Extraction of Forest Fuels to Ash Recycling: International Handbook. Swedish Forest Agency, 48 p.
11. **Ferguson, S.H., Archibald, D.J.** (2002) The 3/4 power law in forest management: how to grow dead trees. *Forest Ecology and Management*, 169, pp. 283–292.
12. **Forestry Commission** (2002) Life in the deadwood: a guide to managing deadwood in Forestry Commission forests. Forest Enterprise – Environment and Communications, Edinburgh, 19 p.
13. **Fridman, J., Walheim, M.** (2000) Amount, structure, and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden. *Forest Ecology and Management*, 131, pp. 23–36.

14. **Grove, S.J.** (2002) Saproxylic insect ecology and sustainable management of forests. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 33, pp. 1-23.
15. **Hyvönen, R., Olsson, B.A., Lundkvist, H., Staaf, H.** (2000) Decomposition and nutrient release from *Picea abies* (L.) Karst. and *Pinus sylvestris* L. logging residues. *Forest Ecology and Management*, 126 (2), pp. 97-112.
16. **Indriksons, A.** (2007) Meža augšņu inventarizācija un bioloģiskās daudzveidības novērtēšana starptautiskā projekta BioSoil ietvaros: Meža attīstības fonda finansēta projekta pārskats. LVMI „Silava”, Salaspils, 113. lpp.
17. **Jacobson, S., Kukkola, M., Mälkönen, E., Tveite, B.** (2000) Impact of whole-tree harvesting and compensatory fertilization on growth of coniferous thinning stands. *Forest Ecology and Management*, 129, pp. 41–51.
18. **Johnson, D.W., Curtis, P.S.** (2001) Effects of forest management on soil C and N storage: meta analysis. *Forest Ecology and Management*, 140, pp. 227–238.
19. **Johnston, J.M., Crossley, D.A.** (1993) The Significance of Coarse Woody Debris for the Diversity of Soil Mites. In: J.W. McMinn (ed.) *Biodiversity of Coarse Wood debris in Southern Forests: proceedings of the Workshop on Coarse Woody Debris in Southern Forests: Effects on Biodiversity*, October 18-20, Athens, GA, pp. 82-87.
20. **Jones, M.D.** (2007) Does retention of downed wood help maintain stand-level functional biodiversity of mycorrhizal fungi in EESF clearcuts? UBC Okanagan, Kelowna, British Columbia, 6 p.
21. **Jonsell, M., Weslien, J., Ehnström, B.** (1998) Substrate requirements of red-listed saproxylic invertebrates in Sweden. *Biodivers. Conserv.*, 7, pp. 749–764.
22. **Jonsell, M.** (2008) The effect of forest biomass harvesting on biodiversity. In: D. Röser, A. Asikainen, K. Raulund-Rasmussen, I. Stupak (eds.) *Sustainable use of forest biomass for energy: a synthesis with focus on the Baltic and Nordic region. Managing Forest Ecosystems*, 12, pp. 155-196.
23. **Jonsson, M., Ranius, T., Ekvall, H., Bostedt, G., Dahlberg, A., Ehnström, B., Nordén, B., Stokland, J.N.** (2006) Cost-effectiveness of silvicultural measures to increase substrate availability for red-listed wood-living organisms in Norway spruce forests. *Biological Conservation*, 127, pp. 443-462.
24. **Karjalainen, L., Kuuluvainen, T.** (2002) Amount and diversity of coarse woody debris within a boreal forest landscape dominated by *Pinus sylvestris* in Vienansalo wilderness, eastern Fennoscandia. *Silva Fennica*, 36(1), pp. 147–167.
25. **Karjalainen, T., Asikainen, A., Ilavsky, J., Zamboni, R., Hotari, K-E., Röser, D.** (2004) Estimation of Energy Wood Potential in Europe. *Working Papers of the Finnish Forest Research Institute*, 6, 43 p.
26. **Küffer, N., Senn-Irlet, B.** (2005) Diversity and ecology of wood-inhabiting aphyllorphoroid basidiomycetes on fallen woody debris in various forest types in Switzerland. *Mycological Progress*, 4 (1), pp. 77-86.
27. **Laiho, R., Prescott, C.E.** (2004) Decay and nutrient dynamics of coarse woody debris in northern coniferous forests: a synthesis. *Can. J. For. Res.*, 34, pp. 763–777.
28. **Latvijas FSC standarts** (2008) Pieejams: http://fsc.lv/priekslukumi_FSC%20standarts%20LV.pdf, resurss apraksts 8.9.2008.
29. **Merganicova, K., Pietsch, S. A., Hasenauer, H.** (2005) Testing mechanistic modeling to assess impacts of biomass removal. *Forest Ecology and Management*, 207, pp. 37–57.

30. **Norden, B., Ryberg, M., Götmark, F., Olausson, B.** (2004) Relative importance of coarse and fine woody debris for the diversity of wood-inhabiting fungi in temperate broadleaf forests. *Biological conservation*, 117 (1), pp.1-10.
31. **Nordén, B., Götmark, F., Tönnerberg, M., Ryberg, M.** (2004) Dead wood in semi-natural temperate broadleaved woodland: contribution of coarse and fine dead wood, attached dead wood and stumps. *Forest Ecology and Management*, 194, pp. 235–248.
32. **Noteikumi par meža aizsardzības pasākumiem un ārkārtējās situācijas izsludināšanu mežā** (2008) LR Ministru kabinets, noteikumi Nr. 421, 5 lpp.
33. **Økland, B., Bakke, A., Hågvar, S., Kvamme, T.** (1996) What factors influence the diversity of saproxylic beetles? A multiscaled study from a spruce forest in southern Norway. *Biodivers. Conserv.* 5, 75–100.
34. **Olsson, B.A., Bengtsson, J., Lundkvist, H.** (1996a) Effects of different harvest intensities on the pools of exchangeable cations in coniferous forest soils. *Forest Ecology and Management*, 84, pp. 135–147.
35. **Olsson, B.A., Staaf, H., Lundkvist, H., Bengtsson, J., Rosén, K.** (1996b) Carbon and nitrogen in coniferous forest soils after clear-felling and harvests of different intensity. *Forest Ecology and Management*, 82 (1-3), pp. 19-32.
36. **Raulund-Rasmussen, K., Stupak, I., Clarke, N., Callesen, I., Helmisaari, H-S., Karlton, E., Varnagiryte-Kabasinskiene, I.** (2007) Effect of very intensive forest biomass harvesting in short and long term site productivity. In: D. Röser, A. Asikainen, K. Raulund-Rasmussen, I. Stupak (Eds.) *Sustainable use of forest biomass for energy. Managing Forest Ecosystems*, 12, pp. 29-78.
37. **Richardson, J., Björheden, R., Hakkila, P., Lowe, A.T., Smith, C.T.** (2002) *Bioenergy from Sustainable Forestry: Guiding Principles and Practices.* Kluwer Academic, Dordrecht, the Netherlands, 368 p.
38. **Roberge, J.-M., Angelstam, P., Villard, M.-A.** (2008) Specialised woodpeckers and naturalness in hemiboreal forests – Deriving quantitative targets for conservation planning. *Biological Conservation*, 141, pp. 997-1012.
39. **Rolstad, J., Sætersdal, M., Gjerde, I., Storaunet, K.O.** (2004) Wood-decaying fungi in boreal forest: are species richness and abundances influenced by small-scale spatiotemporal distribution of dead wood?. *Biological Conservation*, 117, pp. 539–555.
40. **Rosenberg, O., Jacobson, S.** (2004) Effects of repeated slash removal in thinned stands on soil chemistry and understorey vegetation. *Silva Fennica*, 38(2), 133–142.
41. **Samuelsson, J., Gustafsson, L., Ingelög, T.** (1994) Dying and dead trees: a review of their importance for biodiversity. Swedish Threatened Species Unit, Uppsala, 109 p.
42. **Siitonen, J., Martikainen, P., Punttila, P., Rauh, J.** (2000) Coarse woody debris and stand characteristics in mature managed and old-growth boreal mesic forests in southern Finland *Forest Ecology and Management*, 128 (3), pp. 211-225.
43. **Siitonen, J.** (2001) Forest management, coarse wood debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Buletins*, 49, pp. 11-41.
44. **Similä, M., Kouki, J., Martikainen, P.** (2003) Saproxylic beetles in managed and seminatural Scots pine forests: quality of dead wood matters. *Forest Ecology and Management*, 174, pp. 365–381.
45. **Stupak, I., Asikainen, A., Röser, D., Pasanen, K.** (2008) Review of recommendations for forest energy harvesting and wood ash recycling: a synthesis with focus on the Baltic and Nordic region. In: D. Röser, A. Asikainen, K. Raulund-Rasmussen, I. Stupak (Eds.) *Sustainable use of forest biomass for energy. Managing Forest Ecosystems*, 12, pp. 155-196.

46. **Sullivan, T.P., Sullivan, D.S., Lindgren, P.M.F.** (2001) Influence of variable retention harvests on forest ecosystems. I. Diversity of stand structure. Journal of Applied Ecology, 38 (6), pp. 1221-1233.
47. **Valsts meža dienests** (2008) Meža statistika: CD.
48. **Vides pārskats** (2005) Latvijas valsts meži, Rīga, 33 lpp.
49. **Yatskov, M., Harmon, M.E., Krankina, O.N.** (2003) A chronosequence of wood decomposition in the boreal forests of Russia. *Can. J. For. Res.*, 33, pp. 1211–1226.
50. **Zabowski, D., Skinner, M. F., Rygielwicz, P.T.** (1994) Timber harvesting and long-term productivity: weathering processes and soil disturbance. *Forest Ecology and Management*, 66 (1–3), pp. 55–68.

Autors: D.Lazdiņa (LVMI „Silava”)

2. Daudzgadīgo enerģētisko augu-kokaugu plantāciju audzēšanas ietekme uz bioloģisko daudzveidību un ūdens kvalitāti

2.1. Metodika

Daudzgadīgo enerģētisko kokaugu kultūru audzēšanas ietekmes uz bioloģisko daudzveidību un virszemes ūdens kvalitāti izvērtēšanas uzdevumi šīs nodaļas ietvaros:

- veikt salīdzinājumu dažādu enerģētisko kultūru energoietilpībai un ietekmei uz vidi (augšnes erozija, virszemes ūdeņu piesārņojums, u.c.)
- apkopot esošo daudzgadīgo enerģētisko kultūru audzēšanas un izmantošanas pieredzi Latvijā;
- veikt daudzgadīgo enerģētisko kultūru audzēšanas un izmantošanas iespēju analīzi: pieejamie resursi, to potenciāls, ietekme uz bioloģisko daudzveidību;
- analizēt daudz gadīgo enerģētisko kultūru audzēšanas, ieguves un attīstības trīs alternatīvas. Tehnoloģiju attīstības analīze. Analīzes rezultātā tiks noskaidrota ietekme uz valsts ekonomisko attīstību.

Darbu apraksts:

- Ietekmes uz vidi raksturojums veikts, analizējot ātraudzīgo kārķu plantācijas, jo pārējām ātraudzīgo koku sugām parasti netiek veikta mēslošana. Analīzei par mēslošanas ietekmi uz augsni, izmantoti dati no LLU Meža fakultātes doktorantes Dagnijas Lazdiņas disertācijas “Notekūdeņu dūņu izmantošanas iespējas kārķu plantācijās” materiāli un 2005.-2006. gada veiktie pētījumi MAF projektu “Notekūdeņu attīrīšanas gala produktu ietekme uz vidi un ekonomiskā efekta novērtējums enerģētiskās koksnes kārķu un bērza plantācijās” un “Īscirtmeta enerģētiskās koksnes plantāciju produktivitātes paaugstināšanas iespējas” ietvaros. Par augšnes eroziju spriests, izmantojot citu valstu zinātnieku pētījumus, kas atspoguļoti zinātniskās publikācijas. Kārķu vērtējums veikts atbilstoši notekūdeņu dūņu un koksnes pelnu ražošanas apjomam centralizētajās sistēmās. Izmantota augstāk minēto MAF projektu realizācijā iegūtie rezultāti. Hibrīdās apsēs un citu ātraudzīgajām sugām potenciālu noteiks pieņemot, ka enerģētisko augu audzēšanas atbalsts tiks sniegts tikai platībām, kas atbilst ne vairāk kā 10% no lauksaimniecības zemju platības. Potenciāls aprēķināts variantam – vienlaidus mehanizēta pļaušana audzēs ar vidējo koku augstumu līdz 6 m un enerģētiskās koksnes sagatavošana galvenajā cirtē no mežizstrādes atliekām. Informāciju par koksnes blīvumu, sadegšanas siltumu un citiem parametriem izmantos no pētījumiem un standartiem.
- Ietekmi uz bioloģisko daudzveidību un galvenos kritērijus bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai analizēts balstoties uz citās Eiropas un Pasaules valstīs veiktajiem pētījumiem, analizējot literatūras avotus. Sagatavots LVMI “Silava” un citās Latvijas zinātniskajās institūcijās veikto pētījumu apskats par ātraudzīgajām koku sugām.

Šajā nodaļā analizēta to valstu pieredze, kur ātraudzīgo kokaugu plantācijas jau kļuvušas par

lauksaimnieciskās ražošanas veidu un kurās pētīta ne tikai to ražība, bet arī šī saimniekošanas veida ietekme uz vidi.

Sadzīves notekūdeņu dūņu izmantošanas dažādie aspekti analizēti vadoties no Zviedrijā, Amerikā un Anglijā veiktajiem pētījumiem, kā arī izmēģinājumiem LVMI "Silava" lietišķo pētījumu projektos ierīkotajām enerģētiskās koksnes pilotplantācijām.

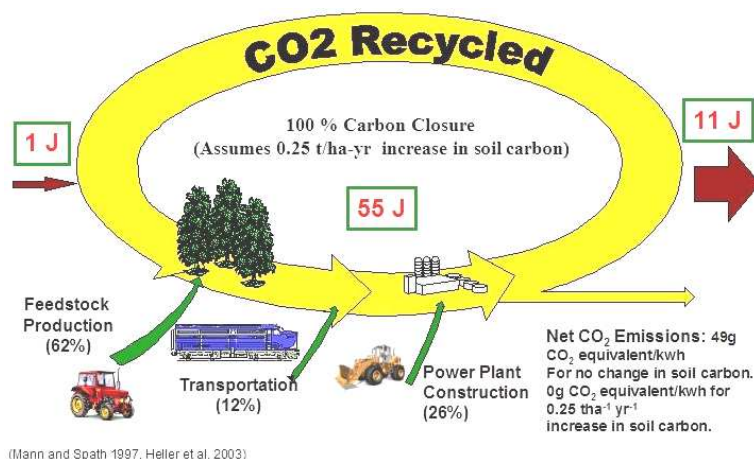
Esošajās Latvijā ierīkotajās plantācijās līdz šim nav veikta tajās dzīvojošo dzīvnieku un augošo augu uzskaitē. Šādi pētījumi veikti līdzīgos platuma grādos Anglijā, ASV un Zviedrijā. Latvijas apstākļos plantācijās varētu atšķirties sugu sastāvs, tomēr dažādu taksonu pārstāvju skaits būtu līdzīgs.

Pētījumā, balstoties uz Skandināvu pētījumos gūtajiem rezultātiem, kā arī ASV, Itālijas un Anglijas praktisko pieredzi, analizēta plantāciju kultūru ietekme uz augsni tās erozijas procesiem.

2.2. Rezultātu analīze

2.2.1. Ietekme uz vidi un bioloģisko daudzveidību

Kārkli ir CO₂ neitrāls kurināmais, bet, pateicoties ātraudzībai, to energoefektivitāte, salīdzinot iegūto un plantācijas ierīkošanai, apsaimniekošanai un novākšanai patērēto enerģiju, ir 11:1. ASV apstākļos uz katriem 55 ha kārkļu plantāciju gadā nodarbināts viens cilvēks (Abrahamson et al. 2002) (1 attēls). Att. 2.2.1.). Salīdzinot ar fosilo kurināmo, sadedzinot kārkļu koksni, atmosfērā nonāk niecīgs daudzums slāpekļa un sēra oksīda (Keoleian & Volk 2005).



Att. 2.2.1. Enerģijas aprīte un CO₂ Enerģijas2 aprīte un CO₂ saistīšana īscirtmeta plantācijās²⁴

Vērtējot no bioloģiskās daudzveidības viedokļa, izplatītāko skujkoku mežos sugu skaits ir mazāks, nekā lapu koku mežos. Kārkļu plantāciju platībās veidojas bagātīga lakstaugu veģetācija, it īpaši, salīdzinot ar intensīvi kultivētu pārtikas augu platībām, attiecīgi, ātraudzīgo kokaugu plantāciju ierīkošanai lauksaimniecības zemēs nav raksturīga vai ir minimāla negatīva ietekme uz bioloģisko daudzveidību (Berg 2002), (Weih et al. 2003), (Weih 2004), (Berthelot et al. 2005).

Salīdzinot ar tradicionālajām lauksaimniecības monokultūru platībām, kārkļu plantācijās konstatēta daudz lielāka bioloģiskā daudzveidība. Intensīvi apsaimniekota kārkļu plantācija Anglijā ir mājvieta ap 450 kukaiņu, tai skaitā 18 tauriņu sugām un 50 zirņekļveidīgo sugām. Kārkļu plantācijās konstatēta 41 putnu suga, no tām 31 dziedātājputnu suga²⁵. ASV konstatētas 57 putnu sugas, kas pastāvīgi uzturas kārkļu plantācijās, bet 28 no tām ligzdo šajās plantācijās²⁶.

2.2.2. Biomasas izmantošanas paaugstināšanas iespējas

Biokurināmā izmantošanas paaugstināšanas iespēju analīzē izmantota Ekonomikas ministrijas izstrādātajās pamatnostādņēs enerģētikas sektora attīstībai “Enerģētikas attīstības pamatnostādnes 2007.-2016.gadam” publicētā informācija par energoresursu patēriņu siltumapgādē (Ekonomikas

²⁴ www.esf.edu/energycenter/biomass/biomass.ppt tiešsaite, apmeklēts 2008.04.05.

²⁵ <http://www.coppiceresources.co.uk> tiešsaite, apmeklēts 2007.07.06.

²⁶ www.esf.edu/willow/pdf/Presentations/Sustainability.pdf tiešsaite, apmeklēts 2008.04.05.

ministrija, 2006) un pašlaik atvasāju saimniecību ierīkošanai pieejamie resursi (Tab. 2.2.1. un Tab. 2.2.2.).

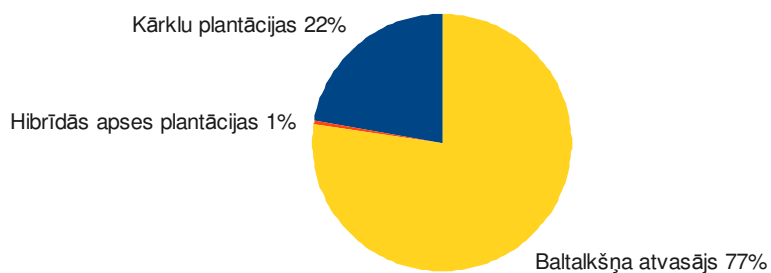
Tab. 2.2.1. Aprēķinos izmantotie dati par energoresursu patēriņu (2004.g.)

Primāro energoresursu patēriņš Latvijā (MWh)	53 777 778
Centralizētajā siltumapgādē saražotā siltumenerģija (MWh):	6 828 000
mājsaimniecības	5 033 000
rūpniecība	155 000
pārējie patērētāji	1 640 000
Koksnes īpatsvars siltumapgādē (MWh)	1 652 376
Fosilā kurināmā īpatsvars siltumapgādē (MWh)	5 175 624

Tab. 2.2.2. Biokurināmā izmantošanas intensificēšanas iespējas

Resursu veids	Kārklu plantācijas	Hibrīdās apses plantācijas	Baltalkšņa atvasājs	Kopā:
Biokurināmā tehniski pieejamais apjoms (MWh gadā, primārā enerģija)	692 978	17 784	4 161 754	4 872 516
Pašreiz izmantojamie resursi (MWh gadā, primārā enerģija)	-	-	1 754 256	1 754 256
Izmantošanas apjoma palielināšanas iespējas	100%	100%	58%	64%
Izmantošanas apjoma palielināšanas iespējas (MWh saražojamās enerģijas)	485 084	12 449	1 685 248	2 182 781

Lielāko pieaugumu biokurināmā izmantošanā var dot alkšņu atvasājs (44% no kopējā potenciāla), otrajā vietā ir kārklu plantācijas, bet no hibrīdās apses sastāda 1% no apjoma (Att. 2.2.2.).



Att. 2.2.2. Biokurināmā patēriņa pieauguma potenciāla sadalījums pa ātraudzīgajām koku sugām.

Biokurināmā izmantošanas intensificēšanas potenciāls, apgūstot pašreiz vēl neizmantojamās meža un nemeža zemju resursus, atbilst 2 182 781 MWh siltumenerģijas. Plantācijas un alkšņu atvasājos iegūstami enerģētiskās koksnes resursi var aizstāt 9% no pašreiz centralizētajā siltumapgādē izmantojamā fosilā kurināmā.

2.2.3. Esošo daudzgadīgo enerģētisko kultūru audzēšanas un izmantošanas pieredze Latvijā

Energokultūras, kas izmantojamas siltuma un arī elektrības ražošanai, ir vairākas. Pasaulē enerģētiskā koksnes ieguvei tiek ierīkotas eikaliptu, papeļu, apšu, kārkļu plantācijas. Latvijas apstākļiem piemērotas vairākas sugas, tajā skaitā kārkli un apse (Att. 2.2.3). Ātraudzīga koku suga Latvijas apstākļos ir arī baltalksnis.



3.gadīga kārkļu audze 12 000 stādvieta ha, 150-200 m³ ha⁻¹



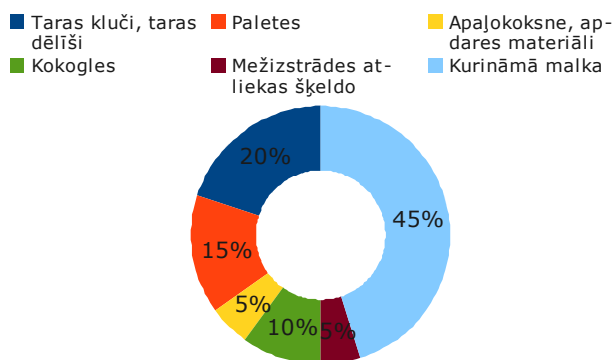
2500 koku uz hektāra, 10 gadu vecumā vidējā krāja ir 200 m³ ha⁻¹



30-gadīga hibrīdalkšņu audze, 395 m³ ha⁻¹

Att. 2.2.3 Latvijas ātraudzīgas koku un krūmu sugas

Pašlaik daudzsološi ir baltalkšņa un melnalkšņa hibrīdi, kas ir produktīvāki, nekā baltalksnis. Šo koksni izmanto galvenokārt malkas sagatavošanai, taču pieaug patēriņš arī taras kluču un kokogļu ražošanai (Att. 2.2.4.) (Daugavietis 2006), (Žūriņš 2006).



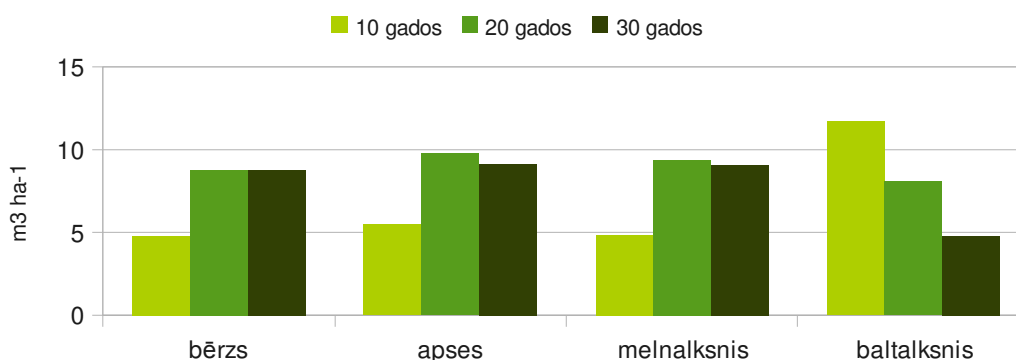
Att. 2.2.4. Baltalkšņa izmantošana

Ar baltalkšņa produktivitātes pētījumiem nodarbojas LVMI "Silava" zinātnieki sadarbībā ar citu zinātnisko iestāžu pētniekiem Valsts pētījumu programmas „Lapu koku audzēšanas un racionālas

izmantošanas pamatojums, jauni produkti un tehnoloģijas” ietvaros²⁷.

Apsaimniekošanas veids – galvenā cirte ar sekojošu veģetatīvo atjaunošanos. Vienkārša un viegla atjaunošana, izturība pret slimībām un meža dzīvnieku bojājumiem, ātraudzība un labas koksnes īpašības ir labs pieteikums baltalksnim kā perspektīvai koku sugai, īpaši īscirtmeta plantāciju ierīkošanai.

Pētījumi rāda, ka baltalkšņa dabīgā atjaunošanās cismās notiek ļoti intensīvi. Baltalkšņa sakņu un celma atvašu skaits var sasniegt no 36 000-200 000 uz 1 ha pirmā gada izcirtumos. Ļoti liels skaits baltalkšņa atvašu atmirst jau pirmajos 2-5 gados un piecgadīgā baltalkšņa audzē kociņu skaits samazinājies no 10 000-12 000 -12 000 gab.ha⁻¹. Krājas kopšana iesakāma 10-12 gadus vecās audzēs samazinot kociņu skaitu uz 2000-2200 gab.ha⁻¹.



Att. 2.2.5.Salīdzinājumam sniegts tekošais pieaugums lapu koku audzēs Latvijā, m³. ha⁻¹
(M.Daugaviete)

Pirmie pētījumi rāda, ka 30-35- gadīgās koptās baltalkšņa audzēs iespējams iegūt 300-350 m³ koksnes, tai skaitā 150-200 m³ apaļkoksnes. Ražības potenciāls 30-gadīga nekopta audze, 180 m³.ha⁻¹, bet 30-gadīga hibrīdalkšņu audze, 395 m³.ha⁻¹. Pētījumu rezultāti pašreiz tiek apkopoti, un 2009. gadā tiks izdota grāmata par baltalksni Latvijā.

Dažādu kārķu sugu ātraudzību un piemērotību enerģētiskās koksnes ieguvei LVMI "Silava" pēta jau kopš 2000. gada. Sākumā pētījumi tika veikti, lai pārbaudītu notekūdeņu dūņu kompostu ietekmi uz kārķu ražību (Kāposts et al. 2002), (Kāposts 2005). Vēlākajos pētījumos tika testēta dažādu vietējo kārķu sugu piemērotība enerģētiskās koksnes ieguvei, vērtējot to ātraudzību, kā arī veidotā cera formu un dzinum skaitu. Kopš 2004. gada tiek pārbaudīta Zviedrijā selekcionētu kārķu klonu piemērotība audzēšanai Latvijas apstākļos (Lazdiņš 2006), (Lazdina et al. 2007a), (Lazdina et al. 2007b).

Kārķus pagaidām neizmanto enerģijas iegūšanai. Tos dažu desmitu hektāru platībā audzē galvenokārt dekoratīvam lietojumam. Šī kultūra līdz 2008. gadam nebija iekļauta nekādās atbalsta shēmās, nav arī uzskaites par to, cik lielās platībās kārķi ir iestādīti. Saskaņā ar LVMI "Silava" rīcībā esošajām ziņām, vienas kārķu plantācijas lielākā platība ir 7 ha. Esošās kārķu plantācijas izvietotas tālu viena no otras.

