



Pārskats par pētījuma

METODES UN TEHNOLOĢIJAS MEŽA KAPITĀLVĒRTĪBAS PALIELINĀŠANAI

VIRZIENA

SEG EMISIJU UN CO₂ PIESAISTES DATU ANALĪZE UN APRĒĶINU VIENĀDOJUMU
IZSTRĀDĀŠANA

DARBU IZPILDI

Pārskata nosaukums **KŪDRAS IZSTRĀDES, TRANSPORTA UN
ENERĢĒTIKAS SEKTORA RADĪTO SEG
EMISIJU UN CO₂ PIESAISTES ANALĪZE**

Virziena vadītājs

A. Lazdiņš

KOPSAVILKUMS

Biomases 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.

Pētījuma mērķis ir novērtēt aizstāšanas efektu, ko rada meža biokurināmā izmantošana enerģētikā un novērtēt kūdras ieguves radītās SEG emisijas.

Biokurināmā aizstāšanas efekta novērtēšanai veikts modeļpētījums Latvijā pieejamās koksnes biomasas izmantošanai enerģētikā, lai samazinātu SEG emisijas koksnes biomasas izmantošanas dzīves cikla posmos, kas ietver enerģētiskās koksnes ražošanas un piegāžu procesu līdz pārstrādes vai izmantošanas vietai. Pētījumā veikta meža biomasas izmantošanas intensificēšanas iespēju analīze, ņemot vērā pieejamos resursus, to potenciālu un intensīvākas izmantošanas ietekmi uz bioloģisko daudzveidību.

Kūdras ieguves ietekmes analīzes veikta 2 modeļteritorijās, kurās pieļaujama kūdras ieguve. Aprēķinā ietverti visi ražošanas etapi, sākot no kūdras purva sagatavošanas un beidzot ar atradnes rekultivāciju.

Saturs

Kopsavilkums	2
Biokurināmā ražošanas un piegāžu ietekmes uz SEG emisijām analīze	4
Latvijas koksnes biomasas izmantošanas potenciāls.....	4
Biomasas izmantošanas palielināšanas iespējas un ar to saistītais SEG emisiju samazinājums.....	13
Secinājumi par biomasas sagatavošanas un piegāžu ietekmi uz SEG emisijām.....	14
Kūdras ieguves un pārstrādes radīto SEG emisiju novērtējums	16
Aprēķinu ievades dati.....	16
Kopīgie ievades dati.....	16
Aprēķinu ievades dati modeļteritorijā Zūru purvā.....	17
Aprēķinu ievades dati modeļteritorijā Graudupes tīrelī.....	18
Ražošanas uzsākšanas aprēķinu rezultāti.....	19
Zūru purvs.....	20
Graudupes tīrelis.....	22
Secinājumi par kūdras ieguves radītajām SEG emisijām.....	25

Attēli

Att. 1 Biokurināmā resursu sadalījums.....	4
Att. 2 Laika patēriņš dažādām operācijām.....	6
Att. 3 Biokurināmā patēriņa pieauguma potenciāla sadalījums pa kurināmā veidiem.....	14
Att. 4: Zūru purvs, PSRS lauku topogrāfiskā karte1.....	17
Att. 5: Graudupes tīrelis, PSRS lauku topogrāfiskā karte2.....	19

Tabulas

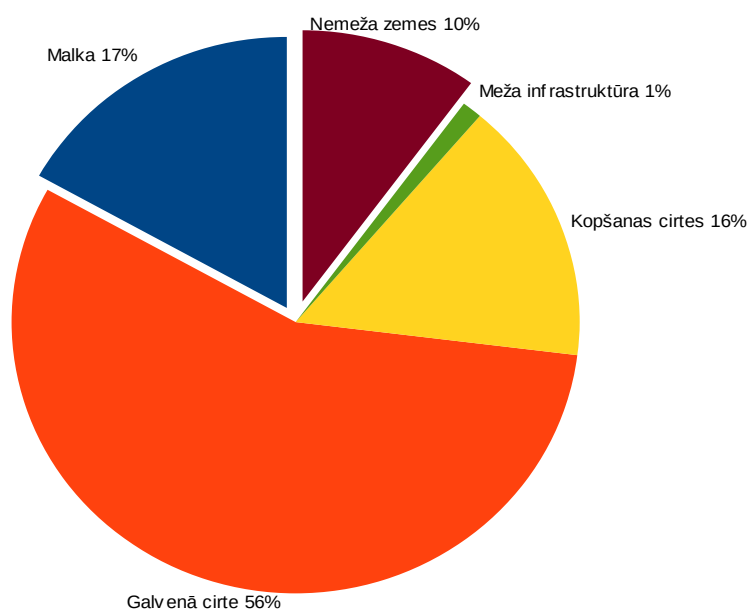
Tab. 1 Dažādu biokurināmā resursu potenciāla aprēķins.....	5
Tab. 2 Biokurināmā ražošanai nepieciešamie tehnikas un cilvēkresursi.....	7
Tab. 3 Dažādu biokurināmā resursu ražošanas kopsavilkums.....	9
Tab. 4 Dažādu minerālelementu daudzums sadedzināšanas atliekās.....	10
Tab. 5 Dažādu biokurināmā resursu sadedzināšanas atlieku apjoms un izmantošanai nepieciešamā platība.....	11
Tab. 6 Kopsavilkums par kurināmā apjomu, emisijām un izmaksām.....	12
Tab. 7 Kurināmā raksturojums.....	12
Tab. 8 Aprēķinos izmantotie dati par energoresursu patēriņu.....	13
Tab. 9: SEG emisiju kopsavilkums ražošanas uzsākšanas etapā.....	20
Tab. 10: Tehnikas noslodzes ievades dati ražošanas etapā.....	20
Tab. 11: Tehnikas noslodzes aprēķinu ievades dati piegādes etapā.....	21
Tab. 12: Darba ražības pieņēmumi.....	21
Tab. 13: Neto SEG emisijas pēc kūdras atradnes rekultivācijas.....	21
Tab. 14: Neto SEG emisijas pēc kūdras atradnes rekultivācijas bez kūdras produktiem.....	22
Tab. 15: Neto SEG emisijas pēc kūdras atradnes izmantošanas laikā un rekultivācijas aprēķinu periodā.....	22
Tab. 16: SEG emisiju kopsavilkums ražošanas uzsākšanas etapā.....	22
Tab. 17: Tehnikas noslodzes ievades dati ražošanas etapā.....	23
Tab. 18: Tehnikas noslodzes aprēķinu ievades dati piegādes etapā.....	23
Tab. 19: Neto SEG emisijas pēc kūdras atradnes rekultivācijas.....	24
Tab. 20: Neto SEG emisijas pēc kūdras atradnes rekultivācijas bez kūdras produktiem.....	24
Tab. 21: Neto SEG emisijas pēc kūdras atradnes izmantošanas laikā un rekultivācijas aprēķinu periodā.....	24

BIOKURINĀMĀ RAŽOŠANAS UN PIEGĀŽU IETEKMES UZ SEG EMISIJĀM ANALĪZE

Latvijas koksnes biomasas izmantošanas potenciāls

SEG emisijas un to samazināšanas potenciālu enerģētiskās koksnes ražošanas un atkritumproduktu pārstrādes ciklā noteiks, izmantojot kā modeļa objektu oglekli, kas ir viens no būtiskākajiem un vieglāk aprēķināmajiem SEG komponentiem, kas netieši raksturo arī pārējo SEG komponentu izmešus vai to samazinājumu. Darba ietvaros noteiks 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 izkļiedēšanu saistītais degvielas patēriņš. Visiem koksnes resursu veidiem ar atkritumproduktu utilizāciju saistītās emisijas aprēķinātas pēc vienotas metodikas.