Tiek lēsts, ka Latvijā ar enerģētiskās koksnes audzēšanu plantācijās uzsākuši daži desmiti īpašnieku, kārķi ir iestādīti 30-50 ha lielā platībā. Savukārt, ātraudzīgās apses ir iestādītas aptuveni

²⁷ <http://izm.izm.gov.lv/aktualitates/informacija-medijiem/331.html> apmeklēts 19.10.08.

200 hektāros, un ar to audzēšanu arī nodarbojas ap 10 audzētāju.

Hibrīdapšu selekcija Latvijā tika atsākta pateicoties A/s Latvijas Valsts meži ieinteresētībai audzēt hibrīdapšu stādus un ierīkot hibrīdapšu plantācijas. Rezultātā LVMI "Silava" uzsāka hibrīdapšu selekcijas programma, kuras rezultātā ražošanā ir ieviests, produktīvu, hibrīdās apses klonu stādāmais materiāls, kas pavairots ar audu kultūru metodi (Att. 2.2.6.).

Pirmsākumi šim darbam meklējami pagājušā gadsimta 60. gados. Gandrīz tajā pašā laikā pētījumi sākās arī Skandināvijas valstīs. Tolaik mērķis bija nodrošināt tobrīd augošo sērkociņu rūpniecību ar izejvielām, taču šī rūpniecība drīz beidza pastāvēt, jo sērkociņus izkonkurēja šķiltavas. Jauns pavērsiens hibrīdapses koksnes izmantošanā bija 90. gadu vidū, kad attīstījās jaunas papīrrūpniecības tehnoloģijas radās pieprasījums pēc kvalitatīvas apses vai to hibrīdu koksnes, jo hibrīdapses koksne ir piemērota augstvērtīga un kvalitatīva papīra ražošanai. Tā kā apses koksnei ir arī specifiskas fizikāli ķīmiskās īpašības, jaunradītā ķīmiski - mehāniskā papīra ražošanas tehnoloģija kļuva videi draudzīgāka nekā līdz šim zināmās un saistībā ar papīrrūpniecības attīstību pieauga nepieciešamība veidot apšu plantācijas, kuru stādīšanai nepieciešams viendabīgs, kvalitatīvs stādāmais materiāls.

Paredzot vietējo energoresursu izmantošanas pieaugumu gan siltuma un elektroenerģijas ražošanā, gan arī rūpniecībā, šobrīd par daudzsološu tiek uzskatīta ātraudzīgu kultūru – plantāciju audzēšana.

Pēdējie pētījumi apstiprina, ka hibrīdapšu koksne ir plašs pielietojums gan kā zāgmateriāliem, gan papīrrūpniecībā, gan arī kā enerģētiskā, jo hibrīdapses ir ātraudzīgas un sekmīgi atjaunojas ar sakņu atvasēm un agrā vecumā veido lielu biomasu.²⁸ (Gailis 2005, Gailis 2006, Gailis 2007, Smilga 1968).

2.2.3. Tehnoloģiju attīstības analīze un iegūtas produkcijas kvalitāte

Vietējās izcelsmes stādmateriāls, kas ievākts dabiskās audzēs vai ceļmalas grāvjos, veido cerus ar daudz sīkiem izklaidus novietotiem dzinumiem ar lielu zarošanās leņķi. Krāja šādās plantācijās ir maza, šķeldās ir liels sīkās frakcijas īpatsvars. Vietējās izcelsmes stādmateriāls nav piemērots īscirtmeta plantāciju ierīkošanai enerģētiskās koksnes ražošanai, jo ļoti apgrūtināta šādu plantāciju mehanizēta izstrāde, tomēr šo materiālu var izmantot jaunu, vietējiem apstākļiem piemērotāku un ražīgāku šķirņu selekcionešanai. Kārķu plantācijas, kurās izmantots selekcionēts stādmateriāls, ir piemērotas izstrādei ar krūmgriežiem un pašgājējiem smalcinātājiem. Darba ražīgums šādās plantācijās ir ievērojami lielāks, nekā vietējo kārķu sugu audzēs. Lielās plantācijās izstrādi veic ar pašgājējiem smalcinātājiem, kas vienlaicīgi nopļauj un sasmalcina kārķu dzinumus. Praksē biežāk

²⁸ Pēdējo gadu pētījumi par apsi apkopoti sekojošos avotos:

Gailis A. (2005) Apses selekcijas pētījumi kvalitatīvas koksnes izaudzēšanai. LVM „Sēklas un stādi” darbības stratēģiju: līgumdarba atskaite. LVMI „Silava”, Salaspils, 27 lpp.

Gailis A. (2006) Saimnieciski nozīmīgo meža koku sugu selekcijas pētījumi kvalitatīvu, produktīvu un ģenētiski daudzveidīgu mežaudžu atjaunošanai. LVM „Sēklas un stādi” darbības stratēģiju: līgumdarba atskaite. LVMI „Silava”, Salaspils, 73 lpp.

Gailis A. (2007) Saimnieciski nozīmīgo meža koku sugu selekcijas pētījumi kvalitatīvu, produktīvu un ģenētiski daudzveidīgu mežaudžu atjaunošanai. LVM „Sēklas un stādi” darbības stratēģiju: līgumdarba atskaite. LVMI „Silava”, Salaspils, 97 lpp.

Smilga J. (1968) Apse. Rīga. Zinātne, 198 lpp.

lietotais smalcinātājs ir *Claas Jaguar 850* ar kārklu pļaušanai piemērotu *HS-2* hederi (7 attēlsAtt. 2.2.7). Pārrēķinot uz 1 ha, laika patēriņš kārklu nogriešanai un savākšanai, izmantojot rokas darba instrumentus, ir 68 stundas. CLAAS Jaguar 680 pašgājēja smalcinātāja ar HS-2 hederi ražība līdzīgos darba apstākļos ir 2..3 stundas uz ha⁻¹ (Claas Jaguar, 2007), tātad 34 reizes vairāk.



Att. 2.2.7. Kārklu plantācijas pļaušana ar CLASS Jaguar 680 Olaines izmēģinājumā 2008.gadā

Salīdzinot ar mobilo šķeldotāju iegūto šķeldu kvalitāti ar pašgājēja smalcinātāja sagatavotajām kārklu šķeldām, redzams, ka autores izmēģinājuma objektā ar pašgājēju smalcinātāju iegūtajās šķeldās ir lielāks sīko daļiņu frakcijas īpatsvars (Att. 2.2.8.).



Mobilais šķeldotājs EKOLINE



CLASS Jaguar 680 ar HS 2 hederi

Att. 2.2.8. Ar dažādiem šķeldotājiem sasmalcināta kārklu biomasa

Tab. 2.2.3. Kārklu šķeldas iegūtas ar šķeldotāju ECOLINE

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

Tab. 2.2.4. Kārķļu šķeldas iegūtas ar šķeldotāju CLASS JAGUAR HS2

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

Sadeģšanas siltums kārķļu šķeldām ir 18.89...18.93 MJ/kg, atkarībā no to mitruma un Tab. 2.2.5, Tab. 2.2.6).

Tab.2.2.5: Kurināmās šķeldas mitruma saturs, %

Parauga Nr.	Parauga apraksts	Mitruma saturs, %
1	Kārķļu šķeldas iegūtas ar šķeldotāju ECOLINE, ražota 06.03.2008	42,8
2	Kārķļu šķeldas iegūtas ar šķeldotāju-pašgājēju CLASS JAGUAR HS2, ražota 06.03.2008	55,9

Tab.2.2.6.: Paraugu sadeģšanas siltums, MJ/kg

Parauga Nr.	Parauga apraksts	Sadeģšanas siltums, MJ/kg
1	Kārķļu šķeldas iegūtas ar šķeldotāju ECOLINE, ražota 06.03.2008	18,89
2	Kārķļu šķeldas iegūtas ar šķeldotāju-pašgājēju CLASS JAGUAR HS2, ražota 06.03.2008	18,93

Salīdzinot ar jaunaudzju kopšanā iegūtajiem datiem, laika patēriņš enerģētiskās koksnes plantāciju izstrādei ar rokas darba instrumentiem optimālos apstākļos ir 2.5 reizes mazāks. Vidējā kociņa tilpums tajā pat laikā plantācijās optimālos apstākļos ir 2 reizes mazāks, nekā jaunaudzju kopšanas izmēģinājumos (Lazdiņš et al. 2007). Lielāks ražīgums skaidrojama galvenokārt ar regulāru plaujamo dzinumumu izvietošanu un mazāku kociņu ārējo dimensiju izkliedi. Arī degvielas patēriņš enerģētiskās koksnes plantāciju izstrādāšanai ir apgriezti proporcionāls kopējai rājai un vidējā koka tilpumam (Lazdiņš et al. 2007).

2.3. Secinājumi

1. Salīdzinot ar tradicionālajām lauksaimniecības monokultūrām, plantācijās ir daudz lielāka bioloģiskā daudzveidība. Starp koku un krūmu rindām veģetācijas veidošanās tiek ierobežota tikai pirmajā gadā. Pirmajā un nākošajos gados plantāciju stādījumos dzīvo un barības bāzi atrod dažādu sugu putni, kukaiņi, un sīkie zīdītāji. Plantāciju tipa kokaugu un krūmu stādījumi izmantojami degradēto platību rekultivācijai kā augsnes nostiprinātāji, vēja un lietūs izraisītās erozijas novēršanai. Produkcijas novākšana notiek ziemas sezonā, tāpēc atmirusī biomasā - lapas un sīkie dzinumi - uzkrājas augsnes virskārtā veidojot trūdu. Augu saknes irdina augsni, veicinot gaisa piekļuvi, un uzlabo nodrošinājumu ar skābekli, kas uzlabo sīko, augsnē mītošo, dzīvnieku dzīves apstākļus.
2. Plantāciju kultūras izmantojamas biodegradablu atkritumu apsaimniekošanā kā augu barošanās vielu (N P K u.c.) akumulētājas biomasā, šī īpašība pielietojama notekūdeņu biofiltrācijā - plantāciju produktivitātes kāpināšanai, tās mēslojot ar apstrādātām notekūdeņu dūņām. Līdzšinējos pētījumos kokaugu plantācijās nav konstatēta augsnes un ūdens piesārņošanās un augsnes degradēšanās, tieši otrādi kokaugi nostiprina augsni, bagātina to ar organisko vielu un transpirējot veicina ūdens apriti augsnē. Pagaidām pieejamie dati ir nepietiekoši, lai objektīvi izvērtētu koksnes sadedzināšanas rezultātā iegūto pelnu kvalitāti, to izmantošanai nepieciešamās platības un pelnu iestrādes intensitāti, atkarībā no plantācijas un atvasāja mērķsugas. Būtu veicami papildus pētījumi par plantācijās iegūtās koksnes pelnu sastāvu un to izmantošanas iespējām plantāciju mēslošanai.

III nodaļa: Daudzgadīgo enerģētisko kultūru audzēšanas ietekme uz bioloģisko daudzveidību un virszemes ūdens kvalitāti

A.Adamovičs (Latvijas Lauksaimniecības universitāte)

1. Latvijā izmantojamo lauksaimniecības monokultūru intensīvas audzēšanas ietekmes uz bioloģisko daudzveidību analīze

Latvijā enerģētiskos kultūraugus audzē biodegvielas (bioetanol, tīra augu eļļa un biodīzeļdegviela) ražošanai. Bioetanola ražošanai izmanto kviešus, rudzus un tritikāli, bet tīras augu eļļas un biodīzeļdegvielas ražošanai pārsvarā izmanto rapsi. Kukurūzas skābbarības biomasu, kā substrātu izmanto biogāzes ieguvei. Visas viengadīgās energokultūras ir iekļautas noteiktas augsekās vai augmaiņās, izmantojot intensīvas audzēšanas tehnoloģijas. Monokultūrā noteikto laika posmu audze tikai atsevišķus daudzgadīgus zālaugus.

Enerģētisko kultūraugu audzēšana monokultūrā var ļoti daudzveidīgi ietekmēt apkārtējo vidi, kas var atstāt ietekmi uz bioloģisko daudzveidību, kas atkarībā no ražošanas apstākļiem vai no iegūtas biomasas izmantošanas veida, var būt, gan pozitīva, gan negatīva. Galvenais no šiem ietekmes veidiem ir zemes lietošanas nosacījumu izmaiņas, kuras tāpat ievērojami iespaido biodegvielas pielietojuma robežas, kurās biodegviela dos noteiktu ieguldījumu lecekšu gāzes emisijas saņemšanā. Kopīgo enerģētisko prasību nozīmīga attiecība tiks nodrošināta ar bioenerģiju pēc vairākiem desmit gadiem, paredz, ka izdevīgums no bioloģiskās daudzveidības, kuras rezultāts ir klimata un slāpekļa emisiju izmaiņu pazemināšanas, kalpos kā kompensācija papildus zemes platību palielināšanai lai ražotu biodegvielu. Cita ietekme uz apkārtējo vidi ir saistīta ar ūdens, mēslojumu un pesticīdu izmantošanu, un iespējamo dažādu vietējiem apstākļiem svešu augu sugu invāziju, kuras paredzētas biodegvielas ražošanai. Turklāt vērienīgā alternatīvās enerģijas ražošana var ietekmēt arī sociālekonomiskos faktoros.

Viens no būtiskākajiem ietekmes veidiem uz apkārtējo vidi, audzējot enerģētiskos kultūraugus, ir zemes lietošanas izmaiņas. Uz vienas platības vienības apstrādātas augsnes iegūtais bioenerģijas vai biodegvielas daudzums var manāmi atšķirties atkarībā no izejvielu veida. Paredzams, ka turpmākajos desmit gados vajadzība pēc alternatīvas enerģijas ļoti palielināsies, kā rezultātā būs nepieciešams palielināt energokultūru sējplatības. Energokultūru izvēle, to audzēšanas vietas un audzēšanas tehnoloģija spēlēs ievērojamu lomu vai noteikta biodegvielas veida ražošana pozitīvi vai negatīvi ietekmēs apkārtējo vidi, kā arī noteiks šīs ietekmes pakāpi.

Ja energokultūras tiks audzētas uz degradētām augsnēm vai atmatām, meža cirsmām, vai ļoti nabadzīgas augsnēs, mazauglīgo zālāju platībās, un ja augsnes mineralizācija tiks novesta līdz minimumam, tad energokultūru audzēšana potenciāli var pozitīvi ietekmēt bioloģisko daudzveidību ekosistēmās tās atjaunošanas vai dabas vides funkciju saglabāšanas ceļā. Tālāk, degradēto zemes platību vai augšņu izmantošana energoaugu audzēšanai diez vai nelabvēlīgi ietekmēs oglekļa emisiju. Ja tiks audzētas dažādas energoaugu sugas, daudzgadīgas stiebrzāles un to maisījumi, kuru raža tiks izmantota kā izejviela bioenerģijas ražošanai, tas var pozitīvi ietekmēt bioloģisko daudzveidību salīdzinājumā ar viengadīgo monokultūru

audzēšanu aramzemē. Situācijas, kad augsti enerģētiskas lopbarības vai pārtikas sugas nomainīs citas monokultūras to tieša ietekme uz bioloģisko daudzveidību būs neliela, bet ja biomasas ražošanas enerģijas ieguvei būtiski izmainīs zemes izmantošanas uzdevumus, tas var negatīvi ietekmēt bioloģisko daudzveidību.

Dabiskas vides un dzīvnieku mājokļu vietu zaudēšana ir viens no kopīgas bioloģiskas daudzveidības pazemināšanas galvenajiem cēloņiem. Pieaugošs pieprasījums pēc bioenerģijas var novest, kā pie tiešas, tā arī netiešas apstrādājamo zemes platību palielināšanas, kas savukārt novedīs pie dabiskas vides tālākas zaudēšanas un negatīvi ietekmēs bioloģisko daudzveidību it īpaši ja zālāji, kūdrāji un pārpurvotas platības tiks izmantotas izejvielu ieguvei priekš bioenerģijas. Līdzīga situācija tiks novērota, ja lielas platības aizņems monokultūras.

Zemes lietošanas veidu izmaiņas, kas ir saistītas ar energogrodu audzēšanu var ietekmēt ogļskābās gāzes emisiju. Ja zemju platības energokultūru audzēšanai atradīsies uz degradētajiem zemes nogabaliem, oglekļa sekvestrācija var būt palielināta, kas novestu pie daļējas klimata izmaiņu novēršanas. Analogiski, ja tiks izmantotas daudzgadīgas lauksaimniecības kultūru sugas ar spēcīgi attīstītu sakņu sistēmu, un ja šo sakņu atliekas paliks augsnē pēc ražas novākšanas, oglekļa daudzums, kas ir palicis augsnē, var potenciāli palielināties. Lauksaimniecības ražošana ar zemiem finansiāliem ieguldījumiem un augstu sugu daudzveidību degradētajās augsnēs, var kļūt par oglekļa sekvestrācijas cēloni, kā rezultātā organisku vielu palielināšanas cēloņi augsnē. Savukārt biodegviela un bioenerģija, kas ir iegūti no augu un produktu atliekām varētu pozitīvi ietekmēt klimata izmaiņas un bioloģisko daudzveidību, sakarā ar to, ka būtiski nemainītos zemes izmantošanas veids. Tomēr, barības vielu un oglekļa bilanci nepieciešams vienmēr kalkulēt, kad biomasas atliekas, salmu veidā tiks izmantotas bioenerģijas ražošanai.

Papildinājumā pie potenciālas ietekmes no zemes lietošanas veidu izmaiņām, enerģētisku kultūru audzēšana var tāpat izmainīt ūdens nodrošinājumu un ūdens kvalitāti. Šis aspekts rada nopietnas bažas, tā kā bioloģiskas daudzveidības pazemināšanas iekšēju ūdenstilpņu ekosistēmās ir sastopama gandrīz divās reizēs biežāk, nekā jebkurā citā lielā ekosistēmā.

Dažu autoru pētījumos konstatēts, ka lauksaimniecības kultūru audzēšana var negatīvi ietekmēt ūdens resursus, īpaši kad tiek izmantotas pirmās ģenerācijas tradicionālas viengadīgas kultūras. Tādas lauksaimniecības kultūras, kā kukurūza, miežabrālis, austrumu galega izceļas ar augstu ūdens patēriņu un relatīvi zemu ūdens izmantošanas efektivitāti.

Alternatīva enerģijas un biodegvielas ieguves palielināšana, kas bāzējas uz tradicionālām viengadīgām kultūrām, var novest pie augsnes erozijas palielināšanas, barības vielu un bioloģiskas daudzveidības pazemināšanas augsnē, sakarā ar nepieciešamību rūpīgāk apstrādāt augsni. Piemēram, kviešiem, rapsim un kukurūzai nepieciešama rūpīgāka augsnes apstrādāšana salīdzinot ar klūdziņu prosu vai miežabrāli. Tomēr, ja enerģētisko lauksaimniecības kultūru audzēšanai tiek izmantotas neizmantojamas degradētas augsnes, erozijas līmenis var būtiski pazemināties pateicoties palielinātajam augsnes segumam, īpaši tur, kur tiek izmantotas daudzgadīgie lauksaimniecības kultūru augi. Piemēram, daudzgadīgie zālaugi, topinambūrs var stabilizēt augsni un saglabāt mitrumu augšanas laikā. Cita potenciāla izdevība no energokultūru audzēšanas uz degradētajām vai mazauglīgām augsnēm, ir tas, ka pazemināsies barības elementu izskalošanās no augsnes, kas nodrošinās būtisku augsnes auglības un oglekļa satura paaugstināšanu.

Kad tiek izmantoti dažādi mēslojumu un pesticīdi produkcijas ražošanas atšķirīgās sistēmās, izmaiņas augsekās un sējplatību paplašināšanā energokultūru audzēšanai noved pie mēslojuma un ūdens paaugstinātās izmantošanas. Rūpnieciska mēslojuma pielietošana, kas ir

slāpekļa oksīda emisijas vienīgais un vislielākais avots, notiek slāpekļa izdalīšana no augsnes. Slāpekļa oksīdam piemīt globālas sasilšanas potenciāls, kurš 296 reizēs lielāks, nekā oglekļa dioksīda potenciāls. Tādēļ, ja izejvielu ražošanai biodegvielas ieguvei nepieciešams paaugstināta mēslojuma izmantošanu, var parādīties papildus kaitīgas ietekmes klimata izmaiņu dēļ, ja slāpekļa izmantošanu neregulē savlaicīgi. Bez tam, ja lauksaimniecības kultūraugu audzēšanas paņēmieni neizmainās lai samazinātu barības vielu izskalošanos un emisiju paaugstināta mēslojuma izmantošana varētu novest pie paaugstinātās zemes un ūdens ekosistēmu eutrofikācijas, kā arī paaugstinātās sausās slāpekļa nogulsnešanas, kas noved pie bioloģiskās daudzveidības pazemināšanas. Paaugstinātā pesticīdu izmantošana tāpat izrādītu nelabvēlīgu ietekmi uz bioloģisko daudzveidību. Tomēr ja bioenerģijas ražošanai tika izmantoti daudzgadīgi augi, tad vajadzība pēc agroķīmikāliju pielietošanas var būtiski samazināties, kas labvēlīgi ietekmētu apkārtēju vidi.

Daudzgadīgiem enerģētiskiem zālaugiem nepieciešami mazāki finansiālie ieguldījumi un mazākas aramzemju platības, kas var potenciāli palielināt bioloģisko daudzveidību, ja tie aizvieto viengadīgu kultūraugu izmantošanu. Tomēr šī tehnoloģija ir saistīta ar otrās ģenerācijas izejvielu ražošanu, kas atrodas izpētes stadijā un tai vēl nav tirgus nozīme, tāpēc jāveic šo tehnoloģiju papildus izpēte bioloģiskās daudzveidības izmaiņu virzienā.

Cita problēma, kas ir cieša saiknē ar energokultūraugu audzēšanu un izejvielu ieguvei, ir saistīta ar potenciāli invazīvu sugu introdukciju Latvijā. Dažām sugām, kuras ir potenciāli perspektīvas nākotnes biodegvielas ieguvei piemīt tādas īpašības, kuras raksturīgas invazīvām sugām. Šīs īpatnības ietver sevī ātru attīstību, ūdens izmantošanas augstu efektivitāti un lielu produktīvu ilggadību. Tas izsauc bažas, ka, līdzko tādas lauksaimniecības kultūras tiks ieviestas, tas var kļūt invazīvas, izspiest vietējas sugas un novest pie bioloģiskās daudzveidības pazemināšanās. Piemēram, tādas potenciāli augstproduktīvas sugas bioenerģijas ieguvei kā miskante (*Miscanthus*) un klūdziņu prosa (*Panicum virgatum*) dažās valstīs pieskaita pie invazīvām sugām.

Gēnu inženierija ir orientēta uz monokultūru audzēšanu, kas izraisa bioloģiskās daudzveidības samazināšanos. Tas saasinās pārtikas problēmu, kā arī laupīs iespēju izzodušās varietātes lietot jaunu medikamentu un citu cilvēcei noderīgu produktu radīšanā.

Izmantotā literatūra

1. Berndes, G. (2002). Bioenergy and water - The implications of large-scale bioenergy production for water use and supply. *Global Environmental Change* 12: 253-271.
2. Cook, J. and Beyea, J. (2000). Bioenergy in the United States: Progress and Possibilities. *Biomass and bioenergy* 18: 441-455.
3. Dufey, A. (2006). Biofuels Production, Trade and Sustainable Development: Emerging Issues. International Institute for Environment and Development. London. <http://www.iied.org/pubs/pdfs/15504IIED.pdf>
4. FAO (2008). Bioenergy Environmental Analysis (BIAS); prepared by Oeko-Institut/IFEU for FAO. Rome (forthcoming)
5. Fargione, J., Hill, J., Tilman, D., Polasky, S. and Hawthorne, P. (2008). Land Clearing and the Biofuel Carbon Debt. *Science*, 319(5867), 1235 – 1238 <http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/1152747>.
6. Firbank, L.G. (2008). Assessing the Ecological Impact of Bioenergy Projects. *BioEnergy Research* Published on-line 26 January 2008. <http://www.springerlink.com/content/r5668x542208h473/fulltext.pdf>.
7. International Energy Agency (IEA). (2007). IEA Energy Technology Essentials: Biofuel Production. International Energy Agency. http://www.iea.org/Textbase/publications/free_new_Desc.asp?PUBS_ID=1918.
8. International Energy Agency (IEA) Bioenergy Task 40 (2006) Opportunities and barriers for sustainable international bioenergy trade and strategies to overcome them. <http://www.bioenergytrade.org/downloads/t40opportunitiesandbarriersforbioenergytrade.pdf>.
9. Koh, L.P. (2007). Potential habitat and biodiversity losses from intensified biodiesel feedstock production. *Conservation Biology* 21 (5) 1373-1375.

10. Kutas, G., Lindberg, C., and Steenblik, R. (2007). Biofuels—At What Cost? Support for Ethanol and Biodiesel in the European Union. Global Subsidies Initiative (GSI) of the International Institute for Sustainable Development (IISD) Geneva, Switzerland. http://www.globalsubsidies.org/IMG/pdf/Global_Subsidies_Initiative_European_Report_on_support_to_Bio_fuels.pdf.
11. Low, T. and Booth, C. (2007). The Weedy Truth About Biofuels. Invasive Species Council: Melbourne, Australia. http://www.invasives.org.au/downloads/isc_weedybiofuels_oct07.pdf.
12. Raghu, S., Anderson, R.C., Daehler, A.S., Wiedenmann, R.N., Simberloff, D. and Mack, R.N. (2006). Adding Biofuels to the Invasive Species Fire. Science 313 (5794), 1742.
13. Secretariat of the Convention on Biological Diversity (SCBD) and Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP). (2007). Technical Series 31: Cross-roads of Life on Earth — Exploring means to meet the 2010 Biodiversity Target. Solution oriented scenarios for Global Biodiversity Outlook 2. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-31.pdf>
14. Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R. A., Dong, F., Elobeid, A., Fabiosa, J., Tokgoz, T., Hayes, D., and Yu, T. (2008) Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases Through Emissions from Land Use Change. Science. Published on-line 7 February 2008. <http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/1151861>.
15. Shepard, J.P. (2006). Water quality protection in bioenergy production: the US system of forestry Best Management Practices. Biomass and Bioenergy 30 (4), 378-384.
16. The Royal Society. (2007). Sustainable Biofuels: Prospects and Challenges. RS Policy document 01/08. The Royal Society, London. <http://royalsociety.org/displaypagedoc.asp?id=28632>
17. Tilman, D. Hill, J. and Lehman, C. (2006). Carbon-Negative Biofuels from Low-Input High-Diversity Grassland Biomass, Science 314 (5805), 1598-1600.
18. United Nations. (2007). Sustainable Bioenergy: A Framework for Decision Makers. UN-Energy. <http://esa.un.org/un-energy/pdf/susdev.Biofuels.FAO.pdf>

2. Daudzgdāgo enerģētisko kultūru audzēšanas un izmantošanas pieredze Latvijā

Enerģētiskie zālaugi: no daudzgdāgiem enerģētiskiem augiem piemērotākie alternatīvo enerģijas veidu ieguvei un ekonomiski izdevīgākas ir dažādas zālaugu sugas vai to jauktie zelmeņi.