Kopsavilkums par dažādu biokurināmā resursu apjomu dots Tab. 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 $3\,964\,833 t_{\text{sausnas}}$ gadā, faktiski pieejamais apjoms ir $3\,318\,098 t_{\text{sausnas}}$ gadā, bet tehniski iegūstamais apjoms $2\,480\,378 t_{\text{sausnas}}$ gadā (62% no potenciālo resursu apjoma. Vairāk, nekā pusi tehniski pieejamā biokurināmā, neskaitot malku, nodrošina kailcirtes (Att. 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. 1 Biokurināmā resursu sadalījums.

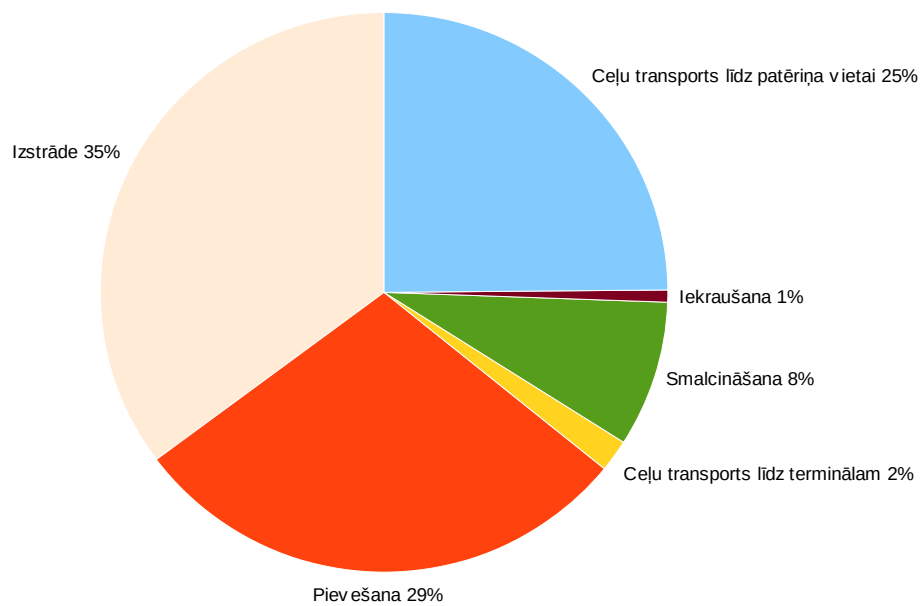
Lielākā izstrādājamā krāja uz platības vienību ir celmiem un mežizstrādes atliekām galvenajā cirtē, attiecīgi, 26 un 21 t_{sausnas} ha⁻¹, mazākā krāja – sīkkokiem pamežā un mežizstrādes atliekām krājas kopšanā – 2 t_{sausnas} ha⁻¹.

Tab. 1 Dažādu biokurināmā resursu potenciāla aprēķins

Resursu veids	Malka	Sīkkoksne pameža tīrīšanā	Mežizstrādes atliekas galvenajā cirtē	Celmi galvenajā cirtē	Mežizstrādes atliekas krājas kopšanā	Sīkkoksne jaunaudžu kopšanā	Sīkkoksne meža infrastruktūras objektu apaugumā	Sīkkoksne nemeža zemēs
Potenciāli pieejamais apjoms (t _{sausnas} gadā ⁻¹)	423 275	257 548	969 652	1 349 572	229 985	441 000	29 900	263 900
Faktiski pieejamais apjoms (t _{sausnas} gadā ⁻¹)	423 275	170 211	767 429	1 227 515	154 997	280 870	29 900	263 900
Izstrādājамais apjoms (t _{sausnas} 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
Izstrādājамais apjoms (t _{sausnas} ha ⁻¹ gadā ⁻¹)	4	2	21	26	2	14	12	10

Kopsavilkums par tehniski pieejamā biokurināmā ražošanai nepieciešamajiem tehniskajiem un cilvēkresursiem dots Tab. 2. Kopējais laika patēriņš (pārrēķinot E₀ 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), apmēram vienāds laika patēriņš ir bezceļu transportam un kurināmā piegādei patērētājam, bet vismazāk laika no viesiem biokurināmā veidiem kopīgajām operācijām aizņem smalcināšana.