Atbilstoši Latvijas Republikas zemes bilancei uz 2007. gada 1.janvāri lauksaimniecībā izmantojama zeme(LIZ) bija 2361 tūkst. ha, t. sk. aramzeme-1731, tūkst. ha jeb(73.3%). Daudzgdāgo zālāju platības aizņēma 645 tūkst.ha, jeb 25%. (ZM 2007.g.ziņojums)

Zelmeņu produktivitāte un vērtība.

Zālaugi ir nozīmīga dabisko zālāju un laukaugu grupa, kura ir ļoti piemērota Latvijas agroklimatiskajiem apstākļiem. To audzēšanas galvenais mērķis ir iegūt pēc iespējas vairāk vērtīgas augu biomasas, kas izmantojama bioenerģijas ieguvei un lopbarībai. No zālaugiem iegūst biomasu, kuru var izmantot svaigā veidā (zālmasa) vai arī dažādi konservētu (skābbarība, u.c.). Savlaicīgi novākta un pareizi konservēta raža pēc sausnas enerģētiskās vērtības maz atpaliek no citiem enerģijas avotiem. Zālaugu biomasai ir zema pašizmaksa, tās ražošanā sekmīgi lietojamas industriālas metodes.

Zālaugi ir ļoti nozīmīgi kā augsnes auglības saglabātāji un bieži pat uzlabotāji. Augstražīgi zālaugi palielina trūdvielu saturu augsnē, uzlabo augsnes struktūru un fitosanitāro stāvokli. Zālaugu biomasas ražošanai ir maza enerģētiskā ietilpība, bet liela ir enerģijas ieguve no izaudzētās ražas, tāpēc bioenerģētiskās efektivitātes rādītāji (ar ražu iegūtā enerģija, attiecībā pret tās ražošanai izlieto) ir ievērojami lielāki nekā citiem laukaugiem. Zālaugu audzēšana, granulēšana un briketēšana kurināma ieguvei pēdējos 10 gados kļuvusi par izplatīto tehnoloģiju un granulētas zāles industrija veiksmīgi attīstās Eiropā. Tāda bioloģiska kurināma ražošana tehnoloģiski nav sarežģīta un granulētas zāles sadedzināšana ir izdevīga no

ekonomiskiem un ekoloģiskiem redzes viedokļiem. Šīs tehnoloģijas ieviešana ir izdevīga zemniekiem un varētu palielināt to ienākumus. Vajadzīgas tikai 70-80 dienas, lai izaudzētu zāles daudzumu, kurš ir nepieciešams granulēšanai. Granulēšanai var izmantot dažādas zālaugu sugas, to maisījumus, dabisko pļavu zāli, niedres. Zālaugi ir daudzgadīgi, tos nav jāpārsēj katru gadu un zelmeņu veidošanai var izmantot arī mazāk produktīvas, erodētās un rekultivētas augsnes. Kaut gan zālaugu granulū siltumspēja sastāda tikai līdz 96% no kokšņu granulām, tomēr sadedzinot zāli izdalās gandrīz par 90% mazāk siltumnīcas efektu izraisošas gāzu, ka naftas degvielām, ogleņiem vai dabasgāzei. Tātad nerodas kaitīgu izmešu problēmas. Tiesa, zāles granulas veido vairāk pelnu, ka koksne, un tāpēc nepieciešama biežāka krāšņu attīrīšana. Zālaugu granulām ir liels potenciāls, ka mazgabarīta, atjaunojama enerģijas avotam, kuru var ražot, apstrādāt un patērēt viena vietā. Sakarā ar tehnoloģisko procesu mazākiem izdevumiem salīdzinājuma ar citiem alternatīvo enerģiju veidiem, praksē zālaugu biomasa un granulēta zāle var kļūt par galveno kurināmā un biogāzes avotu enerģijas ražošanai Latvijas rajonos, pagastos un mazajā biznesā.

Zinātnieki no Minesotas universitātes (ASV), ir konstatējuši, ka salīdzinoši mazprasīgie zālaugi var būt vislabākais bioenerģijas avots. Pēc viņu aprēķiniem zāles var nodrošināt 19% pasaules vajadzības pēc elektroenerģijas, tai pašā laikā, absorbējot oglekļa gāzi no atmosfēras. Pļavas var izmantot bioenerģijas ražošanai un no tiem iegūt par 50% vairāk enerģijas, nekā no tradicionālajiem augiem (kukurūza, u.c.), kurās plaši izmanto šīm vajadzībām. Turklāt ražošanas process ir "oglekļa-negatīvs", kas nozīmē, ka pie tāda procesa absorbēts vairāk CO₂, nekā izmests atmosfērā. Galvenā zālaugu audzēšanas un izmantošanas priekšrocība ir izdalāmās oglekļa gāzes daudzums visā ražošanas procesā. Šeit ietilpst zālaugu sēja, mēslošana, kopšana, ražas novākšana, tas transportēšana līdz rūpnīcām un pārstrāde biodegvielā.

Fosilo kurināmo veidu izmantošanas visos ražošanas procesos tiek izmests 0,3 tonnas oglekļa gāzes uz 1 hektāru gadā. Bet zālaugu audzēšanas laikā tiek absorbētas 4,4 tonnas CO₂ ar augu saknēm un augsni. Galā rezultātā 4,1 tonnas CO₂ tiek absorbēts no atmosfēras. Stiebrī, lapas un ziedkopas tāpat uzņem CO₂, bet pēc tam šī gāze no jauna tiek izmesta atmosfērā tāda pašā daudzumā, kad biodegviela vēlāk tiek sadedzināta.

Daudzas zālaugu sugas izdevīgi ir izmantot arī biogāzes ražošanai. Augstražīgi zālaugi biomasas ieguvī ietekmē arī netieši, jo ar bagātīgi veidotu sakņu sistēmu un virszemes pēcplaujas paliekām pozitīvi ietekmē augsnes auglību un barības vielu racionālāku izmantošanu, kā arī samazina tos zudumus, kas rodas izskalošanās procesā un erozijas rezultātā. Laukaugi, kurus augsekā izvieta pēc augstražīgiem zālaugiem, dod lielāku ražu, nekā sējot tos pēc vairums citiem priekšaugiem. Tas nodrošina lielāku enerģijas un sagremojamā proteīna ieguvī augsekās, kurās ierādīta atbilstoša vieta zālaugiem.

Latvijas agroklimatiskie apstākļi ir piemēroti daudzu zālaugu sugu audzēšanai un augstu ražu ieguvei. To apliecina izmēģinājumu rezultāti, kā arī labāko zemnieku saimniecību pieredze. LLU Agrobiotehnoloģijas institūta izmēģinājumos, kas iekārtoti lesivētās smaga smilšmāla augsnēs, iegūtie rezultāti par zālaugu ražību, salīdzinot ar citiem laukaugiem, apkopoti 2.1.tabulā.

2.1.tabula

**Lopbarības augu ražība un barības ieguve lesivētās brūnaugsnēs
(LLU, Agrobiotehnoloģijas institūts)**

Augi	Ražas veids	Raža, t ha ⁻¹	Sausnas ieguve, t ha ⁻¹	Ar ražu iegūts	
				maiņas enerģija, GJ	sagremojamais proteīns, t ha ⁻¹
Lucerna	Zaļmasa	45,8	9,94	7,76	1,42
Sarkanais āboliņš	Zaļmasa	40,3	7,46	6,83	1,04
Austrumu galega	zaļmasa	53,7	9,74	7,68	1,36
Kamolzāle	zaļmasa	32,3	7,06	5,66	0,53
Vīķauzas	zaļmasa	27,0	6,76	5,65	0,54
Kukurūza	zaļmasa	51,3	9,74	9,70	0,46

Zālāju zelmeņu produktivitāti un ražas kvalitāti ietekmē daudzi faktori: augsnes auglība, botāniskais sastāvs, mēslojums, mitruma režīms, izmantošanas veids un intensivitāte. Visi šie faktori ir vairāk vai mazāk regulējami. Pareizi un mērķtiecīgi vadot šos faktorus var ievērojami palielināt zelmeņu produktivitāti, ilggadību, iegūt vērtīgu biomasu dažādu enerģijas veidu ražošanai. Zālāju ierīkošanai un biomasas ieguvei izmanto tauriņziežu un stiebrzāļu dzimtu dažādas sugas.

Tauriņzieži ir augstvērtīgas biomasas avots. Tauriņziežu sausna ziedēšanas fāzē satur vidēji: proteīnu – 18,4 %, kokšķiedru – 27,8 %, koppelus – 8,8 %, taukus – 3,1 %, bezslāpekļa ekstraktvielas – 41,9 %. Tauriņziežu ķīmiskais sastāvs ir ļoti atkarīgs no augu attīstības fāzes.

2.2.tabula

Tauriņziežu produktivitāte un enerģētiskā vērtība

Tauriņzieži	Brūna lesivēta augsne		Velēnu podzolētā glejotā augsne	
	Sausnas raža, t ha ⁻¹	Maiņas enerģija, MJ kg ⁻¹ sausnas	Sausnas raža, t ha ⁻¹	Maiņas enerģija, MJ kg ⁻¹ sausnas
Sarkanais agrīnais āboliņš	8,62	11,83	7,87	11,59
Bastardā āboliņš	7,88	10,67	7,03	10,53
Baltais āboliņš	5,47	12,31	6,39	12,73
Hibrīda lucerna	11,26	12,64	10,07	12,52
Austrumu galega	10,34	12,43	9,65	13,06
MBS _{y 0.05}	0,57	-	0,74	-

Avots: LLU, A. Adamovičs, J. Driķis

LLU veiktajos izmēģinājumos konstatēts, ka tauriņzieži ir augi ar augstu produktivitāti un enerģētisko vērtību. No labi izveidota tauriņziežu vai tauriņziežu – stiebrzāļu zelmeņa var iegūt 8 – 13 t ha⁻¹ sausnas. Tauriņziežu – stiebrzāļu zelmeņa ražība ir atkarīga no tauriņziežu īpatsvara tajā. Tauriņziežu īpatsvara pieaugums par 1 % palielina viena hektāra produktivitāti par 86 – 134 kg sausnas, bet slāpekļa piesaisti par 3,9 – 5,3 kilogramiem.

Lai nodrošinātu zālāju produktivitāti 8 – 12 tonnas sausnas no hektāra, tauriņziežu īpatsvaram tauriņziežu – stiebrzāļu zelmenī jābūt 55 – 80 % pirmajos un 35 – 40 % pēdējos izmantošanas gados.

2.3. tabula

Stiebrzāļu zelmeņu produktivitāte un enerģētiskā vērtība

(vidēji no 2 izmēģinājumiem, 4 izmantošanas gadiem un 2 plāvmumiem gadā)

Stiebrzāles	Lesivētā brūnaugsne			Velēnu podzolētā glejotā augsne		
	Sausnas raža, t ha ⁻¹	Kopproteīna ieguve, t ha ⁻¹	Maiņas enerģija, MJ kg ⁻¹ sausnas	Sausnas raža, t ha ⁻¹	Kopproteīna ieguve, t ha ⁻¹	Maiņas enerģija, MJ kg ⁻¹ sausnas
Kamolzāle	8,24	0,98	8,76	8,89	1,08	8,19
Pļavas auzene	7,61	1,06	9,05	7,08	0,93	8,84
Niedru auzene	8,95	1,04	8,34	9,14	1,07	8,52
Bezaktu lācauzas	7,03	0,79	8,56	8,25	0,90	8,60
Timotiņš	7,94	1,09	9,82	7,49	0,98	9,73
Ganību airene	7,73	1,24	10,14	7,16	1,12	9,65
Pļavas skarene	5,83	0,94	8,11	4,75	0,76	8,27
Stiebrzāļu divkomponentu zelmeņi	9,76	1,41	9,43	9,35	1,34	9,39
Stiebrzāļu daudzkomponentu zelmeņi	9,11	1,30	9,26	9,68	1,37	9,31
MBS _{y 0.05}	0,48	-	-	0,62	-	-

Avots: LLU, A. Adamovičs

Visvērtīgāko zāles lopbarību iegūst no lucernas un austrumu galegas zelmeņiem. Sarkanā āboliņa siena kvalitāte nedaudz atpaliek no lucernas. Agrīnais sarkanais āboliņš ir nedaudz vērtīgāks par vēlīno. Pēdējos gados arvien lielāka uzmanība tiek pievērsta tetraploīdo sarkanā āboliņa šķirņu audzēšanai. Šo šķirņu galvenā priekšrocība ir paaugstināta konkurētspēja, par 15 – 45 % lielāka ražība un produktīva ilggadība salīdzinot ar diploīdām šķirnēm.

Stiebrzāļu zelmeņu produktīva ilggadība ir lielāka nekā tauriņziežiem. Pareizi izvēloties stiebrzāļu sugas un šķirnes var izveidot zālāju zelmeņus ar atšķirīgu zelmeņa izmantošanas ilgumu un laiku (A. Adamovičs, 1998.). Pareizi mēslotu un izmantotu stiebrzāļu zelmeņu produktivitāte un vērtība ir augsta. LLU ilggadīgos izmēģinājumos regulāri pielietojot mēslojumu (N-120₍₆₀₊₆₀₎, P₂O₅ - 90, K₂O – 120 kg ha⁻¹) ir iegūta 7 – 9 t ha⁻¹ sausnas un 0.8 – 1.2 t ha⁻¹ kopproteīna. (2.3.tab.) Daudzgadīgie zālaugi augsekā par 10- 20%, bet dažreiz arī vairāk, palielina pārējo augu ražību, un tādējādi pieaug kopēja biomasas ieguve. Lielākas biomasas ražas var iegūt no jauktiem tauriņziežu un stiebrzāļu zelmeņiem.

Zālaugu ražas ķīmisko sastāvu ietekmē auga bioloģiskās īpašības, augšanas apstākļi, novākšanas laiks un vairāki citi faktori. Zālaugu ķīmiskais sastāvs parādīts 12.1 tabulā, tas ir ļoti dinamisks un būtiski izmainās veģetācijas periodā. Visvairāk izmainās kopproteīna un kokšķiedras saturs.

Tauriņzieži ir tauriņziežu dzimtas (*Leguminosae*) augi -**āboliņi** (*Trifolium* L.), **lucernas** (*Medicago* L.),**galegas**(*Galega* Lam), **amoliņi** (*Melilotus* Mill)

Agroekoloģiskās īpašības. Tauriņziežu biomasas ražas veidošanai optimālus augšanas faktorus ir viegli nodrošināt nekā sēklu ieguvei.

Vairums kultivēto tauriņziežu augu ir piemērotas audzēšanai mērenā klimatā. Sēklas sāk dīgt 1 - 4 °C temperatūrā, optimālā dīgšanas temperatūra gan ir augstāka (15 -18 °C).

Veģētācijas laikā fotosintēze noris intensīvāk, ja temperatūra ir 18-25 °C, aktīvo temperatūru summa no ataugšanas līdz zaļmasas ieguvei(ziedēšanas sākumam) ir 600 - 1200 °C. Vairums zālaugu ziemošanas sākumā labi panes kailsu – 15 – 18 °C, bet zem sniega segas sasalušā augsnē ievērojami zemāku temperatūru.

Tauriņziežu zālaugi ražas veidošanai daudz ūdens izmanto veģētācijas posmā līdz ziedēšanas beigām. Ūdens ļoti nozīmīgs ir pirmajā veģētācijas gadā. Ja dīgšanas laika ūdens ir nepietiekamā daudzumā, sēklas nedīgst vai arī dīgšanas process tiek pārtraukts un jaunais augs var aiziet bojā. Tāpēc sēklas jāiesēj pietiekami mitrā augsnes slānī, ko nereti precīzi var veikt īsā laika posmā, jo pavasari augsnes virskārta, kurā iesēj zālaugu sēklas, strauji žūst. Ūdens trūkums ir viens no galvenajiem iemesliem sausās vasarās jauno zālaugu bojāejai.

Tauriņzieži ir jutīgi pret pārlietu mitrumu, tie izslīkst lauka zemākajās vietās, ja tur uzkrājas virsūdens, ātri sējumi iznīkst laukos, kur ir augsts gruntsūdens līmenis, augsnes pārlietu mitras, palu laikā applūst. Tauriņziežiem laikā līdz ziedēšanai fizioloģiskie procesi norit apmierinoši arī sliktāka apgaismojuma apstākļos, tāpēc tos pirmajā veģētācijas gadā sekmīgi var audzēt, pasētot zem citiem laukaugiem, kuri atņem zināmu gaismas daudzumu.. Zem augstražīgiem liela auguma un spēcīgi lapotiem virsaugiem, it sevišķi, ja tie saveldrējas, līdz pasētiem augiem nonāk ļoti niecīgs apgaismojums.

Galegas ir tauriņziežu(*Leguminosae*) dzimtas zālaugi un šajā ģintī ietilpst 8 sugas, no kurām tikai divas – austrumu galega (*Galega orientalis* Lam.) un ārstniecības galega (*Galega officinalis* Lam.) Biomasai audzē **austrumu galegu** (*G. orientalis* Lam.).

Austrumu galega ir intensīvi augošs biomasas un lopbarības augs. Pavasarī tā ražu veido intensīvāk nekā citi tauriņziežu zālaugi. Zaļmasu var izmantot biogāzes ieguvei, kā arī granulēšanai vai briketēšanai. No zaļmasas gatavo arī olbaltumvielām bagātus konservētus lopbarības līdzekļus. No 1 ha galegas ražas veģētācijas periodā var iegūt 1 t olbaltumvielu koncentrāta. Zaļmasa satur 15 - 23 % sausas, ziedēšanas beigās sausas saturs ir vēl lielāks, bet tad ražā ievērojami pieaug rupjo stublāju īpatsvars. Zaļmasas sausne satur 15 - 24 % kopproteīna, 20 -35 % kokšķiedras.

Salīdzinot ar āboliņiem un lucernu, austrumu galegas pozitīvās īpašības ir sekojošas:

- liela produktīvā ilggadība (līdz 25 un vairāk gadu);
- paaugstināta ziemciētība, salizturība;
- agra un intensīva ataugšana pavasarī;
- ļoti labs aplapojums, lapas stipri turas pie stublājiem;
- augstā izturība pret kaitēkļiem un slimībām;
- stabila un diezgan augsta sēklu raža (0,250.25 – 0,700.70 t ha⁻¹).

Galega vienā vietā aug 10 -25 un vairāk gadus . Labos augšanas apstākļos 2 vai 3 plāvumos no galegas ievāc 50 - 70 t ha⁻¹ zaļmasas, kas nodrošina 9-16 t ha⁻¹ sausnas ieguvu.



2.1. attēls. Autrumu galegas sējums

Galega pie mums vēl maz izplatīta. Tās ir ideāls zaļā konvejera zālaugs. Efektīvi izmanto saules enerģiju biomasas veidošanai, ātraudzīgs, plauj 2-3 reizes gadā no jūnija līdz oktobrim. Tas ļauj vasarā plaujai izvēlēties saulainākās dienas masas konservēšanai skābbarībai vai kaltēšanai siena gatavošanai. Galega LLU MPS „Pēterlauki” stacionārā aug 28.gadus bez pārsēšanas, pesticīdu pielietošanas, bez slāpekļa, un pēdējās desmitgades, arī bez fosfora, kālija, kalcija mēslojuma (līdzīgi kā aug koki bez mēslošanas). Gadā dod 40 - 70 t ha⁻¹ zaļmasas (6-12 t sausnas). Ilggadībā, ražībā pēc sausnas (enerģijas) satura un ar zemākām sausnas izmaksām pārspēj citas kultūraugus.

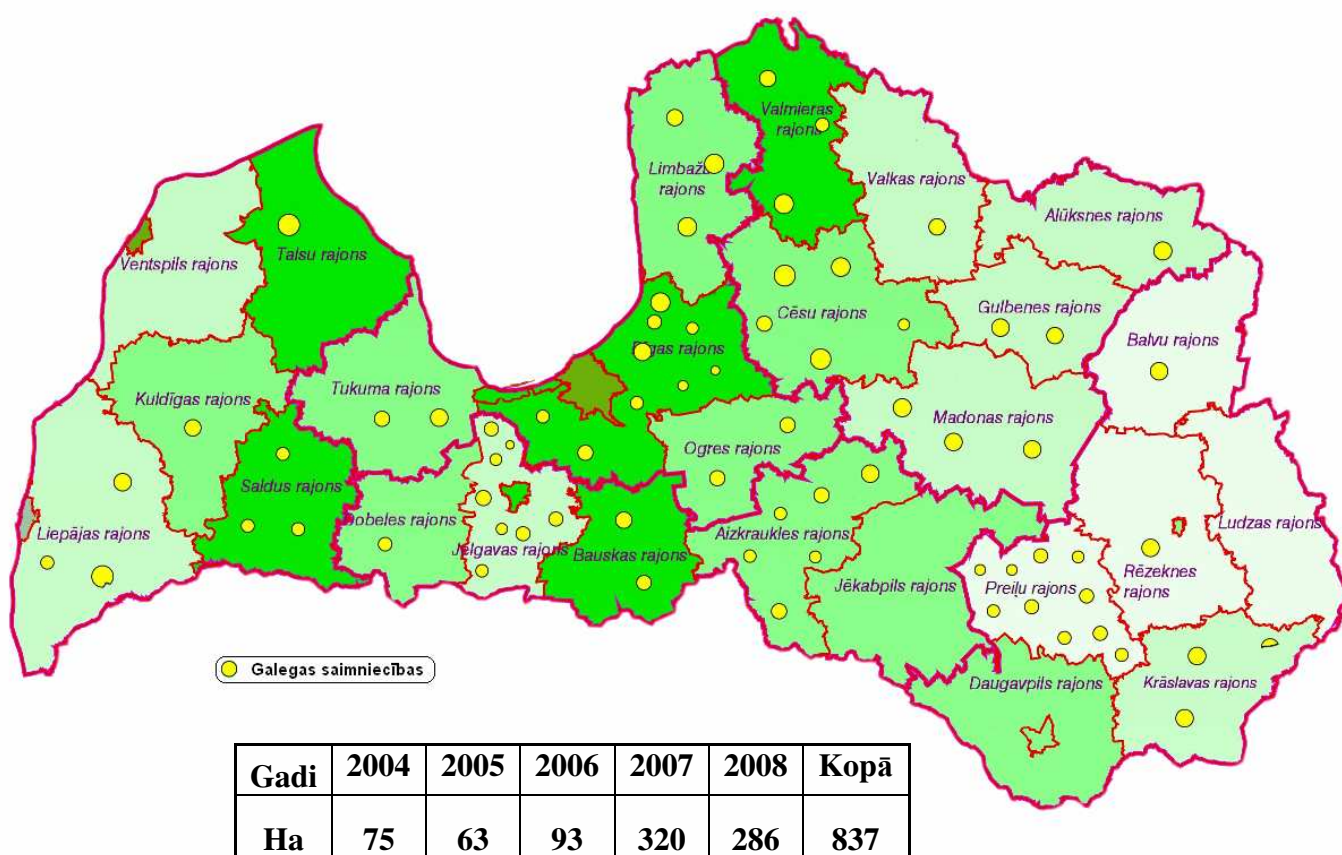
Bioenerģijas ieguvei no galegas tāpat kā no citiem zālaugiem principā izmantojama lopbarības ražošanas tehnoloģija (sējumu ierīkošana, plauja, skābbarības, siena gatavošana) un to izmantošana biogāzes un sausā kurināmā ieguvei. Izveidota materiālā bāze Siguldas novadā z/s „Teikas”. Galegas biomasas ražošanai iznomāts 26 gadīgs galegas lauks – 5 ha, rezervē mieža brālis – 2 ha.

2007. gadā tika veikta sākotnēja iestrāde – z/s „Laumas” (Rīgas rajons) sagatavots galegas siens rituļus un pirmoreiz Latvijā sagatavotas galegas siena granulas (175 kg) siltuma enerģijas iegūšanai. Tas mūsu valstī ir jaunums. Sienu sagraulēja Limbažu rajona SIA „Ezergrava” (īpašnieks inženieris Egils Prauliņš) pēc lietuviešu izstrādātās tehnoloģijas. Granulas ražo no koka skaidām, salmiem, zālaugiem u.c.. Granulas analizēja, vērtēja siltumspēju SIA „Virsmā” laboratorijā Dr. phys. J. Kalnača vadībā. Galegas biomasas siena granulu energoietilpība ir līdzīga koka granulu enerģijai. Koka granulu cena 2007.,2008. gada apkures sezonā sasniedza ap 100 Ls/t. Tā pa gadiem pieaug un varbūt laba eksportprece. Pašreizējā situācijā eksporta veicināšanu atbalsta valsts, un granulu ražošana varbūt labs business lauksaimniekiem.

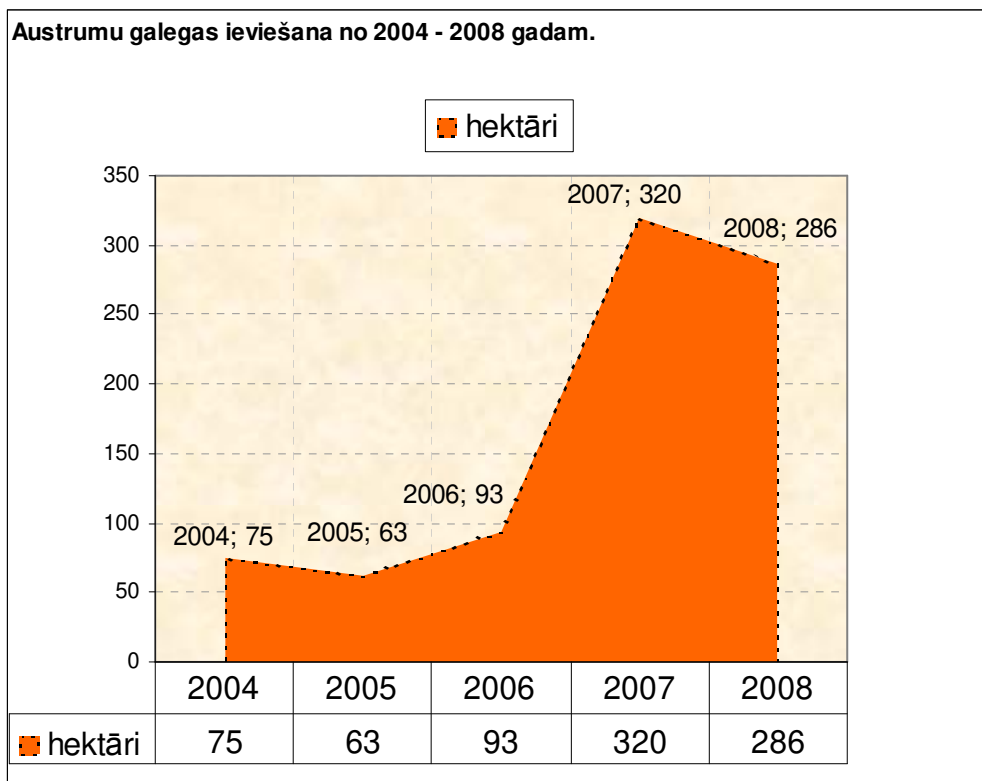
Rīgas rajona z/s „Laumas” pirmo reiz Latvijā sagatavoti izmēģinājumam - kurināšanai galegas siena rituļi. Tie nodoti testēšanai Bauskas rajona Saulaines profesionālās vidusskolas katlu mājā. Testēšanu (2008) veic SIA „Virsmā” (Dr. phys. J.Kalnačs). Veselas salmu ķīpas vai rituļus ievieto speciāli konstruētās kurtuvēs efektīvai sadedzināšanai. Katlu mājai ir vairāk nekā 10 gadu pieredze salmu ķīpu izmantošanai siltuma ražošanai apkurei. Gadā patērē ap 500 t salmu. Salmus iepērk no apkārtējām saimniecībām (Līdums u.c.).