Att. 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 pētījumos par mežizstrādes tehnikas efektivitāti iegūto pieredzi, faktiskais tehnikas un nodarbināto daudzums varētu būt par aptuveni 30% lielāks.

Tab. 2 Biokurināmā ražošanai nepieciešamie tehnikas un cilvēkresursi

Resursu veids	Malka	Sīkkoksne pameža tīrīšanā	Mežizstrādes atliekas galvenajā cirtē	Celmi galvenajā cirtē	Mežizstrādes atliekas krājas kopšanā	Sīkkoksne jaunaudžu kopšanā	Sīkkoksne meža infrastruktūras 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				
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 Tab. 3. Vidējais svētais izstrādājamajam apjomam dažādiem resursu veidiem ir $18,4 \text{ t ha}^{-1}$ vai $2\,480\,378 \text{ t}_{\text{sausnas}}$ gadā, kas atbilst $1\,240\,189 \text{ t C}$ vai $13\,146\,002 \text{ MWh}$ gadā. Vidējais svētais laika patēriņš biokurināmā ražošanā ir $1,42 \text{ E}_0$ stundas $\text{t}_{\text{sausnas}}^{-1}$. Vidējās svērtās C emisijas ražošanas procesā ir $13,08 \text{ kg t}_{\text{sausnas}}^{-1}$. Vidējās svērtās ražošanas izmaksas ir $41,91 \text{ Ls t}_{\text{sausnas}}^{-1}$, bet kopējās ražošanas izmaksas gadā ir $103\,945\,374 \text{ Ls}$. Oglekļa emisijas ražošanas procesā ir $46\,076 \text{ t}$ gadā vai $37,15 \text{ kg t C}_{\text{kurināmā}}^{-1}$, kas atbilst $3,50 \text{ kg MWh}^{-1}$.

Ieņēmumi no kurināmā realizācijas pie patreizējām cenām būtu $86\,813\,221 \text{ Ls}$ gadā, bet peļņa negatīva ($-17\,132\,153 \text{ Ls}$ 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 patreiz 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.

Tab. 3 Dažādu biokurināmā resursu ražošanas kopsavilkums

Resursu veids	Malka	Sīkkoksne pameža tīrīšanā	Mežizstrādes atliekas galvenajā cirtē	Celmi galvenajā cirtē	Mežizstrādes atliekas krājas kopšanā	Sīkkoksne jaunaudžu kopšanā	Sīkkoksne meža infrastruktūras 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 ($\text{kg } t_{\text{sausnas}}^{-1}$)	1,78	50,97	8,54	17,26	8,54	13,84	12,57	12,57
Izmaksas ($\text{Ls } t_{\text{sausnas}}^{-1}$)	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
$\text{kg t } C_{\text{kurināmā}}^{-1}$	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)	14 666 487	4 170 181	18 802 018	25 777 808	3 797 425	9 830 451	994 175	8 774 675
Peļņa (Ls gadā)	11 541 556	-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 ($C_{\text{in}} / C_{\text{out}}$)	0,36%	14,56%	2,44%	5,75%	2,44%	2,77%	2,65%	2,65%

Sadedzinot tehniski pieejamos biokurināmā resursus, veidotos 124 019 t pelnu un sadegšanas zudumu gadā (vidēji 0,92 t ha⁻¹ izstrādātās platības). Dažādu minerālelementu daudzums pelnvielās dots Tab. 4, pelnu apjoma sadalījums pa biokurināmā veidiem - Tab. 5.

Tab. 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 16 536 ha. Pelnu devu nosaka, galvenokārt, svina saturs koksne. Jāņem vērā, ka šie aprēķini veikti atbilstoši dažādās Eiropas valstīs iegūtiem datiem. Latvijā informācija par koksnes ķīmisko sastāvu nav apkopota. Iestrādājot pelnus augsne 5 gadu rotācijas ciklā, kopā nepieciešami 82 679 ha (Tab. 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 25 035 E₀ stundas gadā. Dažādos ražošanas etapos nepieciešamas 1-4 tehnikas vienības, visvairāk pelnu transportēšanas un izkliešanas 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 2 155 097 Ls, bet kopējās oglekļa emisijas gadā – 269 t gadā.

Tab. 5 Dažādu biokurināmā resursu sadedzināšanas atlieku apjoms un izmantošanai nepieciešamā platība

Resursu veids	Malta	Sīkkoksne pameža tīrīšanā	Mežizstrādes atliekas galvenajā cirtē	Celmi galvenajā cirtē	Mežizstrādes atliekas krājas kopšanā	Sīkkoksne jaunaudžu kopšanā	Sīkkoksne meža infrastruktūras 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 kg C t_{biomasas}⁻¹, kas atbilst 37,4 kg C t C_{kurināmajā}⁻¹ vai 3,5 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. 6.

Kopējās ražošanas izmaksas ir 106 100 470 Ls gadā vai 42,8 Ls t_{biomasas}⁻¹, kas atbilst 85,6 Ls t C_{kurināmajā}⁻¹ vai 8,1 Ls MWh⁻¹. Pārrēķinot uz laika patēriņu, biokurināmā ražošana pie maksimālās tehnikas un cilvēku noslodzes aizņemtu 3 535 344 E₀ stundas gadā, kas atbilst 1,4 E₀ stundas t_{biomasas}⁻¹ vai 2,9 E₀ stundas t C_{kurināmajā}⁻¹, vai 0,3 E₀ stundas MWh⁻¹.

Dažādu kurināmā veidu raksturojums faktiskajās realizācijas mērvienībās dots Tab. 7. Vidējais svērtais bēruma blīvums ir 0,2 t_{sausnas} ber.m⁻³, mitruma saturs 35%, pelnu saturs – 6%, zemākais sadegšanas siltums – 0,8 MWh ber.m⁻³, kopējais kurināmā apjoms – 11 144 761 ber.m³), bet pašizmaksa – 9,5 Ls ber.m⁻³.

Tab. 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 infrastruktūras 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. 7 Kurināmā raksturojums

Resursu veids	Malka	Sīkkoksne pameža tīrīšanā	Mežizstrādes atliekas galvenajā cirtē	Celmi galvenajā cirtē	Mežizstrādes atliekas krājas kopšanā	Sīkkoksne jaunaudžu kopšanā	Sīkkoksne meža infrastruktūras objektu apaugumā	Sīkkoksne nemeža zemēs
Bērums blīvums (t ber.m ⁻³)	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Mitrums saturs (%)	30%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%
Pelnu saturs (%)	5%	5%	5%	9%	5%	5%	5%	5%
Zemākais sadeģšanas 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

Biomasas izmantošanas palielināšanas iespējas un ar to saistītais SEG emisiju samazinājums

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 ministrija, 2006] (Tab. 8).