Kā redzams sadarbība austrumu galegas audzēšanā ir ar 22 rajonu saimniecībām. Lielākais galegas audzētāju saimniecību skaits koncentrējies Rīgas rajonā – 11 saimniecības, Preiļu rajonā – 10, Jelgavas rajonā – 8. Lielākās galegas sējplatības no mūsu apsekotajiem 837 ha valstī ir Madonas rajonā – 331 ha. No tiem 320 ha pieder vienam saimniekam – Jānim Kvantam, bioloģiskās saimniecības īpašniekam.

Galegas ieviešanas pirmajos gados (2004 - 2005) saimnieki iesēja 63-75 ha galegas, tad pēdējos gados (2007-2008) sēja jau pa 300 ha gadā un kopējā platība pa 5 gadiem sasniedza vairāk nekā 800 ha. Salīdzināšanai laikā no galegas pētniecības un ieviešanas sākuma -1980 gada (20 gados) uz 2000. gadu bija 500 ha galegas sējumu (CSP dati, 2001). Paaugstinoties energoresursu cenām un rodot galegas biomasas pielietojanu kā atjaunināmās enerģijas avotam, var prognozēt galegas audzēšanas paplašināšanos.



2.2. attēls. Austrumu galegas ieviešana republikā 76 saimniecībās 837 ha platībā visās augsnes un klimatiskajās zonās



2.3. Attēls Austrumu galegas ieviešana no 2004.-2006.gadam

Agrotehnoloģija. Veidojot austrumu galegas un tās mistru zelmeņus, ļoti precīzi jāievēro visas rekomendētās tehnoloģiskās prasības.

Galegu parasti audzē nogabalos ārpus augsekas vai arī augsekas izslēguma laukā. Nereti attaisnojas galegu sēt mazāk iekoptās, erodētās, paugurainās platībās, kur prasīgākie zālaugi (lucerna, sarkanais āboliņš) slikti ziemo un nenodrošina stabilas ražas. Labākie galegas priekšaugi ir rušināmaugi, kam dots organiskais mēslojums. Galegu sekmīgi var audzēt arī pēc graudaugiem, kā arī pēc mistriem, kas audzēti zaļbarībai vai skābbarībai.

Pirms sējuma iekārtošanas pamatmēslojumā lietderīgi iestrādāt 50-80 t ha⁻¹ kūtsmēsli, kā arī dot krājumā kālija un fosfora minerālmēslus. Platības ar nepiemērotu augsnes reakciju noteikti jākaļķo. Galegai ir simbioze ar sugai specifiskām gumiņbaktērijām, tāpēc pirms sējas obligāti nepieciešama sēklu nitrāginizācija.

Pateicoties spējai saistīt brīvo gaisa slāpekli ar gumiņbaktēriju palīdzību, galega pilnīgi nodrošina sevi ar šo svarīgo barības vielu, kura nepieciešama augu augšanai un attīstībai. Uz viena hektāra galega var uzkrāt 140 – 175 kg tīra slāpekļa, kas ir līdzvērtīgs 0,4 – 0,5 t amonija nitrāta. Šī īpašība izraisa paaugstinātu interesi par šo augu zemnieku vidū. Pamatojoties uz to, ka galegas sējumus nav jāmēslo ar slāpekļa minerālmēsliem un ilgu gadu nav jāpārsēj, tās zelmeņi nodrošina salīdzinoši lētas, ekonomiski izdevīgas biomasas ieguvī.

Slāpekļa minerālmēsli, ja aktīvi darbojas gumiņbaktērijas, galegas sējumiem ir maz efektīvi. Tie jālieto mistra sējumos, galegu audzējot kopā ar stiebrzālēm.

Galegas sējumiem jāizvēlas līdzeni, no nezālēm (sevišķi no vārpatas) tīri lauki ar dziļu gruntsūdens līmeni. Visnoderīgākās tai ir velēnu podzolētās, velēnu karbonātu augsnes, arī

nosusināti kūdrāji. Pēc granulimetriskā sastāva tās var būt vieglas mālsmilts vai saistošas smilts augsnes, neitrālas vai vāji skābas ($\text{pH}_{\text{KCl}} - 5,8 - 6,5$).

Augsnes apstrādes sistēma atkarīga no priekšauga, augsnes veida un tās nezāļainības pakāpes. Īpaša uzmanība jāveltī sakneņu un sakņu dzinumu nezāļu iznīcināšanai. Cīņai ar nezālēm ir labākas sekmes, ja pielieto herbicīdus, Nezāļu iznīcināšanai var izmantot MCPA – 2 l ha⁻¹. Kad nezāles daļēji ir nobrūņējušas, papildus miglo ar raundapu – 2 – 3 l ha⁻¹. Pēc tam visu masu disko un augsni uzar.

Augsni ierīkojamam zelmenim jānogatavo ļoti rūpīgi, lai tā kļūtu sīkdrupataina ar irdenu virskārtas slāni (līdz 3 – 5 cm), bet blīvu sakārtu – dziļāk.

Pavasārī augsni kultivē un ecē. Reizē ar kultivāciju iestrādā fosfora (50 – 90 kg ha⁻¹ P₂O₅) un kālija (120 – 180 kg ha⁻¹ K₂O) minerālmēslus. Slāpekļa minerālmēslus neizmanto vai arī sējas gadā dod nelielu starta devu 30 – 40 kg ha⁻¹ N. Skābās augsnes jākalķo.

Optimālais galegas un tās mistru sējas laiks – maija pirmā dekāde. To var sākt, kad augsne iesilusi līdz 6 – 7 °C. Nepieļaujama ir sēja pāržuvušā augsnē, jo galegas sēklu sadīgšanai nepieciešams daudz ūdens. Mitruma trūkuma dēļ sējumi izretojas, nitrāginizācijas procesa efekts stipri samazinās, vai pat gumiņbaktērijas var nemaz neveidoties.

Galega – ļoti gaismprasīgs augs, tāpēc augstražīgus galegas zelmeņus var izveidot tikai sējot to bez virsauga. Ja sēj zem virsauga, galegas dīgsti stipri izretinās. Piemērotākais galegas sējas laiks ir pavasaris, kad augsne normāli apžuvusi un iesilusi līdz 5 - 7 °C.

Latvijas apstākļos var iegūt 2 pilnvērtīgus galegas un tās mistru plāvumus. Pirmo plāvumu veic galegas pumpurošanās fāzē līdz ziedēšanas sākumam. Otro plāvumu veic ziedēšanas sākumā. Nav pieļaujama galegas sējumu pļaušana augusta beigās – septembra sākumā, jo tas veicina sējumu izrētošanos

Biomasa ražas palielināšanai pirmajos zelmeņu izmantošanos gados ieteicams galegu audzēt maisījumos ar stiebrzālēm, piesējot pie nedaudz samazinātas galegas izsējas normas timotiņu 5 - 6 kg ha⁻¹, bezakotu lācauzu 10 - 12 kg ha⁻¹ vai citas pie mērotas stiebrzāles. Visaugstākās ražas iegūst sējot austrumu galegu mistros ar skrajceru virszālēm (augsto dižauzu, kamolzāli, pļavas vai niedru auzeni) – 11.34 t ha⁻¹ Sēj 1,5 - 2,0 cm dziļi.

Piemērotos apstākļos galega sadīgst 7 -15 dienās, pēc sadīgšanas aug samērā lēni, tāpēc rūpīgi jākopj sējumi, it sevišķi jāiznīcina nezāles.

Biomasai un mākslīgi kaltētas barības ieguvei galegu lietošanas gados novāc ziedpumpuru veidošanās fāzē (maija beigās, jūnija 1. dekādē). Lielāka sausnas ieguve ir, galegu pļaujot ziedēšanas sākumā. Piemērotos apstākļos atāls izaug 60 - 70 dienās, tāpēc otro reizi galegu var nopļaut augustā un, intensīvi izmantojot rudenī, iegūt vēl 3. plāvumu (septembra beigās—oktobra sākumā).

Zaļmasas novākšanai sekmīgi var izmantot daudzgadīgo zālaugu vākšanas tehniku.

Lucernas (*Medicago* L.) ir sugām bagāta ģints. Latvijā, biomasas ražošanai var izmantot tikai divas sugas.

Lucernas pasaulē nozīmīgāka un izplatītāka daudzgadīgo zālaugu ģints. Augstā ražība, kvalitatīvā zaļmasa, lielāka olbaltumvielu ieguve no platības, spēja to visu ražot bez dārgā un deficītā slāpekļa mēslojuma, kā arī vairākas citas pozitīvas īpašības sekmē šī kultūrauga lielo popularitāti. Lucerna strauji ataug pēc nopļaušanas, tās biomasas ir ļoti piemērota dažādu bioenerģijas veidu ieguvei. augstvērtīgu mākslīgi kaltētu granulu ražošanai. No tās gatavotas granulas un briķetes pēc enerģētiskās vērtības daudz neatpaliek no graudiem.

Lucerna pozitīvi ietekmē arī citu augsekā audzējamo augu biomasas ieguvi un kvalitāti, jo tā bagātina augsni ar slāpekli, organiskām vielām un intensificē mikrobioloģisko procesu norisi. Lucerna ražīga un daudzgadīga ir tikai tad, ja optimāli nodrošina tās augšanas prasības, tāpēc sējumi jāizvieto audzēšanai piemērotās vietās, rūpīgi ievērojot audzēšanas tehnoloģiju. Lucernas spēcīgi attīstītās saknes, intensīva augšana, garais veģetācijas periods, liela lapu virsma, spēja veidot daudz dzinumu nodrošina piemērotos apstākļos lielākas ražas ieguvi nekā no citiem biomasas augiem.

Lielāko lucernas ražu iegūst 2. un arī 3. lietošanas gadā. Pareizi zelmeņus izmantojot, augsta produktivitāte saglabājas 4-6 gadus. Ražīgākais ir pirmais pļāvums, kas sastāda 40 - 45 % no visa gada kopražas, vismazāko ražu iegūst 3. pļāvamā.

Dzeltenā jeb sirpjveida lucerna (*M. falcata* L.) ir daudzgadīga. Ziedi dzeltenī, stublāji taisni vai arī pacili, pat guļoši. Suga formām bagāta, ļoti vērtīga, jo ir sausumizturīga un ziemcietīga. Latvijā aug savvaļā paugurainās, ūdenscaurlaidīgās vietās.



2.4. attēls Dzeltena lucerna

Hibrīda lucerna jeb bastarda lucerna (*M. media* Pers. syn. *M. varia* Martin.) ir sējas un dzeltenās lucernas dabisks krustojums, kuru bieži izdala kā atsevišķu sugu. Hibrīdlucernai morfoloģiskās pazīmes ir ļoti neizlīdzinātas, un atkarībā no tā, kura vecāka īpašības ir pārsvarā, to iedala vairākās grupās.

Hibrīda lucerna ir nozīmīgākā Latvijas apstākļos, jo tā ir ražīgāka par dzelteno lucernu. Suga ir plastiska, labi piemērojas augšanai dažādos apstākļos.



2.5. attēls Hibrīda lucerna

Daudzas lucernas formas ir salīdzinoši plastiskas un tāpēc ar labiem panākumiem tas audzē arī mazāk piemērotos apstākļos, kur, ievērojot pareizu audzēšanas tehnoloģiju, iegūst labas zaļmasas ražas. Lucerna ir siltumprasīgāka nekā pārējie Latvija plašāk audzētie tauriņziežu dzimtas zālaugi. Sēklas sāk dīgt 1 - 20°C temperatūrā, straujāk dīgšana gan norit 15 - 20 °C. Pavasarī lucerna sāk ataugt nedaudz vēlāk par sarkano āboliņu, kad temperatūra ir apmēram 7°C.

Lielas zaļmasas ražas veidošanai lucerna izmanto daudz ūdens. Visjutīgākā pret mitruma deficītu lucerna ir pirmajā veģetācijas gadā, kamēr vēl tai saknes nesniedzas dziļākos augsnes slāņos. Nākamajos gados lielākās zaļmasas ražas iegūst pietiekami mitros veģetācijas periodos. Lucernai piemērotas labi aerētas, dziļi irdenas smilšmāla, mālsmilts vai māla augsnes ar labi noregulētu mitruma režīmu. Tām jābūt labi iekultivētām un tīrām no nezālēm. Ļoti nozīmīga ir augsnes reakcija. Optimālā augsnes reakcija ir neitrāla, sārmaina vai tikai vāji skāba. Ļoti nozīmīga ir augsnes apakškārtā, kurā 70 -100 cm dziļumā vēlams slānis ar palielinātu kalcija saturu. Lucerna ir augstražīgs augs tikai tad, ja tā pareizi nodrošināta ar barības vielām. Tās normālā augšanā un attīstībā ļoti liela nozīme ir savlaicīgi un pietiekamā daudzumā dotam fosfora un kālija mēslojumam.

Āboliņu (*Trifolium* L.) ģintī ir apmēram 300 sugas, no kurām kā kultūraugi nozīmīgas ir 10 sugas. Latvijā visplašāk kultivē sarkano (pļavas) āboliņu (*T. pratense* L.), mazāk izplatīts ir bastardāboliņš (hibrīdais; *T. hybridum* L.).

Āboliņi ir nozīmīgākie zālaugi Latvijas klimata apstākļos. To biomasu var izmantot svaigu vasaras periodā biogāzei, ka arī granulējot biokurināmā ieguvei. Zaļmasa ir bagāta ar proteīnu un daudzām nozīmīgām minerālvielām. Āboliņu audzēšanā, to ražas novākšanā un sagatavošanā var lietot industriālas darba metodes. Vairākkārtīga pļauja veģetācijas perioda, ka arī āboliņu sugu un šķirņu atšķirīgā augšanas intensitāte nodrošina biomasas ieguvu gandrīz visu veģetācijas periodu.

Saknes, rugāji un citas ražas atliekas ir ļoti nozīmīgas kā augsnes trūdvielu palielinātājas. Gumiņ baktērijas, kuras mājo uz āboliņu saknēm, apgādā ne vien saimniek augu ar slāpekli, bet nodrošina arī slāpekļa rezervi augsekā audzējamiem pēc augiem. Kupla āboliņa virszemes biomasu labi nomāc nezāles un veicina intensīvu bioloģisko procesu norisi augsnē. Āboliņu pozitīva pēc ietekme augsekā novērojama 3 - 4 gadus.

Latvijā galvenokārt audzē sarkano āboliņu maisījumos ar stiebrzālēm, retāk ar citiem augiem. Āboliņi ir ražīgi biomasas augi. Intensīvas audzēšanas apstākļos iegūst 40 -50 t ha⁻¹ zaļmasas, bet augstražīgākos sējumos iegūts pat vairāk nekā 70 t ha⁻¹.

Sarkanais āboliņš (*T. pratense* L.) ir divgadīgs vai trīsgadīgs augs, bet sastopamas arī daudzgadīgas formas. Kultivējamo sarkano āboliņu (*T. pratense* var. *sativum* Bobr.) iedala 2 tipos: agrīnais sarkanais āboliņš un vēlīnais sarkanais āboliņš. Stublāji sarkanajam āboliņam stāvi vai pacili, 50 -150 cm gari. Stublājiem ir 4 - 15 posmi.

Agrīnā sarkanā āboliņa stublājam vidēji ir 5- 7 posmi. Sējas gadā tas aug intensīvi, rudenī daudzi augi zied, it sevišķi, audzējot bez virsauga. Pirmajā lietošanas gadā sāk ziedēt jūnija 2. dekādē, gadā iegūst divus, bet, audzējot visu veģetācijas periodu, arī 3 plāvumus. Ziemcietība pēc pirmā lietošanas gada vājāka, tāpēc otrajā lietošanas gadā daudzām šķirnēm sējums ir rets. Agrīnais sarkanais āboliņš prasa labākus augšanas apstākļus nekā vēlīnais, vairāk cieš no mitruma trūkuma, augi īsāki, mazāk veldrējas, vieglāk mehanizēt novākšanu

Vēlīnā sarkanā āboliņa stublājam ir 8 12 posmi, labos apstākļos tas pat 100 - 150 cm garš. Sējas gadā aug lēni, veido lapu rozeti, ģeneratīvie dzinumi neveidojas vai tie ir tikai reti augiem. Pēc pārziemošanas ataug lēnāk nekā agrīnais sarkanais āboliņš. Ziedēt sāk jūnija beigās vai jūlija sākumā, mitrās, vēsās vasarās zied ilgi, un ziedēšana var turpināties pat līdz augusta beigām. Pēc pirmā plāvuma ataug sliktāk. Vēlīnais sarkanais āboliņš ir ziemcietīgāks, tāpēc arī otrajā lietošanas gadā sējums ir pietiekami biezs. Augšanas faktoru ziņā pieticīgāks par agrīno sarkano āboliņu.

Sarkana āboliņa šķirnes. Audzēt ieteicamas Latvijas nacionālajā šķirņu katalogā iekļautās šķirnes.

Bastardāboliņš (*T. hybridum* L.) ir daudzgadīgs (retāk divgadīgs) augs. Stublājs 30 -90 cm garš, stāvs vai pacils, ir arī formas ar daļēji ložņājošiem stublājiem. Stublāji bagātīgi lapoti, zaraini.



2.6. attēls Bastarda āboliņš

Šķirnes. Audzēt ieteicamas Latvijas nacionālajā šķirņu katalogā iekļautās šķirnes.

Amoliņi No amoliņu (*Melilotus* Mill.) ģints 16 sugām kā biomasas augs nozīmīgākais ir baltais amoliņš (*M. albus* Desr.), Latvijā sastopams arī dzeltenais amoliņš (*M. officinalis* Desr.).

Baltā amoliņu zaļmasu var izmantot biogāzes ieguvei un granulēšanai. Amoliņam ir liela agrotehniska nozīme, jo tas, tāpat kā citi tauriņzieži, bagātina augsni ar slāpekli un organiskām vielām. To var audzēt samērā maziņķoptās augsnēs, ja vien ir piemērota reakcija amoliņa augšanai. Zaļmasas ražas 15,0 - 25,0 t ha⁻¹, labos apstākļos arī lielākas. Amoliņa seklu ražas ir lielākas un stabilākas nekā citiem tauriņziežu dzimtas zālaugiem, vidēji tās ir 300 - 500 kg ha⁻¹, bet var būt arī 1,0 t ha⁻¹ un pat lielākas.

Baltais amoliņš ir divgadīgs augs, reti sastopamas arī viengadīgas formas.

Saknes baltajam amoliņam spēcīgas, mītsakne sasniedz 1,5 - 3 m garumu.

Stublājs noturīgs, resns, līdz 2,5 m garš, zarains, pēc ziedēšanas ļoti strauji pārkoksnējas.



2.7. attēls Baltais amoliņš

Balto amoliņu kā biomasas tauriņziedi attaisnojas kultivēt apstākļos, kuri lucernas un sarkanā āboliņa audzēšanai mazāk piemēroti. Amoliņš ir sausumizturīgs augs. Spēcīgi attīstītās saknes, it sevišķi otrajā dzīves gadā, spēj uzņemt ūdeni no dziļākiem augsnes slāņiem.

Labu ražu no amoliņa sējumiem var iegūt, izvietojot tos piemērotās, kaļķiem bagātās, irdenās augsnēs ar labi noregulētu mitruma režīmu. Skābās, ļoti mitrās, blīvās augsnēs amoliņš vāji aug sējas gada, sliktāk ziemo un ir mazražīgs.

Stiebrzāles

Stiebrzāļu dzimtas (*Poaceae*) augus audzē veģetatīvās masas ieguvei. Bioenerģētikai nozīmīgākās stiebrzāles ir miežabrālis (*Phalaris arundinacea* (L.) Raush.), kamolzāle (*Dactylis glomerata* L.), timotiņš (*Phleum pratense* L.), bezakotu lāčauza (*Bromus inermis* Leyss.), auzenes (*Festuca* L.), airenes (*Lolium* L.) un pļavas lapsaste (*Alopecurus pratensis* L.). Dabā plašas audzes veido parastā niedre (*Phragmites australis* (Cav.)

Stiebrzāļu veģetatīvo masu var izmantot svaigā veidā biogāzes ieguvei, bet tās ir piemērotas arī dažādu citu kurināmo līdzekļu gatavošanai. Stiebrzāles ir galvenais komponents dabisko zālāju zelmeņos, tas plaši audzē kultivētās pļavās. Tīrumos tās galvenokārt piesēj mistriem, kuros tauriņzieži ir vairākumā. To ražas novākšana un konservēšana ir vienkāršāk mehanizējama, vieglāk arī saražot sēklas materiālu sējumu atjaunošanai nekā tauriņziežiem.

Minētie apsvērumi, kā arī tauriņziežu sēklu deficīts ir pamatā tam, ka stiebrzāles, biomasas ieguvei, tīrums var audzēt plaši.

Miežabrālis (*Phalaris arundinacea* (L.) Raush.). Stīgotāja virszāle ar gariem un spēcīgiem sakņu dzinumiem. Augu garums līdz 2 m, ļoti labi aplapotie stiebri. Mūža ilgums sētajos zālājos līdz 10 gadi, bet savvaļas audzēs neierobežots. Savvaļā sastopams mitrās pļavās, upju un ezeru krastos. Sētajos zālājos reti sastopams.



2.8. attēls Miežabrālis

Klimata ziņā miežabrālis ir neizvēlīgs. Augšanai optimālā temperatūra ne augstāka par 27 °C vasarā, ziemošanai piemērotākā vidējā temperatūra – 7 °C. Sekmīgai augšanai nepieciešams pietiekams mitrums, bet spēcīgā sakņu sistēma ļauj paciest arī sausākus periodus. Pacieš ilgstošu applūšanu. Vislabāk aug ar kaļķi bagātās dažāda granulometriskā sastāva augsnes, arī kūdrājos kur ir augsts gruntsūdens līmenis. Aug arī sausākās augsnes, ja ir pietiekams Ca un N nodrošinājums. Nepacieš skābas, blīvas minerālaugsnes un pārpuvotas pļavas. Noder pļaujamo zālāju ierīkošanai vietās, kur nav iespējama pietiekama nosusināšana. Miežabrālis labi noder augsnes aizsardzībai pret ūdens eroziju.

Maksimālo ražu var sasniegt vārpošanas sākumā, kas parasti ir ap 10 – 15 jūniju, pēc 40 dienām ir pļaujams atāls.

Miežabrālis pilnu ražu dod 3. gadā pēc sējas. Pavasarī ataugšana notiek strauji un ir iespējams iegūt agro zaļbarību. Ziedēt sāk jūnija vidū. Tas ir piemērots audzēšanai tīrsējā. Var iegūt līdz 7 – 10 t ha⁻¹ sausnas ražu. Ataugšanas spēja pēc nopļaušanas laba. No dabiskiem miežabrāļa zelmeņiem pēc atbilstošas kopšanas un mēslošanas un savlaicīgas nopļaušanas ir iespējams iegūt augstu un kvalitatīvu ražu.

Kamolzāle (*Dactylis glomerata* L.). Daudzgadīga skrajceru virszāle. Latvijā bieži sastopama savvaļā. Sētajos zālājos viena no agrākajām stiebrzālēm. Izaug 1 – 1,5 m gara. Kamolzāles mūža ilgums līdz 10 gadiem, bet labu ražu dod 6 – 7 gadus. Pēc sējas salīdzinoši īsā laikā spēj izveidot biezu zelmeni, pilnu ražu dod jau 2. – 3. mūža gadā.



2.9. attēls Kamolzāle

Kamolzāle ir izvēlīga stiebrzāle gan klimata, gan augsnes ziņā. Piemērotākās ir nosusinātas, irdenas, ar trūdvielām bagātas minerālaugsnes. Labāk aug sausākās vietās, jo tai ir dziļa sakņu sistēma, spēj uzņemt mitrumu no dziļākiem augsnes slāņiem. Necieš augstu gruntsūdens līmeni un applūšanu. Kamolzāles sekmīgai augšanai ir nepieciešams siltums. Tā ir jūtīga pret pavasara un rudens nakts salnām, tas arī ierobežo kamolzāles audzēšanu kūdras augsnēs.

Kamolzāles audzēšanai ir nepieciešams bagātīgs slāpekļa mēslojums, kuru vēlams dot 2-3 reizēs veģetācijas periodā pie optimāla kālija un fosfora nodrošinājuma. To audzē tīrsējā, lietojot augstas slāpekļa mēslojuma devas vai arī maisījumos ar citām stiebrzālēm vai tauriņziežiem. Kamolzāle pacieš noēnojumu, bet savas ātraudzības dēļ tā spēj nomākt blakus augošos augus, tādēļ maisījumos iekļauj ne vairāk kā 20 %.

Sausnas raža no 3 plāvumiem 4–7 t ha⁻¹. Lielākās biomasas ražas ieguvei optimālais plaušanas ir ziedēšanas fāzē, kad kamolzāle strauji nocietē

Bezakotu lāčauza (*Bromus inermis* Leyss.). Daudzgadīga stīgotāja virszāle. Auga garums līdz 1,5 m, stiebri vidēji labi aplapoti. Mūža ilgums 5–7 gadi, bet pilnu ražu sāk dot 2.-3. gadā pēc sējas Bezakotu lāčauza ik gadus labi ražo sēklas.



2.10.attēls Bezakotu lāčauza

Pavasārī lāčauza attīstās samērā agri, tiklīdz augsne ir iesilusi līdz +5°C, ziedēt sāk jūnija vidū. Tā ir vidēji pieticīga un augšanas apstākļiem piemēroties spējīga stiebrzāle. Optimālā temperatūra augšanai 18–22 °C, tai ir laba ziemciētība. Audzēšanai piemērotas sausas, irdenas, ar trūdvielām bagātas mālsmilts un smilšmāla augsnes, arī vieglas smilts augsnes ar neitrālu augsnes reakciju. Nepiemērota ir blīvas māla un kūdras augsnes. Augšanai ir nepieciešams pietiekams nodrošinājums ar slāpekli pie minimāla K un P nodrošinājuma. Ar 90–135 kg ha⁻¹ N sausnas ražas pieaugums lēns, bet 180 kg ha⁻¹ N dod strauju ražas pieaugumu.

Mitrumprasība ir vidēja, bet sliktāk kā kamolzāle pacieš sausumu.

Ziedēšanas laikā kopproteīna saturs ir 7 – 8 %, attiecīgi kokšķiedras saturs 35 – 37 %. Pļaujamās zālājos sēj maisījumos ar lucernu vai sarkano āboliņu, kur lielāko īpatsvaru sastāda tauriņzieži, lāčauza kalpo tukšo vietu aizpildīšanai. Pļaušanas laiku šai gadījumā nosaka pēc tauriņziežu pumpurošanas fāzes. Pēc nopļaušanas labi ataug.

Niedru auzene (*Festuca arundinacea Schreb.*). Daudzgadīga stīgotāja virszāle. Sasniedz 1.5 m garumu, tai ir rupjāki stiebri, platākas lapas. Var ražot 8 –10 gadus. Niedru auzene ir piemērota audzēšanai mitrākās pļavās, kur dod augstas ražas sākuma fāzēs ar pietiekami augstu barības vērtību.



2.11. attēls Niedru auzene

Niedru auzene ir pieticīga stiebrzāle, var augt mazauglīgākās augsnēs. Tā ir sējama jaunapgūtajās platībās. Ļoti strauji nocietē ziedēšanas laikā. Atbilstošākais pļaujas laiks ir vārpošanas sākums. Biomasa no niedru auzenes ir rupjstiebraina, tādēļ vairāk piemērota tā ir granulētā kurināma ieguvei īpaši maisījumos ar timotiņu, pļavas auzeni .