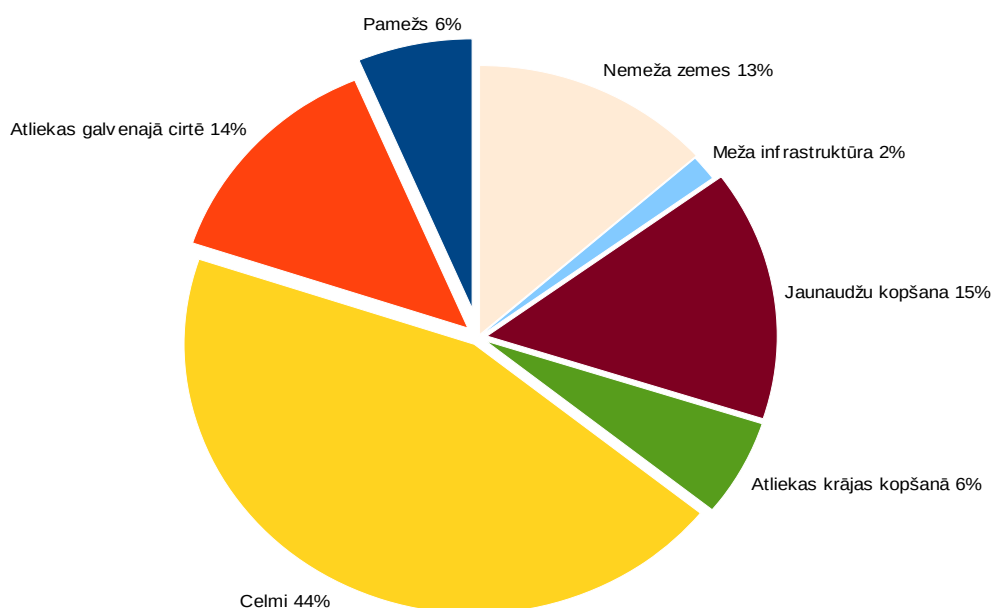
Tab. 8 Aprēķinos izmantotie dati par energoresursu patēriņu

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

Iepriekšējās nodaļās novērtēto biokurināmā resursu apjoms sadalīts patreiz jau izmantojamajos (malka un galvenās cirtes mežizstrādes atliekās) un perspektīvajos. 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 patreiz 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 patreiz centralizētajā siltumapgādē izmantojamā fosilā kurināmā. Savukārt, nedaudz samazinot biokurināmā eksporta apjomu, kas jau notiek 2007.gadā sakarā 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. 3).



Att. 3 Biokurināmā patēriņa pieauguma potenciāla sadalījums pa kurināmā veidiem

Secinājumi par biomasas sagatavošanas un piegāžu ietekmi uz SEG emisijām

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. 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.
4. 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.

KŪDRAS IEGUVES UN PĀRSTRĀDES RADĪTO SEG EMISIJU NOVĒRTĒJUMS

Aprēķinu ievades dati

Kopīgie ievades dati

Izmaksu aprēķinā projektēšana un izpēte ir 10% no kūdras atradnes ierīkošanas darbu izmaksām. Projektu vadības pakalpojuma izmaksas pieņemtas 1,5 %, autoruzraudzības izmaksas 0,5 % un būvuzraudzības izmaksas 1,5 % no kūdras atradnes ierīkošanas darbu izmaksām. Projektēšana ietver ģeoloģisko izpēti atradnes teritorijā un resursu kvalitātes novērtēšanu.

Attālums starp valnišu grāvjiem pieņemts 240 m, attālums starp kartu grāvjiem – 20 m, ceļa platums pie valnišu grāvja – 5 m, valnišu grāvja platums – 5 m, kartu grāvju platums – 1,5 m.

Valnišu grāvju garums uz 100 ha ir 4,1 km, kartu grāvju garums – 49,0 km; kopējā valnišu grāvu platība uz 100 ha ir 2,1 ha, bet kartu grāvju platība – 7,3 ha.

Apauguma novākšana nav rēķināta, kā SEG emisiju avots, pieņemot, ka apaugums iekļauts emisiju aprēķinā kā kūdras biokurināmais, ko sagatavo ar biomasas smalcinātāju. Aprēķinos nav iekļauta kokaugu apauguma novākšana, pieņemot, ka esošo sīkkoku un krūmu apaugumu sasmalcinās ar mulčētāju.