Pļavas auzene (*Festuca pratensis Huds.*). Daudzgadīga skrajceru virszāle ar 5 – 8 gadus ilgu produktīvo mūžu. Garums 1 –1.2 m, stiebri labi aplapotī. Ziedēt sāk jūnija 1. pusē. Pļavas auzene labi attīstās jau sējas gadā, veidojot biezu zelmeni, bet lielāko ražu dod 2. – 3. mūža gadā.

Tā spēj labi piemēroties dažādiem augšanas apstākļiem, līdz ar to plaši izmantojama. Labi aug arī kūdras augsnēs, taču siltās un mitrās vasarās jūlijā – septembrī var slimot ar rūsu. Prasīga mēslojuma ziņā, jo auzenei ir sekla sakņu sistēma ar salīdzinoši mazāku barības vielu uzņemšanas spēju. Labas un kvalitatīvas ražas ieguvei ir nepieciešams pietiekams minerālvielu nodrošinājums. Pļavas auzeni parasti audzē maisījumos ar citām stiebrzālēm un tauriņziežiem. Piemērotākie ir sarkanais agrais āboliņš, lucerna, austrumu galega, timotiņš, ganību airene. Aug samērā nevienmērīgi, 2/3 no kopējās ražas var novākt maija beigās, jūnija sākumā, vasaras otrajā pusē aug lēnāk.

Pļauj ziedēšanas laikā, nocietē samērā lēni. Labi ataug.

Latvijā izaudzēto šķirņu piedāvājums ir nepietiekams, tādēļ ir lietderīgi pirkt arī ārzemēs izaudzētās pļavas auzenes šķirņu sēklas, lai pagarinātu auzenes izmantošanas laiku.

Timotiņš (*Phleum pratense L.*). Daudzgadīga skrajceru virszāle, 0.6 –1.2 m gara,. Normālos augšanas un izmantošanas apstākļos mūžs 5 – 8 gadi, nereti arī ilgāk. Lielākā raža mūža pirmajos gados. Pavasarī attīstās samērā lēni. Agrākās timotiņa šķirnes sāk ziedēt jūnija vidū, vēlākās-jūnija beigās.

Ataugšanas spēja ir vidēja. Ļoti laba ziemcietība. Timotiņš ir samērā pieticīgs, ar labu spēju pielāgoties augšanas apstākļiem. Labi aug pietiekami mitrās, ar trūdvielām bagātās minerālaugsnes, arī slapjākās un vēsās mālainās augsnes. Viena no izturīgākajām stiebrzālēm kūdras augsnes. Pacieš arī īslaicīgu applūšanu, bet necieš noēnojumu. Ļoti atsaucīgs uz minerālmēslu, īpaši slāpekļa, lietošanu. Pietiekamas tā devas var novērst arī pļaušanas, mitruma trūkuma vai citu faktoru radīto stresu.

Timotiņš vairāk ir piemērots pļaujamo zālāju ierīkošanai, piemērotākais komponents zālajos ir sarkanais vēlais āboliņš, ražīgus zelmeņus veido arī ar lucernu un austrumu galegu, kā arī ar tādām stiebrzālēm sugām kā pļavas auzene, bezakotu lācauza un ganību airene. Var nopļaut 2 reizes veģetācijas periodā.

Ganību airene (*Lolium perenne* L.), Daudzgadīga skrajceru apakšzāle. Augu garums 50 – 80 cm, stieбри bagātīgi aplapoti. Labi cero, veidojot biezu zelmeni.. Airene retāk kā citas stiebrzāles ir sastopama savvaļā. Prasīga pēc labiem augšanas apstākļiem. Sētajos zālajos izmanto kā intensīva tipa stiebrzāli, kura ražo 4 – 5 gadus, labos augšanas apstākļos 6 – 7 gadus. Lielākajā daļā Eiropas valstu zālajos ganību airene ir dominējošā stiebrzāle. Piedāvāto šķirņu klāsts pļaušanas laika pagarināšanai ļauj izveidot dažāda agrīnuma zelmeņus. Priekšrocības audzēšanai ir augsta un kvalitatīva raža, izcila ataugšanas spēja, garš augšanas periods.



2.12. attēls Ganību airene



2.13.attēls Viengadīga airene

Ganību airene pavasarī uzsāk strauju augšanu kad augsne ir iesilusi līdz 10 °C, vasarā augšanai ir nepieciešams silts un mitrs laiks. Ziedēt sāk jūnija 1.dekādē. Labi attīstās jau sējas, bet pilna raža nākošajā gadā. Ziemcietība airenei ir vidēja, var ciest no nepastāvīgiem laika apstākļiem un stipra sala ziemā, arī no pavasara un rudens nakts salnām. Augšanai piemērotas ir irdenas, trūdvielām un minerālvielām bagātas neitrālas minerālaugsnes ar noregulētu mitrumu. Sakņu sistēma ir vidēju dziļa, tādēļ necieš ilglaicīgu sausumu, arī augsts gruntsūdens līmenis ir kaitīgs. Kūdras un vieglas smilts augsnes sējai nepiemērotas. Ganību airenei nepieciešams bagāts mēslojums, īpaši atsaucīga tā ir uz N mēslojumu, kūtsmēslu un vircas lietošanu.

To var sēt maisījumos ar pļavas auzeni, sarkano āboliņu, timotiņu, pļavas skareni, lucernu.

Tomēr jāzina, ka airene aug ļoti strauji un spēj nomākt blakus augošos augus, tādēļ bieži intensīvu un ātraudzīgu zālāju ierīkošanai aireni maisījumos iekļauj 50 % un vairāk, nodrošinot augstu ražu 3 – 4 gadus. Latvijas apstākļos aireni ir izdevīgi audzēt tad, ja ir iespēja nodrošināt zelmeni ar pietiekamu mēslojumu. Optimālos apstākļos var iegūt 14-18 t ha⁻¹ saunas

Parastā niedre (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. = *Ph. communis* Trin. = *Arundo phragmites* L.) ir stiebrzāļu (*Poaceae*) dzimtas daudzgadīgs augs, stiebru garums - 2-3 -2-3 m. Stieбри taisni, pat līdz 2 cm resni, ar lielu mezglu skaitu. Vairojas ar sakneņiem. Sakneņi var sasniegt 10 m. vai vairāk garumā. Garie sakneņi pastāvīgi intensīvi aug (līdz 3cm dienā) un zarojas, sagrābjot jaunas platības. Veido plašas audzes mitrās vietās, ūdenstilpņu krastos un purvos. Dziļākas par 2m ūdenstilpnes niedres neattīstās. Stiebrs pēc ziedēšanas gandrīz pārkoksnējas. Lapas pelēcīgi tumši zaļas, cietas, garas, platas. Lapojums paliek zaļš līdz salam.

Niedrēm ir liela loma ūdenstilpņu pārpurvošanās un kūdras veidošanas procesā. Niedru kūdra bagāta ar minerālvielām. Ķīmiskais sastāvs: svaiga zaļmasa satur 30-31% kokškiežu, 11-12% proteīna, 2,0-25% tauku, 40-45% ogļhidrātu, 10-12% minerālvielu (ar augstu silīcija saturu), 0,8-1,0% kalcija, 0,3-0,4% fosfora.

Niedru ražība sastāda 40 – 60 t ha⁻¹ zaļmasas vai 7,5–13,07.5–13.0 t ha⁻¹ sausnes. Niedres ilgstoši saglāba augstu produktivitāti, ja audzes pareizi izmanto. Katra veģetācijas perioda var nopļaut ne vairāk par 50% no kopražas. Ražas novākšanu veic vēl rudenī vai ziemā. Biomasu var izmantot cieta kurināma un bioetanola ražošanai.

Ķīmiskais sastāvs: svaiga zaļmasa satur 30-31 kokškiežu, 11-12% proteīna, 2,0-25% tauku, 40-45% ogļhidrātu, 10-12% minerālvielu (ar augstu silīcija saturu), 0,8-1,0% kalcija, 0,3-0,4% fosfora. Biomasu var izmantot cieta kurināma un bioetanola ražošanai.

Zālaugu agrotehnoloģija

Augstražīgu un kvalitatīvu zālāju zelmeņu veidošanai izmanto divus paņēmienus:

- virspusēji uzlabojot dabiskos zālājus;
- ierīkojot sētās pļavas.

Dabisko zālāju virspusējo uzlabošanu veic tad, ja vecajā zelmenī ir saglabāties daudz vērtīgu zālaugu. Tas ir zālāju produktivitātes paaugstināšanās veids ar ekonomiski izdevīgākiem paņēmieniem. Tādus zālājus var uzlabot pareizi mēslojot un kopjot; piesējot vērtīgās zāļu sugas.

Sēklu piesēja ir efektīva velēnu podzolētās, velēnu-glejotās un kūdras augsnēs, kuras ir pietiekami (bet ne pārmērīgi) mitras. Piesējai velēnā izmanto, galvenokārt, tauriņziežus. Sēklu piesējas norma ir sarkana āboliņa – 3-5 kg ha⁻¹, lucernas – 8 kg ha⁻¹. Hibrīdu lucernu vislabāk piesēt maisījumā ar sarkano āboliņu. Kopējā izsējas norma 6 kg ha⁻¹ un sugu attiecību 4:1. No stiebrzālēm piesējai var izmantot tikai ātraudzīgās sugas (ganību airene, kamolzāle, augstā dižauza, niedru un pļavas auzenes).

Veicot piesēju, izmanto speciālas sējmašīnas. Ar mazākām sekmēm var izmantot graudaugu sējmašīnu modifikācijas ar diskveida lemešiem vai speciāli šīm vajadzībām pievienotiem kultivatora kaltveida zariem.

Lai zāļu sēklu piesēja velēnā būtu efektīva ir jāierobežo vecā zelmeņa intensīva augšana. Tas nepieciešams konkurences samazināšanai starp vecajiem zālaugiem un sēklu dīgstiem pēc barības vielām un ūdens. Ļoti svarīgi nodrošināt labvēlīgus attīstības apstākļus dīgstiem 1.5-2 mēnešus pēc piesējas. Pļavās pēc piesējas zelmeni divas reizes nogana un rudens sākumā nopļauj. Vecā zelmeņa augšanas intensitāti pļavās var ierobežot, apstrādājot to ar nelielām devām atbilstošu herbicīdu, kurus izvēlas atkarībā no zelmeņa botāniskā sastāva, apmēram 10-15 dienas pirms sēklu piesējas. Sēklu piesēja vecā velēnā ir energotaupīga zālāju ražības un zāles kvalitātes paaugstināšanas tehnoloģija, kas ievērojami samazina biomasas produkcijas pašizmaksu.

Sēto pļavu ierīkošana. Jaunu sējumu ierīkošanai jāsāk gatavoties divus gadus pirms sēšanas. Jo labāk ir sagatavota augsne, jo lielākas iespējas ir izveidot augsti produktīvus zālājus.

Vietas izvēle. Zālājus ierīko dažāda tipa un granulometriskā sastāva augsnēs. Galvenā prasība – nodrošināt augstu ražu, vienmērīgu zāles ataugšanu pēc katras pļaušanas reizes. Nepiemērotas ir sausās smilts un pārlieku mitrās augsnes.

Priekšaugi. Labs priekšaugš sēto zālāju ierīkošanai ir graudaugi, bumbuļaugi vai sakņaugi, kuriem doti organiskie mēsli. Pļavas var ierīkot arī degradējušos dabiskajos vai kultivētajos zālājos.

Augsnes sagatavošana. Tūlīt pēc priekšaugu ražas novākšanas ar augsnes lobīšanu jāsekmē daudzgadīgo nezāļu ierobežošana. Visefektīvāk ir ļaut nezālēm ataugt līdz 10 – 15 cm garumam un iznīcināt tās ar herbicīdiem. Augsnes pirmssējas apstrādes pamatuzdevums ir nodrošināt tauriņziežiem un stiebrzālēm izlīdzinātu sēklas uzdīgšanu visā platībā.

Zālaugu sēklu maisījumi. Kvalitatīvus daudzgadīgo zālāju zelmeņus, kuri nodrošina augstu un stabilu ražu ieguvī, var izveidot izmantojot tikai zālaugu sēklu maisījumus.

Salīdzinājumā ar tīrsējas zelmeni daudzkomponentu zelmenim ir sekojošas priekšrocības:

- lielākas un stabilākas ražas;
- lielāka izturība pret daudzkārtēju applaušanu, pret slimībām un kaitēkļiem, lielāka spēja nomākt nezāles;
- ērtāka siena vai skābbarības gatavošanai;
- spēja piesaistīt atmosfēras slāpekli, tā samazinot nepieciešamību pēc slāpekļa mēslojuma.

Daudzgadīgo zālāju ierīkošanai var izmantot arī gatavus zāļu sēklu maisījumus, kuri ir aprobēti Latvijas apstākļos. Sēklu maisījumos ieteiktas galvenokārt Latvijā selekcionētas zālaugu šķirnes. Tās ir pietiekoši augstražīgas un piemērotas Latvijas augsnes un klimatiskajiem apstākļiem. Izvēloties vienu vai otru maisījumu zālāju ierīkošanai savā saimniecībā, ir jāatceras, ka šie maisījumi nav dogma un tos var pilnveidot vai vienkāršot atkarībā no esošā sēklu materiāla sortimenta un to iegādes iespējām. Jāsauglabā tikai zālaugu dzimtu un sugu daudzumu attiecība maisījumā. Tagad zemniekiem ir iespējas iegādāties arī ārzemju zālaugu šķirnes un pat gatavus sēklu maisījumus.

Jāatceras, ka šo šķirņu un it īpaši sēklu maisījumu piemērotība Latvijas apstākļiem ir maz izpētīta. Izmantojot vienu vai otru maisījumu zālāju ierīkošanai, jāņem vērā, ka vienas un tās pašas šķirnes vai sugas augšana un uzvedība jauktos zelmeņos pa gadiem ļoti atšķiras. Tas ir

atkarīgs no šīs sugas vai šķirnes cenotiskās aktivitātes jeb konkurētspējas. Sugu konkurētspēju ļoti ietekmē augu nodrošinājums ar barības vielām, mitruma apstākļi, zelmeņa izmantošanas veids un intensitāte.

Daudzgadīgo pļaujamo zālāju botāniskā sastāva izmaiņu kritiskā robeža ir 3.- 4. izmantošanas gads. Īsmūža tauriņzieži un dažreiz arī stiebrzāles izkrīt no zelmeņa, tāpēc to ražība šajā periodā samazinās. Par to nav īpaši jāuztraucas, jo nākamajos gados zelmeņu ražība atkal pieaugs sakarā ar stiebrzāļu spēcīgu cerošanu un attīstību. To veicinās P un K minerālmēsliem. Daudzgadīgo tauriņziežu (austrumu galegas, lucernas) iekļaušana sēklu maisījumos ļauj izlīdzināt zelmeņu ražību pa izmantošanas gadiem.

Sastādot sēklu maisījumu, ņem vērā ne tikai zālaugu sugu dinamiku pa izmantošanas gadiem, bet arī botāniskā sastāva izmaiņas pa pļaušanas cikliem. Pirmajā izmantošanas ciklā, kā likums, pārsvarā ir agrīnās sugas – pļavas lapsaste, augstā dižauza, kamolzāle. Nedaudz vēlāk – bezakotu lāčauza, timotiņš. Tāpēc sēklu maisījumos iespēju robežās ir lietderīgi apvienot sugas ar līdzīgu attīstības ritmu. Saimniecībā vislietderīgāk zālāju zelmeņus veidot, izmantojot 3 – 4 sēklu maisījumus, kuriem ir atšķirīgs attīstības ritms. To var panākt ne tikai ar atšķirīgām sugām, bet arī sugu sēklu daudzumu attiecību maisījumā.

Katrā saimniecībā ieteicams veidot vairākus dažāda tipa zālāju zelmeņus: stiebrzāļu un stiebrzāļu-tauriņziežu. Šim nolūkam izmanto sēklu maisījumus ar atšķirīgu sugu sastāvu, vai vismaz ar atšķirīgu dažādu sēklu attiecību tajos. Tas nodrošina vienmērīgāku dzīvnieku apgādi ar daudzveidīgāku un pilnvērtīgāku zāles lopbarību, ļauj diferencēt mēslojuma devas, stabilizē zelmeņu produktivitāti mainīgos laika apstākļos.

Agrīno, vidējo un vēlīno zelmeņu esamība vienā saimniecībā ļaus uzsākt ganību sezonu par 6 – 8 dienām ātrāk un pagarināt ganību izmantošanas pirmo ciklu par 9 – 12 dienām un līdz ar to agrīno zelmeņu ataugšanas periodu. Pļaujamās zālājās tas ļaus pagarināt zāles optimālo pļaušanas laiku un samazināt spriedzi ražas novākšanas periodā, un sagatavot kvalitatīvu biomasu konservēšanai. Zelmeņa botāniskais sastāvs būtiski ietekmē zāles kvalitāti. Augstražīgu pļaujamo zelmeņu veidošanai sēklu maisījuma izsējas normai jābūt 25 – 30 kg ha⁻¹, ganībām un 30 – 35 kg ha⁻¹. Neskatoties uz zālaugu sēklu relatīvu dārdzību, ieteicams zelmeņu veidošanai izmantot tikai sertificētu sēklas materiālu.

Gandrīz visi zālaugu zelmeņi ir daudzgadīgi, tos nav jāpārsēj katru gadu. Kvalitatīvu sēklu izmantošana ātri atmaksāsies un ļaus izvairīties no liela sarūgtinājuma par zaudējumiem, kas var rasties nesertificētu sēklu izmantošanas gadījumos.

Sējas tehnoloģija. *Sējas laiks.* Vislabāk agri pavasarī – vienlaikus ar vasarāju labības sēju, kad augsne ir pietiekoši mitra. Ja pavasarī zāļu sēklu maisījumu nav iespējams iesēt, tādēļ ka nav sagatavota augsne vai trūkst sēklu, tad to var darīt arī vasarā – no jūnija beigām līdz augusta sākumam.

Ir divi zālāju ierīkošanas veidi: sēšana zem virsauga; sēšana bez virsauga. Viena vai otra veida izvēli nosaka vairāki faktori: augsnes auglība, mitruma apstākļi, maisījuma sastāvs, augsnes tīrība no nezālēm u.t.t. Gandrīz visu zāļu sugu dīgsti ir ļoti jutīgi pret noēnojumu un gaismas kvalitāti. Veidojot zelmeņus bez virsauga gandrīz vienmēr iegūst augstāku ražu nekā izsējot zāļu sēklu maisījumu zem virsauga. Sevišķi pirmā zelmeņa izmantošanas gadā. Bez virsauga

izsētas daudzgadīgās zāles sējas gadā veido spēcīgus cerus ar labi attīstītu sakņu sistēmu. Sējot bez virsauga, iepriekš rūpīgi ir jāveic nezāļu apkarošana.

Negatīva virsauga ietekme izpaužas ne tikai sējas gadā, bet arī turpmākos 2 – 3 gados. Neskatoties uz virsaugu negatīvo ietekmi uz pasētām zālēm, saimniecisku apsvērumu dēļ ražošanas apstākļos zāļu sēklu maisījumu visbiežāk izsēj zem virsauga. Izējot zāļu sēklu maisījumu zem virsauga, jāatceras sekojošo: virsaugs nedrīkst stipri noēnot daudzgadīgo zāļu dīgstus. Tāpēc par virsaugu ieteicams izmantot viengadīgus laukaugus ar vāju aplapojumu, kuri vāji cero un zarojas. Iespējamos zālāju virsaugus var sakopot sekojošā rindā (negatīvas ietekmes pieaugošā kārtībā): sinepes, amoliņš, ziemas rudzi (zaļbarības), vasaras kvieši, auzu-pākšaugu mistri, auzas, mieži, viengadīgā airene. Latvijā par virsaugu visbiežāk izmanto miežus (agras šķirnes), kuru izsējas norma nedrīkst būt lielāka par 160 – 180 kg ha⁻¹ un auzas vai auzu-pākšaugu mistrus, sējot ne vairāk kā 80 – 100 kg ha⁻¹.

Zālāju kopšana

Zālāju zelmeņa izmantošanas gaitā notiek to pakāpeniska degradācija. Tajos krasi samazinās vērtīgo stiebrzāļu un tauriņziežu īpatsvars, bet pieaug nevēlamo, mazvērtīgo savvaļas sugu (ciņusmilga, suņu smilga, ciesa) un nezāļu (cūkpiene, skābene, vīgrieze, dadzis, ceļmalīte, nātre u.c.) daudzums.

Nezāļu ierobežošana. Zelmeņu botāniskā sastāva izmaiņas pa veģetācijas periodiem nav retums. Zālāju zelmeņu botāniskā sastāva izmaiņas ir augšanas apstākļu izmaiņu rezultāts un, galvenokārt, zelmeņu izmantošanas kļūdu sekas. Tātad zelmeņu botāniskais sastāvs ir zemnieku saimniekošanas prasmes rādītājs šajā nozarē. Lai saprastu zālaugu attīstības likumsakarības un zelmeņa ilggadīgas ražības saglabāšanas iespējas, jāzina arī to degradācijas iemesli.

Nevēlamo sugu un nezāļu iznīcināšana ar herbicīdu palīdzību nenodrošina ilgstošu ilggadīgu efektu. Pēc īsa perioda nevēlamās sugas atkal parādās pļavu un ganību zelmeņos. ***Lai izvairīties no zelmeņa degradācijas un nevēlamo sugu un nezāļu ieviešanās*** tajā nepieciešams pēc iespējas ilgāk saglabāt blīvu zelmeni un saistīgu velēnu. Blīvs zelmenis ir vislabākā aizsardzība pret draudošo nezāļainības pieaugumu. Pētījumos noskaidrots, ka augsnes aramkārtā atrodas no 100 līdz 10000 nezāļu sēklu vienā kvadrātmetrā. Dīgspēju tās saglabā līdz 60 gadiem, bet skābenes – vēl ilgāk. Taču no tā nav īpaši jābaidās.

3. Salīdzinājums dažādu enerģētisko kultūru enerģētiskai ietilpībai un ietekmei uz vidi

LR Zemkopības ministrija 2008.gada sākumā noteica šādu enerģētisko kultūraugu reprezentatīvo ražību (minimālā ražība no 1 ha) ES atbalsta shēmai 2008.gadam:

- vasaras rapsis 1.09 t/ha;
- ziemas rapsis 1.69 t/ha;
- kvieši 2.18 t/ha
- rudzi 1.65 t/ha;
- mieži 1.53 t/ha
- tritikāle 1.59 t/ha.

Augu enerģētiskā vērtība kwh/ha, ja no tiem iegūst biogāzi:

- Kvieši -18726- 24957
- Rudzi – 14004 -17144

- Triticale – 15594 -18726
- Graudzāļu skābbarība – 23486 - 31314
- Kukurūzas skābbarība – 36901 -46126
- Sudanzāle– 22903 -34354
- Bietes - 45443 -56803
- Āboliņš- 24200
- Kaņepes – 28150

IV nodaļa: Enerģētisko kultūraugu audzēšanas iespējamā ietekme uz pārtikas produktu un izejvielu cenām Latvijā

Autors: Gints Kārklīšs

Pēdējo gadu notikumi pasaulē, straujais pārtikas cenu pieaugums ir radījušas vairāk jautājumu nekā atbilžu. Augot iedzīvotāju skaitam un palielinoties dzīves līmeņa atšķirībai starp bagātajiem un nabadzīgajiem, palielinās arī to skaits, kas nevar atļauties iegādāties pilnvērtīgu pārtiku un tādējādi cieš badu. Tā kā augstās pārtikas cenas tieši ietekmē vairāk kā 2 miljardus cilvēkus visā pasaulē, tad pārtikas cenu problēmai ir pievērsušās tādas starptautiskas institūcijas, kā Pasaules Banka, ANO, Eiropas Komisija, ASV valdība un citas.

Joprojām apmēram viens no sešiem miljardiem cilvēku pasaulē dzīvo bez pietiekami daudz pārtikas. Tas notiek nevis pārtikas trūkuma dēļ, bet gan tāpēc, ka cilvēki ir cietuši no netaisnīgas ekonomiskās sistēmas. ANO statistika liecina, ka deviņu gadu laikā ienākumu attiecība starp bagātāko 20% un nabadzīgākajiem 20% no pasaules iedzīvotāju ir palielinājusies no 60:1 līdz 74:1. Kopējais patēriņš bagātākajiem 20% pasaules iedzīvotājiem šobrīd ir 16 reizes lielāks kā nabadzīgākajiem 20% pasaules iedzīvotāju. Pārtika šodien ir pieejama vairāk uz vienu iedzīvotāju, nekā jebkad agrāk visā pasaulē. Ja kopējā pieejamā pārtika šodien pasaulē tiktu sadalīta vienlīdzīgi starp visiem cilvēkiem uz zemes, mēs varētu nodrošināt katrai personai, vismaz 1.9 kg pārtikas dienā: 1 kg graudus, pupas un riekstus, 0.4 kg augļus un dārzeņus un vēl puskilogramu gaļas, olu un pienu.

Pēdējos gados ir pieaugusi biodegvielas ražošana. Dažas preces, piemēram, kukurūzu, cukurniedres vai augu eļļu var izmantot kā pārtiku, barību dzīvniekiem vai arī izmantot biodegvielas ražošanai. Piemēram, kopš 2006.gada ASV teritorijās, kas agrāk tika izmantotas, lai audzētu citas kultūras, tagad tiek audzētas kukurūza biodegvielai. Pat pārvēršot visu graudu ražu ASV biodegvielā, tiktu nodrošinātas tikai 16% no auto degvielas vajadzībām. Tādēļ daži eksperti uzskata, ka nostādot enerģijas tirgu konkurencē ar pārtikas tirgu, ierobežotās aramzemes dēļ neizbēgami pieaugs pārtikas cenas. Arī pasaulē pieprasījums pēc biodegvielas ir pieaudzis sakarā ar naftas cenu pieaugumu, kas notiek kopš 2003.gada, un vēlmi samazināt atkarību no naftas, kā arī samazināt SEG emisijas no transporta.

Brazīlija tiek uzskatīta par valsti ar pasaulē pirmo ilgtspējīgas biodegvielas ekonomiku. Tās valdība apgalvo, ka, izmantojot Brazīlijas cukurniedres etanola rūpniecībā, nav veicināta 2008. gada pārtikas krīze. Šī valsts ir lielākā etanola no biomasas ražotāja pasaulē. Valdība stāsta, ka Brazīlijā neeksistē konkurence pārtikas un spirta ražošanas sektoru starpā. Jāpiebilst, ka Brazīlijas viedokli atbalsta Starptautiskās cukura ražotāju savienības prezidents *Pīters Barons*, lai gan viņš atzīst, ka šāda problēma eksistē nelielās valstīs un... ASV, kur etanolu lielā daudzumā iegūst no kukurūzas. 2006. gadā ASV saražoja 18,4 miljardu l, kam seko Brazīlija ar 16,3 miljardiem l, kopā saražojot 70% no pasaules etanola tirgu un gandrīz 90% etanola, ko izmanto kā degvielu. Šīm valstīm seko Ķīna ar 7,5% un Indija ar 3,7% no pasaules tirgus daļas.

Analizējot pārtikas cenu pieaugumu ir izvirzīta hipotēze, ka daļēji pārtikas cenu pieaugumu sekmēja biodegvielas ražošana, kas tieši konkurēja ar pārtikas patēriņu. Runājot par inflāciju, ko rada strauja pārtikas produktu cenu celšanās, jāpiemin, ka agrāro produktu ražošana būtībā ir ļoti dārga. Vienas barojošas kalorijas radīšanai liellopu gaļā nepieciešams 700 kaloriju enerģijas tās sintēzei dzīvajās šūnās. Turklāt nepietiek tikai izaudzēt lauksaimniecības produkciju – produkciju – to vajag piegādāt patērētājam, iesaiņot un attiecīgi apstrādāt. Tas prasa daudz papildu enerģijas patēriņa, ko pārsvarā nodrošina nafta, kas paliek arvien dārgāka.

Lielā mērā kā enerģijas, tā pārtikas krīzi saista fundamentālas lietas. Pieprasījums pēc degvielas un pārtikas pieaug tandēmā, īpaši līdz ar gigantisko Āzijas ekonomiku – Indijas un Ķīnas – straujo izaugsmi. Arī piedāvājums tiek ierobežots un palēnināts, pateicoties spēkiem, kas darbojas tandēmā. Sausums Austrālijā, piemēram, ir mazinājis atsevišķu pārtikas kultūru pasaules piedāvājumu. Kvalificētu inženieru un urbtorņu trūkums ir apgrūtinājis jaunu naftas atradņu izstrādāšanu un izmantošanu.

Šīs nodaļas ietvaros tiek veikts enerģētisko kultūraugu iespējamās audzēšanas ietekmes novērtējums uz pārtikas produktu un izejvielu cenām Latvijā periodam līdz 2020.gadam.

Lai veiktu analīzi, ir izmantota klasiskā pieprasījuma-piedāvājuma metode, kas nosaka cenas brīvā ekonomikā, kur ir minimāla valsts iejaukšanās un iespēja regulēt cenas. Valsts iejaukšanās vai subsīdijas tikai nobīda līdzsvara punktu uz augšu vai leju, tomēr nemaina tirgus principus.

Tikai pie ļoti lielas iejaukšanās ir iespējams, ka pārstāj darboties klasiskā piedāvājuma-pieprasījuma metode. Piemēram, valsts dod subsīdijas cukura neražošanai un rezultātā zemnieki pārstāj ražot cukurbietes. Tomēr pat tik ekstrēmos gadījumos nostrādā pieprasījuma-piedāvājuma metode un tirgū parādās ievestais cukurs.

Veicot analīzi par enerģētisko kultūraugu audzēšanas ietekmi uz pārtikas produktu cenām, jau sākumā tiek identificēts, ka Latvija ir maza valsts, kas ir ļoti atkarīga no eksporta un importa. Attiecīgi autors izvirza hipotēzi, ka enerģētisko kultūraugu audzēšana Latvijā neatstās tiešu iespaidu uz pārtikas un izejvielu cenām Latvijā, bet tomēr globālie procesi ārpus Latvijas atstās tiešu ietekmi uz pārtikas un izejvielu cenām Latvijā.

Nodaļa ir sadalīta divās daļās:

- Enerģētisko produktu ražošanas ietekme uz pasaules cenām;
- Enerģētisko produktu ražošana Latvijā un tā ietekme uz cenām Latvijā.

1. Biodegvielas ražošana globālās pasaules kontekstā

1.1. Esošā situācija pasaulē un to ietekmējošie faktori

Pieaugot naftas cenām un valstu valdībām apzinoties, ka naftas resursi nav bezgalīgi, arvien vairāk tiek meklētas alternatīvas naftas produktiem. Tādējādi pēdējos 10 gados ļoti daudz uzmanības ir pievērsts naftas aizstājējproduktu ražošanai. Klasiskais paņēmieni ir atjaunojamā kurināmā ražošana no pārtikā izmantojamās produkcijas, izmantojot, piemēram, graudus, kukurūzu, cukurniedres. Attiecīgi, pieaugot pārtikas cenām un spriedzei pasaules tirgos, arvien vairāk tiek runāts visā pasaulē par pārtikas inflāciju.

ANO struktūrās un daudzās valstīs ir oficiāls viedoklis, ka biodegviela ir viens no risinājumiem cīņā ar klimata pārmaiņām. ASV dāsnī subsidē etanola ražošanu no kukurūzas. ES valstis subsidē biodegvielas ražošanu, lai līdz 2020. gadam sasniegtu 20% līmeni. Kioto protokols paredz iesaistītajās valstīs aizstāt fosilo kurināmo ar biodegvielu, lai samazinātu CO₂ emisiju.

Šobrīd vienīgā iespēja ir izmantot zemi, kas agrāk nav tikusi izmantota komerciāli. Tomēr šāda zeme parasti ir meži. Mežu izciršana faktiski palielina CO₂ koncentrāciju atmosfērā.

2008. gada sākumā, pieaugot jēlnaftas cenai, tika veicināts pieprasījums pēc biodegvielas. ASV iepriekšējais prezidents *George W. Bush* izvirzīja ASV mērķi panākt ražošanas apjomu 130 miljardu litru atjaunojamo kurināmo gadā tuvāko 10 gadu laikā, kamēr Eiropa vēlas 5,75% no dīzeļdegvielas saražot no augiem līdz 2010. gadam. Cena kukurūzai ASV pēdējo gadu laikā ir dubultojusies. Daļēji tas ir saistīts ar subsīdijām kukurūzas ražošanai zaļajai degvielai. 2006.-2007. gadā ASV 20% no kukurūzas ražas izmantoja etanola ražošanai un to ir plānots palielināt līdz 32% līdz 2016. gadam. Kopā ASV tikai 10% no saražotās kukurūzas izmanto lietošanai uzturā un pārējos 90% izmanto kā lopbarību.

Vai tiešām ir pastāvīgs kokurence: pārtika vs. degviela? Vai ir iespējams saražot gan pārtiku, gan degvielu? Stanfordas Universitātes biologs *Chris Somerville* aprēķinājis, ka būtu vajadzīgs tikai 3,5% no zemes virsmas, lai no augiem iegūtu enerģiju, kas nepieciešama visai pasaulei, kamēr pašlaik lauksaimniecībā izmanto 13% no zemes virsmas. Tomēr aprēķini liecina, ka piepildot vienu vidēji lielas automašīnas benzīna bāku ar biodegvielu, ar to graudu apjomu, kas tika izmantoti, lai to saražotu, vienu cilvēku varētu pabarot veselu gadu.

Pēdējie gadi ir bijuši neveiksmīgi, jo nelabvēlīgie laika apstākļi Eiropā un Ziemeļāfrikā ir vēl vairāk pastiprinājuši lielāko pārtikas kultūru iztrūkumu, kas īpaši ietekmējis kviešu krājumus. Pārtikas un lauksaimniecības organizācija (FAO) ir brīdinājusi, ka kviešu ražošana ir kritusies par 10% 2008. gadā salīdzinot ar 2007. gadu.

Viens no galvenajiem faktoriem cenu pieaugumā ir arī pārtikas diētas radikālā izmaiņa lielajām nācijām, piemēram, Ķīnā, Indijā, Brazīlijā un Krievijā, kur ekonomiskā izaugsme ir palielinājusi gaļas patēriņu. Ķīnā gaļas patēriņš ir pieaudzis par 150 procentiem kopš 1980. gada. Indijā tas ir pieaudzis par 40 procentiem pēdējo 15 gadu laikā. Pieprasījums pēc gaļas visās jaunattīstības valstīs ir dubultojies kopš 1980. gada. Tā kā liellopus un vistas baro ar kukurūzu un graudiem un, lai saražotu 1 kg gaļas ir jāizmanto 8 kg graudu, tad diētas maiņa ir daudz būtiskāk ietekmējusi globālo graudu patēriņu nekā iedzīvotāju skaita izmaiņas.

Apvienojot dažādus faktorus, jāsecina, ka visvairāk no cenu pieauguma cietušas nabadzīgās valstis. Pasaules Banka aprēķinājusi, ka 2001. gadā 2,7 miljardi cilvēku dzīvoja nabadzībā ar mazāk nekā 2 ASV dolāriem dienā. Nabadzīgākie cilvēki lielāku daļu no saviem ienākumiem tērē par pārtiku, tāpēc pārtikas cenu pieaugums tos ietekmē vairāk. No otras puses, nabadzīgajās valstīs biodegvielas dēļ ir palielinājusies peļņa no lauksaimniecības. Ja naftas cenas divkāršosies, peļņas norma varētu pieaugt vairāk nekā divas reizes. Līdz šim bagātās valstis ir subsidējušas graudu ražošanu un tie bija zem pašizmaksas nabadzīgajās valstīs, tādējādi radot zaudējumus vietējās lauksaimniecības nozarēs. Ražojot biodegvielu no graudiem, bagātajās valstīs vairs nav tādi graudu pārpalikumi, kas rada pieprasījumu pēc graudiem arī no nabadzīgajām valstīm.

Pārtikas cenu inflācija

No 1974. gada līdz 2005. gadam reālās pārtikas cenas samazinājās par 75% pasaulē, tādēļ var uzskatīt, ka pārtikas preču cenas bija salīdzinoši stabilas. Nesenais straujšais pārtikas cenu pieaugums ir uzskatāms par izņēmumu. No 2005. gada janvāra līdz 2008. gada jūnijam kukurūzas cenas gandrīz trīskāršojās, kviešu cenas palielinājās par 127%, cena rīsiem pieauga par 170%. No otras puses, cukurniedru ražošana ir strauji palielinājusies un tas bija pietiekami, lai saglabātu cukura cenas pieaugumu zemā līmenī, izņemot 2005. gada un 2006. gada sākumā. Ir secināts, ka biodegvielas ražošana no graudiem ir cēlušas pārtikas cenas kopā ar citiem saistītiem faktoriem no 70 līdz 75%, bet etanols, ko iegūst no cukurniedrēm, nav atstājis būtisku iespaidu uz neseno pieaugumu pārtikas preču cenām. Pasaules Bankas politikas pētniecības darba dokumentā secināts, ka biodegviela ir paaugstinājusi pārtikas cenas no 70 līdz 75 procentiem²⁹. Ziņojumā apgalvots, ka ES un ASV ir izraisījuši lielāko ietekmi uz pārtikas piedāvājumu un cenām, veicinot biodegvielas ražošanu un atbalstot subsīdijas un tarifus attiecībā uz importu. Pētījumā arī secināts, ka Brazīlijas etanols, kas ražots no cukurniedrēm, būtiski nav paaugstinājis cukura cenas un iesaka atcelt tarifus etanola importam gan ASV un ES.

Valdības cenu kropļojošā politika

Francijā, Vācijā, Apvienotajā Karalistē un ASV valdības ir atbalstījušas biodegvielas ražošanu ar nodokļu atlaidēm un subsīdijām. Šī politika izraisīja neparedzētas sekas, novirzot resursus no pārtikas ražošanas, kā rezultātā notika straujš pārtikas cenu kāpums un iespējams tika grauti dabiskie biotopi. Lauksaimniecībā bieži izmanto degvielu bez nodokļiem, tādējādi rezultātsvar būt tāds, ka lauksaimnieks izmanto vairāk litrus degvielas biodegvielas ražošanai un vēl joprojām gūst peļņu.

OECD pētījumā konstatēts, ka tirdzniecības ierobežojumi, galvenokārt importa tarifi, aizsargā vietējo rūpniecību no ārzemju konkurentiem, taču uzliek izmaksu slogu vietējiem biodegvielas lietotājiem un ierobežojumus citiem piegādātājiem. Ziņojumā ir kritizēts arī SEG emisiju samazinājums, ko var sasniegt no biodegvielas, pamatojoties uz izejvielām, ko izmanto Eiropā un Ziemeļamerikā. Pašreizējā biodegvielas atbalsta politika varētu samazināt siltumnīcefekta gāzu emisijas no transporta degvielas ne vairāk kā par 0,8% līdz 2015. gadam, kamēr Brazīlijas etanols no cukurniedrēm, samazina siltumnīcefekta gāzu emisiju par vismaz 80% salīdzinājumā ar uz fosilo kurināmo.

²⁹ Donald Mitchell (July 2008). "A note on Rising Food Crisis" (PDF). The World Bank. Retrieved on 2008-07-29. Policy Research Working Paper No. 4682. Disclaimer: This paper reflects the findings, interpretation, and conclusions of the authors, and do not necessarily represent the views of the World Bank

Naftas cenu pieaugums

Naftas cenu pieauguma rezultātā kopš 2003. gada, palielinājās pieprasījums pēc biodegvielas. Pārveidot augu eļļas biodīzeļdegvielā nav pārāk grūti vai dārgi, tāpēc ir liela korelācija starp naftas cenu un augu eļļas cenu.

ASV valdības politika

Tiek apgalvots, ka ASV valdības veicinošā politika etanola ražošanai no kukurūzas, ir galvenais iemesls pārtikas cenu pieaugumam. ASV Federālā valdība etanola ražošanai katru gadu dod subsīdijas \$ 7 miljardi gadā vai arī \$ 0.50/l. Tīkmēr etanols dod tikai 55% enerģijas salīdzinot ar benzīnu. Kukurūzu ļoti plaši izmanto kā barību cāļiem, govīm un cūkām. Līdz ar to augstākās kukurūzas cenas noved pie augstākām cenām vistām, liellopu gaļai, cūkgaļai, pienam, sieram, u.c.

Citi faktori

Enerģijas izmaksas sastāda ievērojamas izmaksas mēslošanas līdzekļos, lauksaimniecībā un pārtikas izplatīšanā. Attiecīgi, pieaugot naftas cenām, pieaug arī pārtikas cenas. Daļa no pārtikas cenu pieaugumu starptautiskajā pārtikas preču tirgū ir saistīta ar ASV dolāra vērtības mazināšanos. Ilgākā laika periodā iedzīvotāju skaita pieaugums un klimata pārmaiņas var izraisīt pārtikas cenu palielināšanos. Tomēr šie faktori ir ilgtermiņa un to ieguldījums pārtikas cenu pieaugumā pēdējo 3 gadu laikā ir minimāls.

Ieteiktie ierosinājumi izejai no krīzes

Pirmās paaudzes biodegvielas ražošanas apturēšana

Pasaulē aktīvi tiek apspriesta ideja par 5 gadu moratoriju biodegvielas ražošanai, tomēr ietekme uz nabadzīgām kopienām un vidi netiek novērtēta. Tas varētu sekmēt modernākas biodegvielas ražošanas attīstību. Daži ekologi ir aizdomīgi, ka arī otrās paaudzes biodegviela nevarēs atrisināt problēmu par iespējamo ietekmi uz pārtikas cenām, jo tās ražojot, tiek izmantoti arī ievērojami lauksaimniecības resursi, piemēram, ūdens. Pastāv dažāda veida biodegviela un dažādas izejvielas, tādēļ ir ierosināts, ka biodegvielas ražošanai jāizmanto tikai nepārtikas kultūras. Tas ļautu izvairīties no tiešas konkurences, piemēram, kukurūzai un pārtikas augļu eļļai. Tomēr, kamēr lauksaimnieki var saņemt vairāk naudas ražojot biodegvielu, subsīdiju atcelšanas gadījumā pārtikas cenas var pat palielināties.

Kā izeja būtu trešās paaudzes biodegvielas (biodegviela no aļģēm), ko ražo no neēdamiem izejvielu avotiem. Celulozes etanols ir biodegvielas veids, kas ražots no lignocelulozes -materiāla, kas sastāv no daudz masu augiem. Zāle, *Miscanthus* unkokaun koka skaidas ir tikai daži no populārākajiem neēdamo celulozes materiāliem etanola ražošanai. Pasaulē pirmās komerciālās koka-etanola rūpnīca sāka darbību Japānā 2007. gadā ar jaudu 1,4 miljoni litri gadā. Pirmais koka-etanola rūpnīca ASV ir plānota 2008. gadā ar sākotnējo jaudu 75 miljoni litri gadā.

Biodegvielas ražošana no pārtikas blakusproduktiem

Biodegvielu var ražot no atkritumiem un blakusproduktiem pārtikas rūpniecībā, lai nodrošinātu videi ilgtspējīgu degvielas piegādi un samazinātu atkritumu apglabāšanas izmaksas. Arvien vairāk ASV biodīzeļdegvielas produkciju izgatavo no pārstrādātas restorānu eļļas.

Biodegvielas subsīdiju un tarifu pārtraukšana

Izbeidzot subsīdijas un tarifus, tiktu veicināta ilgtspējīga un globāla biodegvielas tirgus attīstība. ASV etanola tarifu un dažas ASV etanola subsīdijas pašlaik paredzēts izbeigt nākamajos pāris gados. ES ir plānots pārdomāt to biodegvielu direktīvu sakarā ar vides un sociālajām problēmām. Vācija pārtrauca subsidēt biodīzeļdegvielu 2008. gada 1. janvārī.

Samazināt lauksaimniecības zemju rezerves

Dažās valstīs ir programmas, kas paredz lauksaimniecības zemes saglabāt rezervē. Pašreizējā krīze ir mudinājusi izstrādāt priekšlikumus, lai panāktu dažu rezervju lauksaimniecības zemju nodošanu atpakaļ ekspluatācijā. Amerikāņu maiznieku asociācija ir ierosinājusi samazināt lauksaimniecības zemes, kas atrodas ASV *Conservation Reserve Program*. Pašlaik ASV ir 140 000 km² zemju šīs programmas ietvaros. Eiropā aptuveni 8% no lauksaimniecības zemes ir apgrūtināta lauksaimnieciskās darbības veikšanai. Lauksaimnieki ir ierosinājuši atbrīvot visas šīs zemes lauksaimniecībai.

Ilgtspējīgas biodegvielas ražošana

Otrās paaudzes biodegviela tagad tiek ražota no celulozes speciālās enerģijas kultūrām (piemēram, zālaugi), mežsaimniecības materiāliem, blakusproduktiem no pārtikas ražošanas, kā arī sadzīves atkritumiem. Ražojot biodegvielu atbildīgi, varētu palīdzēt atrisināt atkritumu problēmas Rietumu sabiedrībā un var radīt jaunas darba vietas. Biodegvielas ražošanas attīstība piedāvā iespēju reālai tirgus konkurencei un naftas cenu samērojamību. Saskaņā ar *Wall Street Journal*, ja netiktu ražota biodegviela, jēlnaftas cenas būtu par 15% augstākas un benzīns būtu par 25% dārgāks.

Secinājumi

Ir grūti precīzi noteikt, cik liela ir naftas cenu un biodegvielas ietekme uz pārtikas preču izmaksām, un tam, visticamāk, arī nav izšķiroša nozīme. Preču ražošanas cena parasti ir apmēram viena piektā daļa no kopējām izmaksām pārtikas patērētājiem – papildus nāk klāt transportēšana, iepakojšana un darbs, reklāma.

Runājot par piedāvājumu, nafta ir neparasta prece, jo lielāko daļu naftas rezervju kontrolē valsts uzņēmumi, kas uz tirgus svārstībām nereaģē tāpat kā parastie uzņēmumi – t.i. tie automātiski nepalielina izlaidi līdz ar cenu celšanos. Daži no šādiem uzņēmumiem un to īpašnieces - valdības, ir apmierinātas ar to, ka papildu peļņu no augstajām cenām var turēt bankā. Viņiem nav stimula uzkrāt vēl vairāk naudas, jo jau tā tik tikko spēj investēt un iztērēt to pašu, kas viņiem jau ir. Tas ir daļējs iemesls tam, kāpēc Saūda Arābija un Katara, līdztekus citām valstīm, ir paziņojušas par to, ka palēninās vai apturēs savus ekspansijas projektus. Tādējādi neizbēgami pieaugs arī pārtikas produktu cenas.

Lauksaimniecības cenu pieaugumam var būt arī ekonomiskās priekšrocības, jo īpaši nabadzīgajiem iedzīvotājiem lauku teritorijās. Biodegvielas ražošana, iespējams, var veicināt lielākus ienākumus šiem cilvēkiem.

Zinātnieks *Pols Krugmans* galveno problēmu saskata lēmumā pāriet uz bioloģisko degvielu, kas galvenokārt ir etanols (spirits). Valdības subsīdijas esot novedušas pie tā, ka lauksaimnieki atsakās audzēt graudaugus. Izņēmums ir kukurūza. Valdības ņēmušas vērā neatkarīgu biologu, fiziķu un ķīmiķu viedokļus, kas norādīja, ka spirta ražošanai nepieciešams vairāk enerģijas, nekā sadegot rada pats etanols. Tāpēc atmosfēras piesārņošana tikai palielināsies. Arī Brazīlijā, kur etanolu ražo nevis no kukurūzas, bet no cukurniedrēm, arvien vairāk uz

mežu izciršanas rēķina paplašina cukurniedru plantācijas, kas vēl vairāk palielina globālās sasilšanas iespējamību. Eksperti prognozē, ka gandrīz puse no pasaules sugu augiem, dzīvniekiem un mikroorganismiem tiks iznīcinātas vai nopietni apdraudētas nākamajos 25 gados iznīcinot lietus mežus.

2007. gada oktobrī, Nobela balvas ieguvējs ķīmiķis *Paul Crutzen* teica, ka slāpekļa mēslojums, ko izmanto etanola un biodīzeļdegvielas kultūru ražošanas procesā noved pie augsta līmeņa atmosfēras slāpekļa dioksīda, siltumnīcefekta gāzu, pieaugumu, kas kaitē 296 reizes vairāk nekā CO₂.

Joprojām ir jāveic nopietna izpēte, lai noteiktu labāko izejvielu etanola vai citas biodegvielas ražošanai. Etanols, kas ražots no kukurūzas vai graudiem, nav jūtami samazinājis siltumnīcefekta gāzu emisijas. Tomēr līdz šim Brazīlijas un Indijas piemēri liecina, ka cukurniedres ir labākās izejvielas etanola ražošanai.

Sevišķi nepieciešams uzlabot lauksaimniecības produktivitāti visā pasaulē. Ja tādas valstis kā Indija un Ķīna, kam ir lielas platības ar lauksaimniecības zemi, palielinātu produktivitāti līdz līmenim, ko panāk attīstītajā pasaulē, tad būtiski samazinātos pārtikas trūkums, vienlaikus radot pietiekami daudz brīvu lauksaimniecības zemju graudaugu kultivēšanai, no kā varētu ražot zaļo biodegvielu, piemēram, etanolu vai biodīzeļdegvielu. Dažas no nācijām, kas ir noraidījušas ģenētiski modificētas kultūras audzēšanu, kas ir izturīgāka pret klimata pārmaiņām, sausumu un kaitēkļiem ir starp tām, kas saskaras ar izteiktu pārtikas trūkumu.

Nobeigumā jāatzīmē, ka pārtikas produktiem sasniedzot rekordaugstu cenu līmeni 2008. gada jūnijā, kukurūzas cenas samazinājās par 50% līdz 2008. gada oktobrim un strauji samazinājās arī citām precēm, ieskaitot eļļu. Kā uzskata eksperti, tad galvenais iemesls pārtikas un citu cenu kāpumam bija spekulatīvais “burbulis”, kad bija liels *future* pozīciju apjoms.

2. Biodegvielas ražošana un pārtikas cenas Latvijā

Lai noteiktu ražošanas apjomu izmaiņu ietekmi uz produktu cenām, jāizvērtē attiecīgo tirgu fundamentālo faktoru - pieprasījuma un piedāvājuma attīstība, jo tie ir galvenie cenu līmeni ietekmējošie faktori.

Pieprasījums un piedāvājums savukārt ir atkarīgi no attiecīgo tirgu struktūras un attīstības. Pastāv iespēja, ka valsts ir attiecīgā produkta neto eksportētāja (eksports pārsniedz importu), neto importētāja (imports pārsniedz eksportu), vai arī valstī produkts netiek ražots vispār, un pastāv pilna atkarība no importa.

Pēdējā gadu laikā Latvija ir graudu un enerģētisko kultūraugu neto eksportētāja, un pašnodrošinājuma līmenis ir augsts. Tomēr, palielinoties enerģētisko kultūraugu ražošanas apjomiem, pārējo graudaugu ražošanas apjomi var samazināties. Turklāt ES-27 valstīs kopējās graudaugu platībās enerģētisko kultūraugu īpatsvars pārsniegs attiecīgo Latvijas rādītāju, jo palielināsies arī kukurūzas, sojas un citu graudaugu un eļļas kultūru ražošana bioenerģijai.

Šādam procesam būs netieša, bet ievērojama ietekme uz Latvijas tirgu, jo Latvijas pašnodrošinājums ar eļļas augiem un augu eļļu nepārsniedz 3%.

Kā atsevišķs faktors ir aplūkojama subsīdiu ietekme uz enerģētisko kultūraugu cenām, un sekojoši uz pārtikas produktu un izejvielu cenām. Ņemot vērā šos faktorus, iespējams noteikt novērtējuma struktūru:

1. Latvijas graudaugu vietējā un eksporta tirgus iespējamā attīstība (platības, vidējās ražas, kopražas, vietējais pieprasījums, eksporta pieprasījums, pārstrādes pieprasījums, graudaugu bilances, cenas).
2. Latvijas eļļas augu un eļļu importa tirgus iespējamā attīstība (vietējais pārtikas pieprasījums, vietējais pārstrādes pieprasījums, cenas).

Tā kā līdz šim enerģētisko kultūraugu audzēšanas ietekme uz pārtikas cenām Latvijā nav padziļināti analizēta, tad ietekmes novērtēšanā par pamatu tiek ņemti ārvalstīs veikti līdzīgie pētījumi. Var izvirzīt pieņēmumu, ka Latvijas kā mazas un atvērtas ekonomikas apstākļos, pārtikas produktu un izejvielu cenu izmaiņas lielākā mērā ir atkarīgas no preču cenu svārstībām Pasaules tirgū, nekā no ražošanas apjomu izmaiņām iekšzemē. Tādēļ šajā pētījuma sadaļā tiek sniegts ieskats par enerģētisko kultūru audzēšanas atstāto ietekmi uz pārtikas produktu un izejvielu cenām globālo ekonomisko procesu kontekstā.³⁰

Lai analizētu iespējamo enerģētisko kultūraugu iespējamās audzēšanas ietekmes novērtējumu uz pārtikas produktu un izejvielu cenām Latvijā, jāņem vērā esošā situācija Latvijā.

Latvija pēc savas atrašanās vietas ir uzskatāma par valsti, kurā nav labvēlīgi apstākļi lauksaimniecībai – ja, piemēram, Ēģiptē gada laikā var ievākt 3 ražas, tad Latvijā ir iespējams tikai ievākt vienu reizi. Tā kā Latvija ir ļoti maza valsts pasaules kontekstā, tad, analizējot pārtikas produktu cenu izmaiņas, vairāk būtu jāņem vērā globālās tirgus tendences.

Pārtikas cenas ietekmē:

- Iedzīvotāju skaita pieaugums
- Energo resursu izmaksu pieaugums
- Iedzīvotāju dzīves stila maiņa (aizstājot rīsus uzturā ar gaļu, piemēram)
- Pieejamās brīvās zemes lauksaimniecībai
- Modernākas lauksaimniecības tehnoloģijas ieviešana u.c.

Pirmie četri faktori izraisa pārtikas cenu kāpumu un pēc starptautisko ekspertu atzinuma tie ir uzskatāmi par vienu no galvenajiem iemesliem, kāpēc pēdējos gados ir augusi pārtikas produktu cena. Tikai pēdējais faktors – modernākas un efektīvākas lauksaimniecības ieviešana sekmē pārtikas produktu cenu krišanos.

2009. gada 22.janvārī Ventspilī svinīgi atklāja Baltijā lielāko biodīzeļdegvielas ražošanas kompleksu Bio-Venta. Ražotne Bio-Venta ir viens no pēdējās desmitgades vērienīgākajiem investīciju projektiem Latvijā, kurš realizēts ar 100 % pašmāju kapitālu. Rūpnīcas Bio-Venta sākotnējās tehnoloģiskās ražošanas jauda būs 100 000 tonnu biodīzeļdegvielas gadā, kas spēj nodrošināt 1/7 daļu no visa Latvijas dīzeļdegvielas gada patēriņa, vai nodrošināt ar Latvijai trim gadiem nepieciešamo Eiropas Parlamenta un padomes direktīvas noteikto obligāto biodīzeļdegvielas patēriņu. Komplekss sastāv no rapša un rapša raušu uzglabāšanas un pārkraušanas elevatora, rapša eļļas presēšanas ceha, biodīzeļdegvielas ražošanas ceha un

biodīzeļdegvielas un augu eļļas pārkraušanas termināla. Sākotnēji tiks pārstrādātas aptuveni 100 000 tonnu rapšu sēklas gadā. Vismaz 80 % no saražotās biodīzeļdegvielas produkcijas, kura pat pārsniedz ES kvalitātes standarta prasības, tiks eksportētas uz Eiropas Savienības valstīm. Atlikušie 20 % tiks izmantoti iekšējam tirgum, piegādājot produkciju Latvijas degvielas mazumtirgotājiem un vairumtirgotājiem. Uzņēmuma jaudas būs aptuveni 0.2% no kopējās pasaules jaudas, toties Latvijā uzņēmums būs noteicošais spēlētājs, jo viens pats patērēs vairāk kā pusi no visas rapša ražas (pēc 2007. gada apjoma). Attīstoties šādām rūpnīcām rodas jautājums par biodegvielas ražotnes ietekmi uz pārtikas cenām Latvijā.

Īpaši aktuāli tas ir, ja tiek skatīts Latvijas lauksaimniecības attīstības konteksts kopš 1990. gada, kad lauksaimniecības produkcijas apjoms ir būtiski samazinājies. Samazinoties ražošanas apjomiem, ir kritusies lauksaimnieku konkurētspēja un Latvija arvien vairāk paliek atkarīga no globālajām pārtikas cenu svārstībām pasaulē. Pētījuma sadaļā par Latviju tiek modelēta situācija, ka Latvija ir izolēta valsts un nenotiek imports-eksports, jo brīvās tirgus ekonomikas apstākļos graudaugu vai piena produktu iztrūkumu ir ļoti viegli kompensēt, ievēdot iztrūkstošo produkciju no ārzemēm. Līdzīgi produkcijas pārpalikumu lauksaimnieki visticamāk izvēlēties eksportēt uz kaimiņu valstīm, nevis pārdot vietējā tirgū par stipri zemākām cenām.

2.1. Pārtikas cenu palielinošie faktori

2.1.1. Iedzīvotāju skaita pieaugums un dzīves stila maiņa

Iedzīvotāju skaita pieaugums tiek uzskatīts par globālo iemeslu, kāpēc pieaug ilgākā laikā periodā pārtikas produktu cenas un rodas to iztrūkums. Latvijā pēdējo 20 gadu laikā ir novērojama pretēja tendence un iedzīvotāju skaits ir būtiski samazinājies par 15% neņemot vērā tos iedzīvotājus, kas uz īsāku vai ilgāku laiku ir izbraukuši strādāt uz ārzemēm. Sekojoši, nemainoties pārējiem faktoriem, pārtikas cenām Latvijā šī faktora ietekmē vajadzētu samazināties. Pēc Pasaules Bankas un citu institūciju prognozēm iedzīvotāju skaits turpinās samazināties arī nākotnē un nav sagaidāms, ka lauksaimniekiem varētu sagādāt problēmas saražot produkciju vietējam tirgum un vēl sākt ražot biodegvielu.

Tabula 2.1.1. Pārtikas produktu patēriņš (kg vidēji uz 1 mājāsaimniecības locekli gadā)

	2002	2003	2004	2005	2006
Maize un labības izstrādājumi, pārrēķināti miltos	80	77	73	73	66
Gaļa un gaļas produkti, pārrēķināti svaigā gaļā	69	74	78	81	81
Zivis un zivju produkti, pārrēķināti svaigās zivīs	18	17	16	16	15
Piens un piena produkti, pārrēķināti pienā	332	335	323	324	312
Taukvielas	16	15	15	15	14
Olas, ieskaitot izlietotās pārtikas izstrādājumos, gab.	231	223	229	234	239
Augļi un ogas, pārrēķināti svaigos augļos un ogās	64	63	62	71	68
Dārzeņi, pārrēķināti svaigos dārzeņos	99	95	90	93	85
Kartupeļi	117	111	97	104	99
Cukurs, ieskaitot izlietoto pārtikas izstrādājumos	30	29	27	29	28

Avots: www.csb.lv

Kā jau secināts iepriekš, globāli pārtikas cenas ietekmē arī iedzīvotāju diētas izmaiņas. Kā redzams no 12.1.1. tabulas, tad pēdējo 5 gadu laikā ir samazinājies graudu patēriņš, bet pieaudzis dzīvnieku izstrādes produkcijas patēriņš, izņemot piena produktus. Pēc datiem

sanāk, ka Latvijā graudu patēriņš ir samazinājies par 14 kg uz 1 mājsaimniecību gadā, bet, ja aprēķinos ņem vērā arī to, ka ir pieaudzis patērētais gaļas apjoms, tad faktiski Latvijas mājsaimniecība pēdējos 5 gados ir sākusi patērēt par 70 kg graudu vairāk.

Iedzīvotāju skaita samazināšanās rezultātā ir samazinājies pieprasījums pēc graudu produktiem par 32 tūkstošiem tonnām graudu. Taču ņemot vērā, ka, lai saražotu 1kg liellopu gaļu ir nepieciešami 7 kg graudu un, ņemot vērā iedzīvotāju diētas izmaiņu pēdējos piecos gados, var secināt, ka neto bilance graudu patēriņam Latvijā ir pieaugusi par 31 tkst. tonnām, tas ir – ir nepieciešams saražot vairāk graudus lai apmierinātu Latvijas iedzīvotāju pieprasījumu pēc pārtikas. Tomēr prognozējot, ka arī turpmāk samazināsies iedzīvotāju skaits, tad ap 2027. gadu faktiski graudu patēriņš Latvijā samazināsies par 286 tūkstošiem tonnu, jeb tas varētu būt aptuveni 95 tūkstoši hektāri graudu sējumu vai 8% no esošo sējumu platības

2.1.2. Energoresursu un citu izmaksu pieaugums

Skatoties pārtikas cenas globāli, tās ilglaicīgi ir bijušas stabilas un pat samazinājušās, tomēr kā jau iepriekš tika konstatēts, tad produkcijas ražošanas izmaksas attīstītajās valstīs nepārsniedz 20% no kopējās gala cenas pircējam. Prognozējot pārtikas cenu izmaiņas nākotnē, ir svarīgi saprast vispārējo cenu līmeņa izmaiņu. Latvijā pēdējos gados ir fiksēta lielākā inflācija Eiropas Savienībā, kas ietekmējot citus sektorus, atstāj būtisku iespaidu arī uz pārtikas cenām.

Tabula 2.1.2. Cenu indeksi (1995=100)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Patēriņa cenu indekss	100	118	128	134	137	140	144	147	151	160	171	182	201	232

Avots: www.csb.lv

Naftas jomā Rietumu valdības ir pazīstamas ar savu ietekmes trūkumu uz piedāvājumu, lai gan, būdamas lielas patērētājas, tās varētu ietekmēt pieprasījumu. Tomēr, lai izmainītu pieprasījumu, ir nepieciešams mainīt to, kā tautsaimniecībā tiek izmantota enerģija, un šādas izmaiņas ir atkarīgas no inovācijām un jauno tehnoloģiju pielietojuma.

Tabula 2.1.3. Atsevišķu produktu vidējās mazumtirdzniecības cenas (lati par 1kg)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Liellopu gaļa	1.30	1.52	1.55	1.57	1.46	1.43	1.61	1.62	1.51	1.62	1.87	2.09	2.25	2.61
Piens, par 1 litru	0.23	0.26	0.26	0.25	0.23	0.22	0.23	0.24	0.24	0.30	0.35	0.39	0.46	0.59
Augstākā labuma kviešu milti	0.30	0.36	0.36	0.34	0.32	0.31	0.31	0.30	0.29	0.30	0.30	0.30	0.35	0.50
Rudzu-kviešu maize	0.26	0.31	0.33	0.33	0.33	0.32	0.30	0.31	0.30	0.31	0.34	0.39	0.49	0.67
Benzīns A-95, par 10 litriem	...	2.50	3.00	3.12	3.42	3.89	3.83	3.78	4.02	4.52	5.58	6.01	6.30	7.13
Elektroenerģija, par 100 kwh	1.79	3.10	3.59	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	4.50	4.50	4.75	5.10	6.60

Avots: www.csb.lv

Tabula 2.1.4. Lauksaimniecības produkcijas iepirkuma cenas (latos par 1 tonnu)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Graudi	63	88	74	61	58	61	58	58	62	65	60	73	124
Lauksaimniecības dzīvnieki	502	571	592	579	480	541	656	583	460	514	600	627	608
Piens	86	97	93	91	81	87	96	94	96	131	155	163	183

Avots: www.csb.lv

Kā redzams no tabulām, kamēr gala cena pārtikas produktiem pēdējo 15 gadu laikā ir pieaugusi aptuveni 3 reizes, lauksaimniecības produkcijas iepirkuma cenas nav tik būtiski pieaugušas, turklāt lauksaimniecības dzīvnieku iepirkuma cenas ir pieaugušas tikai par 20%. Tas pierāda, ka **pārtikas cenas veikalos daudz vairāk ietekmē citi faktori**, nevis saražotās produkcijas pašizmaksa vai apjoms. Uzskatāms piemērs Latvijā ir piena produkti, kad ražošanas cenas pienam var samazināties 2 reizes, bet tas faktiski neatstāj būtisku iespaidu uz piena produktu gala realizācijas cenu veikalos. Var teikt, ka, pieaugot lauksaimniecības produktu ražošanas cenām par 100%, gala produktu cenas veikalos varētu paaugstināties tikai par 15% līdz 30%. Otrā virzienā tā tendence ir vēl mazāk elastīga – samazinoties lauksaimniecības produkcijas izejvielu cenām uz pusi, gala cenas veikalos samazināsies par 5% līdz 10%, jo ražotājs un pārdevējs nebūs ieinteresēts samazināt cenu, ja produkcijai pie lielākām cenām ir pieprasījums.

2.1.2. Pieejamās brīvās zemes lauksaimniecībai

Pasaules kontekstā ekspertu piedāvātais risinājums ir atļaut veikt lauksaimniecību brīvajās zemēs, kas ir iekonservētas. Ja salīdzinām situāciju Latvijā, tad ir redzams, ka Latvijā konstanti pieaug lauksaimniecībā izmantojamo zemju izmantošana pēdējos 8 gados, tomēr joprojām gandrīz 40% no pieejamām zemēm nav apstrādāta.

**Tabula 2.1.5. Zemes kopplatība un tās sadalījums pēc zemes lietošanas mērķiem
(tūkst. hektāru)**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Visa zeme (neieskaitot iekšzemes ūdeņus)	6 229	6 229	6 229	6 229	6 229	6 229	6 224	6 225
izmantotā lauksaimniecībā izmantojamā zeme	1 587	1 582	1 596	1 582	1 642	1 734	1 855	1 839
..arāmzeme	970	958	973	956	1 009	1 092	1 205	1 188
..ilggadīgie stādījumi	12	12	12	12	12	13	13	10
..pļavas un ganības	606	611	610	613	621	629	637	641
neizmantotā lauksaimniecībā izmantojamā zeme – meži	2 852	2 868	2 862	2 877	2 886	2 904	2 918	2 929
pārējā neizmantotā lauksaimniecībā izmantojamā zeme	1 790	1 779	1 772	1 770	1 701	1 591	1 451	1 457

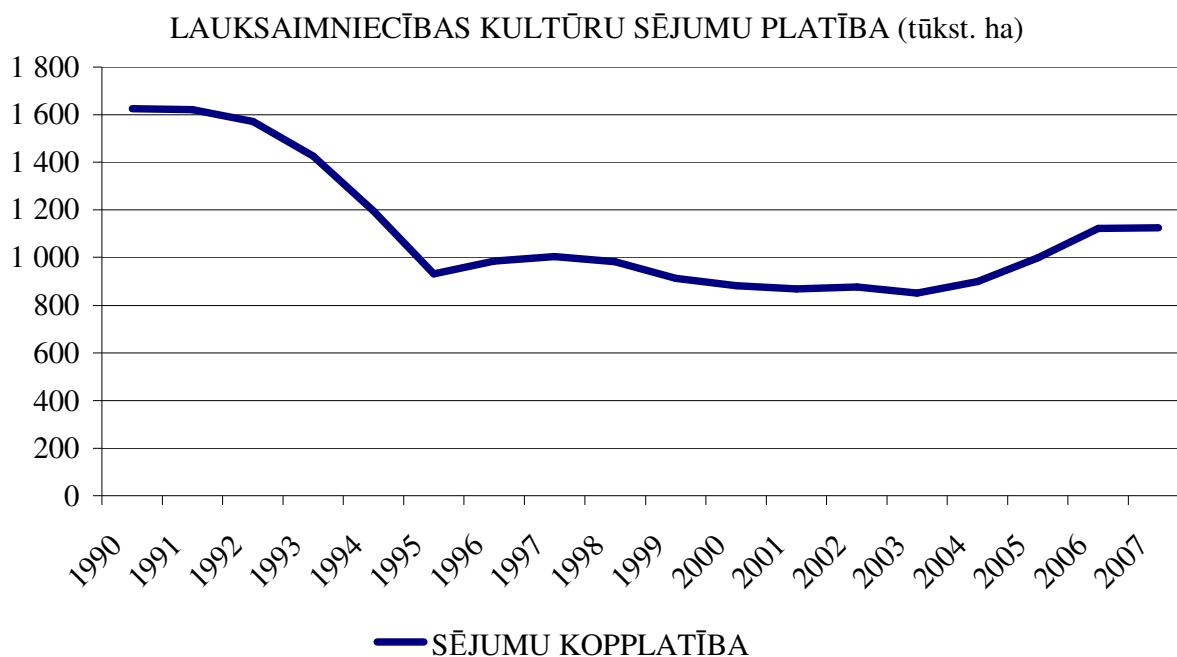
Avots: www.csb.lv

Pieaugošais lauksaimniecībā izmantojamo zemju platība liecina, ka Latvijā ir liels pieprasījums pēc lauksaimniecības produktiem un pamazām tiek izmantotas vairāk zemes, tomēr, kā redzams no 2.1.5.tabulas, tad Latvijā joprojām ir ļoti daudz neizmantotu zemju. Skatoties sīkāk pēc kultūras sējumu platības ir redzams, ka Latvijā joprojām par 25% atpaliekam no kultūras sējumu platības, kāda tā bija 1990. gadā. Latvijā, atbalstot biodegvielas ražošanu, tiktu sekmēts neizmantoto zemju apgūšana un apstrādāšana, kas palielinātu lauksaimnieku dzīves līmeni. Pēc aptuvenām aplēsēm, lai saražotu nepieciešamo biodīzeļdegvielas apjomu Latvijā būtu nepieciešams ar rapsi apsēt papildus 1,4 miljonus hektārus, kas sastādītu aptuveni 100% no pašlaik pieejamās brīvās zemes platības.

Aprēķins ir veikts, balstoties uz centrālās statistikas datiem, saskaņā ar kuriem 2007. gadā kopējais dīzeļdegvielas un krāšņu kurināmā patēriņš Latvijā bija 973 tūkstoši tonnu. Ņemot par pamatu jauno rapša pārstrādes rūpnīcu Ventspilī, kas no 3 tonnām rapša iegūs aptuveni 1 tonnu biodīzeļdegvielu, būs vajadzīgas 2,919 miljoni tonnu rapša. Ar esošo ražību 19,8 centneri no hektāra, būs nepieciešams 1,474 miljoni hektāru, lai saražotu tādu apjomu rapša. Taču, ja Latvijā izdotos sasniegt 50-70 centnerus no hektāra, tad nepieciešamās sējumu platības strauji samazinātos.

Tabula 2.1.6.

Dīzeļdegvielas un krāšņu kurināmā patēriņš Latvijā, tonnas	1	973 000
Rapša patēriņš saražojot vienu vienību biodīzeļa	2	3:1
Vidējā rapša ražība Latvijā 2007. gadā (tonnas no hektāra)	3	1.98
Optimālā rapša ražība (tonnas no hektāra)	4	5
Nepieciešamā sējuma platība, lai saražotu biodīzeļdegvielu:		
☐ Ar vidējo rapša ražību (ha) [% no neizmantotās platības]	$5 = 1 * 2 / 3$	1 474 242 [101%]
☐ Ar optimālo rapša ražību (ha) [% no neizmantotās platības]	$6 = 1 * 2 / 4$	583 800 [40%]



Attēls 2.1.2.

Avots: www.csb.lv

Var secināt, ka nav sagaidāms, ka biodegvielas ražošana sākuma posmā konkurēs ar lauksaimniecības ražošanu, bet ilgākā laika periodā tas varētu būt stimulējošs faktors intensīvākās lauksaimniecības attīstībai Latvijā ar augstāku pievienoto vērtību. Esošā sistēma, kad ir pieejamas ļoti daudz neizmantotas lauksaimniecībā zemes nestimulē ieviest efektīvākas metodes. No efektivitātes kāpuma iegūtu visi – gan lauksaimnieki, gan ražotāji un arī patērētāji.

2.1.2. Pārtikas preču eksports

Skatoties uz patēriņu, ņemot vērā, ka Latvija ir atvērta ekonomika, ir jāņem vērā globālās tendences. Jo lielākas cenas ir ārpus Latvijas, jo vairāk tās tiks eksportētas un kas galu galā izraisīs cenu palielināšanos arī Latvijā.

Tabula 2.1.7. Svarīgākās lauksaimniecības preces eksportā

	Tūkst. Latu (salīdzināmās cenās)							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Dzīvī dzīvnieki; dzīvnieku izcelsmes produkti	19 428	24 299	23 704	27 993	46 767	71 039	115 343	149 409
svaigas, atdzesētas vai saldētas zivis	5 876	9 489	9 913	10 808	12 171	16 108	21 517	26 793
piens, krējums un piena produkti, izņemot sviestu, sieru un biezpienu	5 620	3 225	2 971	1 452	8 498	16 142	38 704	52 298
Sviests	2 432	1 953	2 036	2 764	5 102	5 007	5 132	6 416
siers un biezpiens	3 524	7 591	6 734	10 018	13 200	22 509	24 232	29 264
Augu valsts produkti	5 638	13 960	18 811	25 281	27 217	76 556	67 570	110 730
kvieši un kviešu un rudzu	213	5 345	7 282	11 782	5 901	28 986	17 166	28 899

maistījums								
Pārtikas rūpniecības ražojumi	40 121	72 459	100 783	94 104	132 382	200 088	245 153	314 061
gatavie zivju, vēžveidīgo, molusku produkti un konservi	11 359	30 285	34 452	30 813	36 371	55 108	63 046	48 129
šokolāde un citi pārtikas produkti, kas satur kakao	1 804	2 537	3 287	3 842	5 437	7 829	8 490	10 567
bezalkoholiskie dzērieni ar saldinātāji vai aromātisko vielu piedevu	1 561	2 248	3 065	5 598	7 008	8 849	10 208	13 386
Degvīns	766	766	1 431	14 560	16 606	18 245	18 095	24 875

Avots: www.csb.lv

Centrālās statistikas pārvaldes dati liecina, ka 2008.gada janvārī – septembrī lauksaimniecības un pārtikas produktu eksports faktiskajās cenās sasniedza 508,9 milj. latu (15,1% no kopējā eksporta apjoma) salīdzinājumā ar 401,6 milj. latu iepriekšējā gada atbilstošajā periodā. 2008. gada janvārī – septembrī lauksaimniecības un pārtikas produktu imports faktiskajās cenās sasniedza 733,7 milj. latu (12,9% no kopējā importa apjoma) salīdzinājumā ar 623,0 milj. latu iepriekšējā gada atbilstošajā periodā. Negatīvā tirdzniecības bilance tomēr norāda, ka Latvijā netiek pilnībā izmantotas visas lauksaimniecības iespējas, jo imports ir par 45% lielāks nekā eksports.

Kā redzams no statistikas datiem, tad ir novērojama tendence, ka pakāpeniski pieaug graudu produktu eksports, kas liecina par to, ka Latvijā mēs saražojām vairāk nekā spējam paši patērēt. Arī piena produkciju Latvija eksportē vairāk nekā importē. Salīdzinot datus ar svarīgākajām precēm importā redzams, ka Latvijā vairāk importē dzīvnieku izcelsmes produktus, tomēr neto starpība nav tik liela. No statistikas ir redzams, ka Latvijā ir mazattīstīta pārstrādes rūpniecība, jo lielākais tirdzniecības deficīts veidojas pārtikas rūpniecības ražojumu jomā. Var diezgan droši teikt, ka uzsākot Latvijā biodegvielas ražošanu, tas neatstās tik lielu iespaidu uz pārtikas cenām, jo jau tagad ļoti daudz Latvijā tiek ievests no ārzemēm un tas strādā kā cenu stabilizējošs faktors.

Tabula 2.1.8. Svarīgākās lauksaimniecības preces importā

	Tūkst. Latu (salīdzināmās cenās)							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Dzīvi dzīvnieki; dzīvnieku izcelsmes produkti	36 033	53 895	64 723	69 050	82 731	112 778	140 770	165 116
svaiga atdzesēta vai saldēta liellopu gaļa	2 315	3 336	3 492	3 219	3 541	3 843	2 827	3 703
svaiga atdzesēta vai saldēta cūkgaļa	4 060	7 144	9 912	12 443	16 720	26 757	30 055	30 279
atdzesēta vai saldēta mājputnu gaļa	4 928	7 788	10 342	12 733	14 805	16 849	17 247	21 807
svaigas atdzesētas vai saldētas zivis	10 004	13 080	12 955	12 432	13 255	23 349	28 308	37 732
Piens, krējums un piena produkti	6 674	9 359	10 923	13 094	14 877	21 402	33 811	40 720
Augu valsts produkti	77 061	73 389	82 217	87 473	105 793	131 168	153 444	196 779
kafija, kafijas aizvietotāji	12 343	9 997	10 434	10 962	11 290	14 067	18 271	19 529
Tauki un eļļa	17 246	19 787	22 676	23 890	27 798	28 763	33 144	34 920
Pārtikas rūpniecības ražojumi (ieskaitot alkoholiskos un	115 197	135 648	165 254	180 656	229 003	293 759	379 242	475 475

bezalkoholiskos dzērienus un tabaku)								
Margarīns	5 599	5 585	5 647	6 277	6 487	6 323	5 976	6 658
Cukurs	720	995	1 170	1 741	2 586	6 180	7 680	14 624
šokolāde un citi pārtikas produkti, kas satur kakao	8 129	9 360	10 370	11 842	15 832	18 737	21 960	24 603
kafijas ekstrakti esences koncentrāti un to produkti	6 755	5 810	5 998	6 497	8 072	10 859	11 266	11 151
bezalkoholiskie dzērieni ar cukura citu saldinātāji vai aromātisko vielu piedevu	4 655	5 821	6 795	8 577	7 093	11 971	16 351	23 252
dabiskie vīnogu vīni	9 612	8 851	9 098	11 306	12 018	15 296	30 813	33 360

Avots: www.csb.lv

Importētā pārtikas produkcija faktiski Latvijā tiek ieviesta no Eiropas Savienības.

Tabula 2.1.9. Svarīgākās preces Latvijas importā, faktiskajās cenās

Prece	2007.g. I-VI		2008.g. I-VI	
	milj. latu	% no kopējā apjoma	milj. latu	% no kopējā apjoma
Dīzeļdegviela	131,5	3,5	186,8	5,0
Dabasgāze	83,9	2,2	110,3	2,9
Piens un piena produkti	19,7	0,5	25,1	0,7
Svaigas, atdzesētas vai saldētas zivis	15,0	0,4	21,8	0,6
Svaiga, atdzesēta vai saldēta cūkgaļa	13,9	0,4	19,1	0,5
Mazuts	11,4	0,3	13,3	0,4
Atdzesēta vai saldēta mājputnu gaļa	10,2	0,3	10,3	0,3
Dabiskie vīnogu vīni	16,1	0,4	9,5	0,3

Avots: www.csb.lv

2008.gada janvārī - jūnijā nozīmīgākā daļa (76,3%) Latvijas importā bija ievējumam no Eiropas Savienības valstīm, tam sekoja imports no NVS valstīm – 15,4% (tai skaitā no Krievijas 9,8%). Lai novērtētu lauksaimniecības nozares attīstību ir jāapskata arī eksporta apjomi. Līdzīgi kā ar importu, arī eksportam 2008.gada janvārī - jūnijā nozīmīgākā daļa (74,8%) bija izveidumam uz Eiropas Savienības valstīm, tam sekoja eksports uz NVS valstīm – 14,5% (tai skaitā uz Krieviju 9,9%).

Tabula 2.1.10. Svarīgākās preces Latvijas eksportā, faktiskajās cenās

Prece	2007.g. I-VI		2008.g. I-VI	
	milj. latu	% no kopējā apjoma	milj. latu	% no kopējā apjoma
Zāģmateriāli	172,4	9,0	110,6	5,0
Apalkoki	68,7	3,6	71,3	3,2
Koka izstrādājumi	62,8	3,3	60,0	2,7
Finieris un saplāksnis	50,0	2,6	55,5	2,5
Kurināmā koksne	45,6	2,4	45,3	2,0
Mēbeles, ieskaitot gultas piederumus	50,3	2,6	41,2	1,9
Papīrs un kartons	25,3	1,3	30,4	1,4
Piens, krējums, citi skābpiena produkti	23,6	1,2	27,5	1,2
Zivju konservi	23,4	1,2	25,8	1,2
Aglomerēta un neaglomerēta kūdra	23,2	1,2	22,6	1,0

Kvieši un kviešu un rudzu maisījums	5,0	0,3	21,4	1,0
Svaigas, atdzesētas vai saldētas zivis	11,8	0,6	18,0	0,8
Siers un biezpiens	10,9	0,6	12,5	0,6
Degvīns	13,4	0,7	12,4	0,6

Avots: www.csb.lv

Ja Latvijas importā dominē dažāda rakstura preces un pārtikas produktu imports nav nozīmīgs, tad eksportā nozīmīgās pozīcijas absolūtajos apmēros sastāda pārtikas produkcija un kokmateriāli, kuru abas grupas var tikt uzskatītas par potenciālajām biodegvielas ražošanas konkurentēm. Kā jau noskaidrojām, tad Latvijā biodegvielas ražošana neatstātu tiešu iespaidu uz pārtikas cenām, tomēr biodegvielas ražošana varētu ietekmēt Latvijas importa un eksporta rādītājus. Biodegvielas ražošana, izmantojot graudus vai koksni, būs ar mazāku pievienoto vērtību, kā saražojot pārtikas izstrādājumus vai mēbeles. Salīdzinot galveno lauksaimniecības produktu ražošanas apjomus redzams, ka Latvija pakāpeniski no izteikta lauksaimniecības produktu importētāja pamazām sāk izlīdzināt savu ārējas tirdzniecības bilanci. Sagaidāms, ka pēc 5 gadiem Latvija eksportēs vairāk lauksaimniecības produktu nekā importē.

Tabula 2.1.11. Neto imports un eksports pa preču nodaļām (tūkst. latu)

	2005	2006	2007	2008
Pavisam	1 978 690	3 085 267	3 739 938	2 616 470
Gaļa un subprodukti	48 934	45 457	49 430	52 796
Piens un piena produkti; olas; dabīgais medus	-22 561	-34 905	-51 742	-32 972
Graudaugu kultūras	-23 940	-21 760	-34 646	-60 658
Dzīvnieku vai augu tauki un eļļas; vasks	23 849	26 206	27 905	33 257
Labības, miltu, cietes un piena izstrādājumi; miltu konditorejas izstrādājumi	8 675	9 954	15 420	15 896
Minerālais kurināmais, nafta un tās pārstrādes produkti	460 926	640 818	691 147	804 817

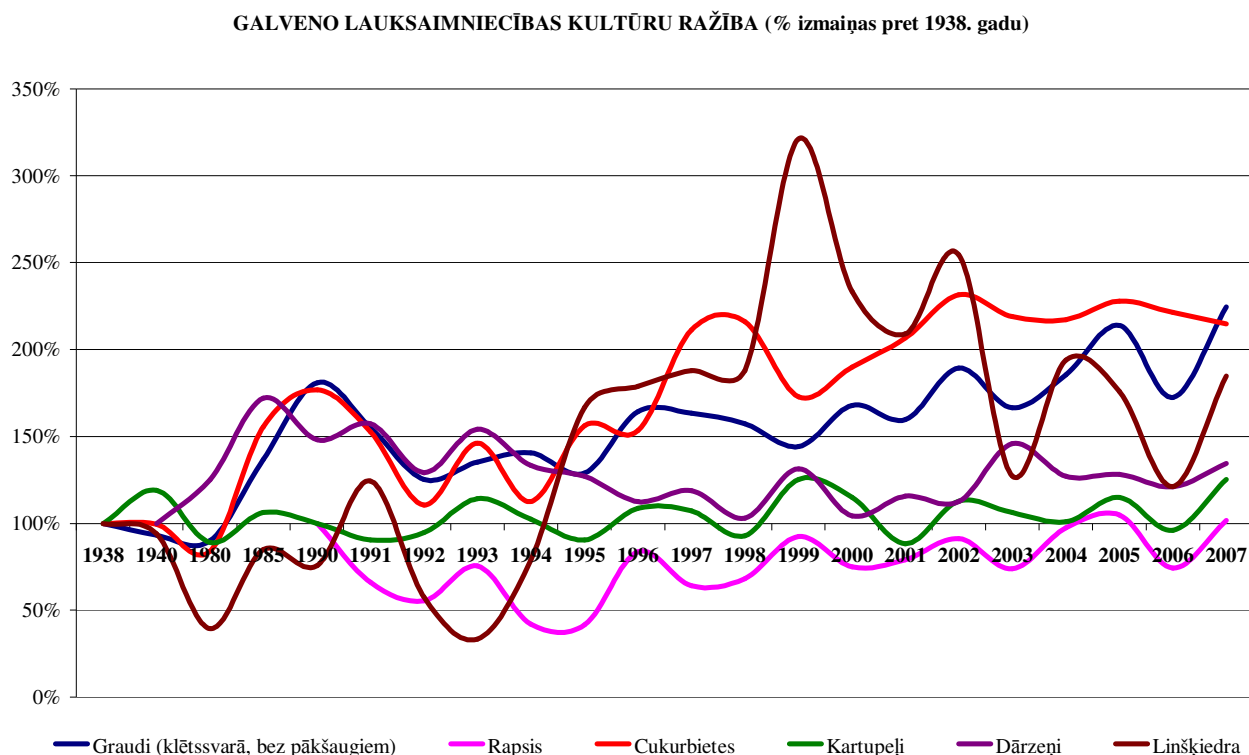
Avots: www.csb.lv

2008. gada 11 mēnešos Latvija importēja minerālo kurināmo, naftu un tās pārstrādes produktus 804 miljoni latu apmērā. Tādējādi, lai pilnībā padarītu Latviju energoneatkarīgu, būtu ļoti būtiski jāpalielina lauksaimniecības efektivitāte un sējumu platība, kas neizbēgami novestu pie vietējās lauksaimniecības produktu iztrūkuma.

2.2. Pārtikas cenu samazinošie faktori

Lai iegūtu pilnīgu kopainu, ir jāņem vērā arī pārtikas cenu samazinošie faktori, kas varētu veicināt sekmīgāku biodegvielas ražošanas attīstīšanos. Faktiski, par galvenajiem faktoriem ir jāuzskata modernāku ražošanas tehnoloģiju ieviešana, kas paredz vairāk izmantot ģenētiski modificētus produktus, kas tiek audzēti, izmantojot mūsdienīgākās lauksaimniecības metodes.

2.2.1. Modernākas lauksaimniecības tehnoloģijas ieviešana u.c.



Attēls 2.2.1.

Avots: www.csb.lv

Skatoties grafiskās izmaiņas, ir redzams, ka Latvijā būtiski ir pieaugusi ražība graudaugu sējumiem un cukurbietēm, kamēr kartupeļu ražība faktiski ir palikusi nemainīga no pagājušā gadsimta 40-jiem gadiem.

Pieaugošā graudaugu ražība nozīmē to, ka ar mazāku sējumu platību var iegūt to pašu produkcijas apjomu. Attiecīgi, Latvijai sasniedzot 1990. gada līmeni, varētu atsākt būtisku lauksaimniecības produktu eksportu.

Ja skatās uz rapša ražību, tad redzams, ka tā apjoms faktiski nav izmainījies kopš 1990. gada, kad tas pamazām tik sāks ieviests Latvijā. Var apgalvot, ka, pirms turpmāk tiktu atbalstīta biodegvielas ražošana no rapša, būtu jāveicina tās ražības celšana un jāizglīto lauksaimnieki. Nespējot lauksaimniekiem saražot pietiekami kvalitatīvu rapša ražu efektīvi, tā nebūs konkurētspējīga ar importētā rapša cenu. Lai Latvijā varētu nopietni uzsākt rapša ražošanu biodegvielas ražošanai, zemniekiem jāizglītojas un jāpalielina rapša ražība no hektāra vismaz divas reizes. Papildus spiediens uz Latvijas lauksaimniekiem var rasties no tā, ka daļa biodīzeļa rūpnīcas Eiropā, kas pārstrādāja rapsi, ir apturējušas savu darbību, un, visticamāk, Latvijā tuvākajos gados varētu parādīties liels daudzums lēta rapša, ko agrāk pārstrādāja, piemēram, Vācijā.

Tabula 2.2.1. Galveno lauksaimniecības kultūru kopraža (tūkst. tonnu)

	Graudi	Rapsis	Cukurbietes	Kartupeļi	Dārzeni
1938	1 317	...	224.0	1 699	...
1940	1 339	...	250.9	2 093	87
1980	811	...	181.6	1 199	200
1985	1 238	...	355.7	1 272	217
1990	1 599	3.8	439.1	1 016	169
1991	1 315	0.9	377.9	944	209
1992	1 143	1.4	462.6	1 167	251
1993	1 231	2.5	298.0	1 272	285
1994	896	1.8	228.2	1 045	233
1995	689	0.9	250.0	864	224
1996	961	1.3	257.8	1 082	180
1997	1 035	0.5	387.5	946	163
1998	959	1.6	597.0	694	120
1999	783	11.7	451.5	796	130
2000	924	10.0	407.7	747	106
2001	928	13.0	491.2	615	159
2002	1 029	32.7	622.3	768	148
2003	932	37.4	532.4	739	217
2004	1 060	103.6	505.6	628	181
2005	1 314	145.7	519.9	658	172
2006	1 159	120.6	473.9	551	174
2007	1 535	196.9	10.8	642	156

Avots: www.csb.lv

Ja salīdzina galveno lauksaimniecības kultūru kopražu redzams, ka faktiskajos apmēros tā ir pat samazinājusies, ja salīdzina ar pirmskara Latvijas datiem vai 1990. gadu. Lai gan ražība ir būtiski pieaugusi, tomēr mazākie apjomi tikai apstiprina jau iepriekš konstatēto, ka Latvija ļoti daudz zemju netiek apstrādātas un veicinot biodegvielas ražošanu valdība atbalstītu lauksaimniecības attīstību. Lai samazinātu cukurfabrikas slēgšanas rezultātā zaudēto tirgus daļu, valdībai būtu jāsekmē vismaz vēl 3 biodegvielas rūpnīcu atvēršanos līdzīgi tai, kāda tik atvērta Ventspilī. Pie tāda scenārija tiktu saglabāts līdzsvars lauksaimniecības produkcijas izlaidē un tas neatstās nekādu iespaidu uz pārtikas cenām. Pie tam, kā rāda pasaules pieredze, zemniekiem gūstot lielākus ienākumus no sējumiem, būs iespēja saražot arī konkurētspējīgāku citu lauksaimniecības produkciju par zemākām cenām.

2.2.2. Pareizās biodegvielas tehnoloģiju izvēle (biodegvielas veidi)

Otrs būtisks faktors, lai noteiktu iespējamo biodegvielas ražošanas ietekmi uz pārtikas cenām, ir izvēlētais metodes un valdības atbalsts katrai no tām. Turpmāk ir uzskaitītas visas esošās un perspektīvās biodegvielas ražošanas metodes un doti katras metodes priekšrocības un trūkumi Latvijas kontekstā, kā arī iespējamā ietekme uz pārtikas cenām ilgtermiņā.

Pirmās paaudzes biodegvielas – Pirmās paaudzes biodegviela ir biodegviela, kas izgatavota no cukura, cietes, augu un arī dzīvnieku taukiem, izmantojot tradicionālas tehnoloģijas. Pamata izejviela bieži ir sēklas vai graudi. Izmantojot šīs izejvielas, tās tiek atrautas no pārtikas ķēdes un, tā kā pasaules iedzīvotāju skaits ir pieaudzis, to lietošanu biodegvielas ražošanai bieži kritizē un norāda, ka tā izraisot pārtikas trūkumu un cenu celšanos.

Zemāk ir uzskaitīti visvairāk izplatītie pirmās paaudzes biodegviela:

Augu eļļa, ko izmanto kā degvielu

Biodīzelis ir visvairāk sastopamā biodegviela Eiropā. Ražo no graudiem.

Etanols ir visvairāk izmantotā biodegviela visā pasaulē, jo īpaši Brazīlijā. Ražo no graudiem, kukurūzas, cukurbietēm, cukurniedrēm, melases un jebkuru cukura vai cietes

Metanols pašlaik tiek ražots no dabasgāzes, ir neatjaunojama dabasgāzes, ir neatjaunojama fosilā degviela. To var arī ražot no biomasas kā biometanolu.

Biogāzi var ražot vai nu no bioloģiski noārdāmiem atkritumiem, vai arī izmantot enerģijas kultūras iepludināt anaerobās baktērijas. Izgāztuvju baktērijas. Izgāztuvju gāze ir mazāk tīrā veidā untāun tā ir spēcīga siltumnīcefekta gāze, ja izplūst atmosfērā

Cietā biodegviela – ražo no koksnes. Piemēri ir koksne, zāģa skaidas, zāles spraudēni, mājāsaimniecības atkritumi, kokogles, lauksaimniecības atkritumu, nepārtikas enerģijas kultūras, un žāvētu kūsmēsli. To var izmantot tiešā veidā kurinot vai pārstrādājot granulās. Lielākā problēma sadedzinot šādu biomasu ir tas, ka tā izgaro daudz piesārņojuma. Pat piesārņojuma. Pat mūsdienu granulu katli rada daudz vairāk piesārņojuma nekā naftas vai gāzes apkures katli.

Tabula 2.2.2.

+	Pārbaudītas metodes un tehnoloģijas, kuras ir salīdzinoši viegli ieviest
-	Ražošanas procesā tiek patērēts daudz fosilais kurināmais, tāpēc neto ietekme uz izmešu gāzu samazināšanos ir minimāla
IETEKME	No visām biodevielas ražošanas metodēm šī tehnoloģija var atstāt vislielāko ietekmi uz pārtikas cenām Latvijā. Ņemot vērā pasaulē pieaugošo spiedienu ir sagaidāms, ka šo metodi pēc 10 gadiem vairs neatļaus izmantot biodevielas ražošanā.

Otrās paaudzes biodegvielas – biodegvielas ražotāju atbalstītāji apgalvo, labs risinājums ir palielināt politisko un rūpniecības atbalstu otrās paaudzes biodegvielas ražošanas ieviešanai nonepārtikas kultūras, tostarp nepārtikas kultūras, tostarp celulozes biodegvielu. Otrās paaudzes biodegvielas ražošanas procesā var izmantot dažādas nepārtikas kultūras. Tie ietver atkritumu biomasu, kā arī graudaugu kātus, koksni. Celulozes etanola ražošanai izmanto nepārtikas kultūras vai neēdamus atkritumus, kas nozīmē, ka tie nekonkurē ar cilvēku pārtiku.

Tabula 2.2.3.

+	Samērā drošas metodes. Ražošanā netiek izmantoti tieši pārtikas produkti
-	Lai saražotu izejvielas ir nepieciešami zemes resursi, kas konkurēs ar pārtikas ražošanu, pie tam joprojām būtisks faktors paliks pieejamie ūdens un citi resursi
IETEKME	Esošajā Latvijas situācijā nav sagaidāms, ka šī metode atstās būtisku iespaidu uz pārtikas cenām, jo, kamēr Latvijā būs pieejamas lauksaimniecībā neapstrādātas zemes, tikmēr pārtikas cenas necelsies.

Trešās paaudzes biodegviela – aļģu degvielas, kodegvielas, ko sauc arī par *oilgae* vai trešās paaudzes biodegvielu, ir biodegviela, kas ražota no aļģēm. No aļģēm var iegūt 30 reizes vairāk enerģijas no katra hektāra nekā no kultūraugiem. Aļģes, kā, piemēram, *Botryococcus braunii* un *Chlorella vulgaris*, ir salīdzinoši viegli izaudzēt, bet aļģu eļļas ir ļoti grūti saražot.

Tabula 2.2.4.

+	Ļoti efektīva metode, kas nekonkurētu ar pārtikas lauksaimniecību
-	Tehnoloģiski sarežģīts process eļļu izspiešanā.
IETEKME	Šīs tehnoloģijas ieviešana Latvijā sekmētu pārtikas cenu krišanos, jo tā kā Latvijā tiktu saražots lēts alternatīvais kurināmais, tad arī tas izraisītu lauksaimniecības ražošanas izmaksu krišanos.

Ceturtās paaudzes biodegvielas – Craig Venter's kompānija Synthetic Genomika ir izstrādājusi ģenētiski modificētos mikroorganismus degvielas ražošanai tieši no oglekļa dioksīda rūpniecības mērogos.

Tabula 2.2.5.

+	Metodei ir vislielākās priekšrocības apkārtējās vides aizsargāšanā un metode nekonkurēs ar lauksaimniecību
-	Tehnoloģiski sarežģīts process, kas nav līdz galam vēl ieviests dzīvē
IETEKME	Ietekme uz Latvijas pārtikas cenām būs netieša, jo tā nebūs nekādi saistīta ar lauksaimniecisko darbību.

Ņemot vērā pasaules praksi, nebūtu vēlams Latvijā biodegvielu ražot pirmās paaudzes biodegvielu, jo šī ir vienīgā metode, kas var ietekmēt pārtikas cenas un konkurēt ar parasto lauksaimniecību. Turklāt, kā ir norādījuši daudzi eksperti ārzemēs, tad tradicionālās metodes izņemot cukurniedres, ražošanas procesā patērē daudz fosilā kurināmā un tādējādi summārais neto efekts izmešu gāzu apjoma samazināšanai atmosfērā būs minimāls.

Ņemot vērā visus faktoros Latvijā, kas varētu ietekmēt pārtikas cenas, var secināt, ka pie esošā attīstības tempa nav sagaidāms, ka ieviešot jebkādu biodegvielas ražošanas tehnoloģiju Latvijā, enerģētisko kultūraugu audzēšana Latvijā neatstās tiešu iespaidu uz pārtikas un izejvielu cenām Latvijā. Situācija varētu mainīties, ja Latvijas valdība būtiski mainītu atbalsta politiku un biodegvielas ražošana Latvijā sāktu attīstīties stipri straujāk nekā tas ir vidēji Eiropas Savienībā.

3. Ieteikumi biodegvielas ražošanas attīstībai Latvijā

Latvijas apstākļos, kad Latvijā ir pieejamas daudz neizmantotās lauksaimniecības zemes, tad jebkura valsts darbība, kas sekmēs lauksaimniecības zemju izmantošanu būs ar pozitīvu efektu gan uz lauksaimnieku ieņēmumiem, gan iekšzemes kopproduktu, gan uzlabos Latvijas ārējās tirdzniecības bilanci, tajā pašā laikā neietekmējot pārtikas produktu tirgu. Tomēr palielinoties ražošanas jaudām un paliekot mazāk brīvajām lauksaimniecības zemēm, būs lielāka nozīme izvēlētajās biodegvielas ražošanas metodei, jo, valstij mākslīgi atbalstot neefektīvāku ražošanu, var samazināties visi galvenie ekonomiskie rādītāji, jo lauksaimnieki un pārstrādātāji varētu pārstāt ražot produktus ar lielāku pievienoto vērtību, kam nav valsts atbalsta un subsīdiju.

Jebkurā gadījumā biodegvielas ražošana Latvijā sekmēs jaunu darba vietu rašanos, lai gan jaunajās pārstrādes rūpnīcās ražošanas process ir maksimāli automatizēts un nav nepieciešams daudz jaunu darba vietu.

Pirms Latvijai atbalstīt kādu konkrētu pārstrādes metodi, tā ir rūpīgi jāizvēlas: Vācijā ir 5 miljonu tonnu liela biodīzeļdegvielas ražošanas kapacitāte, bet 2008. gada sākumā tā **strādāja ar 10 % jaudu**. Galvenais iemesls ir tas, ka Vācijas valdība nolēma aplikt ar nodokļiem biodīzeļdegvielas ražošanu. Vācijas Vides ministrs 2008. gada februārī atzina, ka vajadzētu ierobežot centienus attīstīt biodegvielu, pirms nav noskaidrots, cik CO₂ rodas biodegvielas ražošanas procesā. Arī ASV savos plānos ir apņēmusi vairāk nepalielināt biodegvielas ražošanu izmantojot pirmo metodi, bet gan sākt izmantot celulozi ražošanas procesā.

Minētie procesi pasaulē tieši neietekmē pārtikas produktu cenas Latvijā, tomēr tam var būt ekonomisks efekts – Latvijā uzņēmēji un lauksaimnieki nav uzkrājuši tik daudz kapitāla rezerves un tādējādi izvēloties investēt 50-100 miljonus eiro ražotnē, kas pēc 5 gadiem var vairs nebūt aktuāla var būt ļoti kritiska Latvijas kopējās ekonomikas kontekstā. Pamazām pasaulē vairāk tiek runāts par to, ka jāsāk mainīt patērētāju ieradumi, nevis jāierobežo ražošana. Kā ir liecinājusi līdzšinējā pieredze, tad pieaugot patēriņam, ražošanas jaudas ir

vienmēr tikušas līdzī un faktiski visu laiku pasaulē ir produkcijas pārpalikums. Arvien vairāk valstīs valdības dod subsīdijas nevis ražotājiem, bet gan gala patērētājiem. Vācijā ir ieviesta atbalsta shēma, kas paredz, ka persona, kas atjauno savu māju vai ceļ jaunu, var saņemt no valsts atbalstu, ja mājas apkurei izmanto solāro vai zemes siltumu vai atjaunojamos resursus un biomasu. Par energoefektivitātes kritēriju ievērošanu valsts papildus vēl piemaksā 50-100% no atbalsta pamatsummas.

Globālā agrobiznesa kompānija *Syngenta* un biznesa konsultāciju kompānija *McKinsey* prognozē, ka 2020.gadā pasaulē ražos 62 miljardu litrus etanola no celulozes, ja ASV, Japāna, Ķīna un Eiropa sasniegs savus nospraustos mērķus. ASV tādā gadījumā ražotu 63,9 % no šī apjoma. Eiropas Savienība un Ķīna attiecīgi 10,4 un 11,5% no šīm apjoma. Brazīlija – 12,9 % un Japāna – 1,3 %. Sagaidāms, ka 2015. gadā sāksies celulozes etanola strauja attīstība.

2008. gada 14.martā Briselē tika prezentēts REFUEL projekta pētījums, kuru finansēja ES Inteliģentās enerģijas programma. Tas pierāda, ka ES savu mērķi – 10% biodeģvielas 2020.gadā – var sasniegt, izmantojot jau zināmās izejvielas un bez milzīgām izmaiņām lauksaimniecības zemju lietošanā. Tomēr tas arī atzīst, ka otrās paaudzes biodeģviela sniegs lielāku atdevi CO₂ emisiju ierobežošanā.

No visa pētījuma varam secināt, ka Latvijā ir gan ekonomiski, gan no vides viedokļa izdevīgi ražot biodeģvielu, tomēr ņemot pasaules tendences būtu jāatbalsta tādas ražotnes, kas izmantotu vismaz otrās paaudzes tehnoloģiju biodeģvielas ražošanā. Pirmās paaudzes biodeģvielas ražošana ir ar vislielāko risku, ka ietekmēs pārtikas produktu cenas uz augšu vai arī rādīs kvalitatīvu pārtikas produktu trūkumu. Turklāt, tā kā tagad notiek daudzi pētījumi par ietekmi uz CO₂ izmešiem un apkārtējo vidi, tad pastāv liels risks, ka minētā tehnoloģija var tikt pasludināta par videi nedraudzīgu un nevēlamu.

Latvijas lauksaimniecība pēc 1990. gada piedzīvoja ļoti strauju kritumu, kā rezultātā ļoti daudzas lauksaimniecībā izmantojamās zemes vairs netiek apstrādātas. Ja Latvija izmantotu visas brīvās zemes, lai iegūtu rapsi, ko tālāk pārstrādātu biodīzeļdeģvielā, būtu iespējams saražot tādu apjomu, kas pietiktu visam Latvijas kopējam patēriņam. Ja Ventspilī atvērusies ražotne strādās ar plānoto jaudu, tad tā jau 2009. gadā saražos 1/7 daļu no visas biodīzeļdeģvielas apjoma un Latvija būs jau izpildījusi ES nosprausto mērķi saražot vismaz 10% biodeģvielas.

Skatoties uz pasaules tendenci ir skaidrs, ka **biodeģvielas ražošanai nav izšķirošā ietekme uz pārtikas produktu cenām** un pēdējos gados novērotā pārtikas produktu cenu pieaugums vairāk bija saistīts ar spekulatīvajām aktivitātēm pasaules graudu tirgos un vājo ASV dolāru. Arī Latvijā faktiski nav iespējams radīt tādu situāciju, kad varētu celties pārtikas produktu cenas tādēļ, ka lauksaimnieki sākuši ražot biodeģvielas izejvielas. Ir sagaidāms, ka laika posmā līdz 2020. gadam Latvijā turpinās samazināties iedzīvotāju skaits, kas tikai mazinās pieprasījumu pēc lauksaimniecības produktiem. Arī diētas ieradumu maiņa nav sagaidāma vairs tik strauja un tāpēc arī vairs turpmāk nepieaugs graudu patēriņš lopbarībā.

Tomēr, lai pilnībā izslēgtu jebkādu risku, ka biodeģvielas ražošana varētu ietekmēt pārtikas produktu cenas vai pieejamību, tad Latvijai vajadzētu stimulēt trešās un ceturtās paaudzes biodeģvielas ražošanu, kas ne tikai nekonkurēs ar pārtikas rūpniecību, bet arī ir aptuveni 5 līdz 10 reizes efektīvākas CO₂ izmešu samazināšanā nekā "tradicionālās" metodes. Tikai ieviešot vismodernākās tehnoloģijas Latvija spētu nodrošināt ilgspējīgu lauksaimniecību un biodeģvielas ražošanu.

Galvenie ieteikumi:

- Stimulēt un atbalstīt trešās un ceturtās paaudzes biodegvielas ražošanu
- Atbalstīt esošās pirmās paaudzes biodegvielas ražotnes, paredzot tām kvotas, kuras turpmākajos gados vairs nepalielina.
- Izmantot pilnīgi visas iespējas, ko dod otrās paaudzes tehnoloģija pārstrādājot neizmantoto celulozi biodegvielā tanī pat laikā pārāk neatbalstot šo tehnoloģiju, jo savādāk uzņēmumi būs ieinteresēti vairāk koksnes pārstrādāt biodegvielā (ar mazāku pievienoto vērtību) nekā ražot izstrādājumus, kam ir lielāka pievienotā vērtība.
- Veicināt vienas organiskās (sadzīves un rūpniecības atkritumu) biodegvielas ražotni, jo sadzīves un rūpniecības organisko atkritumu sadalīšanās laikā izdalās ļoti daudz siltumnīcu izraisošo gāzu.
- Stimulēt un subsidēt patērētājus izmantot videi draudzīgākus risinājumus – tā kā Latvija ir atvērta ekonomika, tad nebūs iespējams ierobežot piedāvājumu.

Pielikumi

1.pielikums

Graudu un salmu raža Latvijā 2007. gadā.

Kultūra	Graudu kopraža, tūkst. t [CSP dati]	Vid. ražība, t/ha [CSP dati]	Att.graudi:salmi [12]	Salmu kopraža, tūkst. t
kvieši (ziemas)	602,8	27,8	1,23	490
rudzi	181,1	31,4	0,70	259
mieži	329,5	24,1	1,45	227
kvieši (vasaras)	204,5	31,4	1,23	166
Auzas	130,2	21,9	1,16	112
			Salmu raža kopā:	1255

2. pielikums**Pakaišiem nepieciešamā salmu daudzuma Latvijā aprēķins 2007. g.**

Mājlopu skaits Latvijā 2007.g. tūkst. [CSP dati]		Salmu pakaišu norma, kg·d ⁻¹ [12]	Salmu pakaiši, tūkst. t.
Liellopi:	399		
tai skaitā nobarojamie liellopi	219	2,0	160
tai skaitā slaucamās govīs	180	2,5	164
Cūkas	414,	1,5	227
Aitas	54	1,0	20
Kazas	13	1,0	5
Zirgi	13	2,0	9
			585

**Siltuma enerģijas ražošanas izmaksas Saulaines salmu katlu mājai
(4·0,34 MW, kurtuves lietd. koef. 0,87) 2005-2006. g. apkures sezonā, mēneši)**

Rādītājs	Vērtība
Kurināmā izmaksas (salmi 1180 t), Ls	14549
Darba alga, Ls	6164
Obligātās sociālās iemaksas, Ls	1485
Maksa par elektroenerģiju, Ls	719
Degviela salmu pievešanai, Ls	615
Salmu presēšanas aukla, Ls	1067
Mazv. inventārs, remontmateriāli, Ls	586
Dabas resursu nodoklis, Ls	81
Pakalpojumi (telefons, u.c), Ls	358
Rezerves daļas salmu iekrāvējam, Ls	300
Amortizācija, Ls	16810
Kopā, Ls:	42734
Saražotā siltuma enerģija:	
MWh	2593
GJ	9335
Siltuma enerģijas ražošanas izmaksas:	
uz 1 MWh, Ls	16,48
uz 1 GJ, Ls	4,58
Izmaksas sadalās:	
silt. ūdenim (10,8 %), Ls	4615
apkurei (89,2%), Ls	2313
Apsildāmā platība, m ²	14908
Vidēji uz 1 m ² , Ls	0,43
Vienas tonnas salmu cena, Ls	12,33