Kūdras atradņu sagatavošanā plānots noslogot lauksaimniecības traktoru ar Meri frēzi OJ-1.0 K kartu grāvju rakšanai, kāpurķēžu ekskavatoru ar kausu valnišu, kontūrgrāvja un maģistrālo grāvju rakšanai un mulčētāju (MJK-350 DT vai līdzvērtīgu) apauguma smalcināšanai. Zemes darbi plānoti tikai krautlaukumā un piebraucamo ceļu izbūves vietā.

Ceļu un krautlaukuma izbūvē izmantos standarta ceļu būves tehniku (kravas automašīnas pašizgāzēji materiālu pievešanai, buldozeri, ekskavatori, greideri. Tehnikas noslodze novērtēta, balstoties uz ceļu būves uzņēmumu darbinieku sniegto informāciju par būvniecības izmaksām. Jāatzīst, ka šī informācija ir pretrunīga un atsevišķām pozīcijām nenoteiktība pārsniedz 100 %, tāpēc ceļu un krautlaukuma izbūves informācija jāprecizē, izmantojot AS "Latvijas valsts meži" ražošanas datus.

Krautlaukumam un ceļiem paredzēts ierīkot grants segumu, ko atradņu ekspluatācijas laikā periodiski atjauno.

Kūdras ieguvē izmantojamā tehnika ir traktori kūdras transportam (1 gab. uz 10000 tonnām ikgadējā ražošanas apjoma), pneimatiskie vai mehāniskie savācēji (1 gab. 40 ha⁻¹), frēzes (2 gab. katrā objektā); rušinātājs – kultivators (1 gab. objektā), kāpurķēžu traktors (1 gab. objektā), ekskavators grāvju atjaunošanai (1 gab. objektā ar maināmu kausu kartu grāvju profilu veidošanai un valnišu grāvju rakšanai), celmu savācējs un transportētājs (1 gab. objektā), bērtņotājmašīna vai hidraulisko ekskavatoru atbērtnes veidošanai un pārkraušanai kūdras sakaršanas gadījumos (1 gab. objektā). Ņemot vērā kūdras ieguves sezonālo raksturu, visiem ražošanā iesaistītajiem tehnikas veidiem paredzēta 50 % noslodze, strādājot vienā 8 stundas garā maiņā, t.i. aptuveni 1000 darba stundas gadā. Aprēķinos pieņemts, ka gabalkūdras ieguvu neveic vienlaicīgi ar frēzkūdras ieguvu, t.i. izmanto vienas un tās pašas bāzes mašīnas, nomainot darba agregātus.

Kūdras transportēšanai izmanto kravas mašīnas, kuras uzkrāj ar ekskavatoru (Komatsu 138 vai līdzvērtīgs) krautlaukumā, kas ierīkots uz minerālaugsnes blakus kūdras atradnei. Darba ražīgums pieņemts atbilstoši šķeldu transportēšanai no meža – vidējais attālums vienā virzienā 50 km, vienas kravas mašīnas ražība pie maksimālās noslodzes – 50000 m³ gadā, t.i. darba dienā izdara vidēji 2,8 reisu.

Saskaņā ar ražotāju sniegto informāciju, degvielas patēriņš kūdras ražošanai ir 180-240 g m⁻³ no ražošanas uzsākšanas līdz gatavās produkcijas realizācijai. Vērtējot tehnikas noslogojuma datus, degvielas patēriņš uz 1 m³ gatavās produkcijas sanāk būtiski lielāks (1,5-2,0 L m⁻³), neskaitot kūdras transportu.

Emisiju aprēķinos nav ietvertas veģetācijas novākšanas atmežotajās platībās radītās emisijas, pieņemot, ka šīs emisijas jau projekta īstenošanas laikā tiks kompensētas, apmežojot citas platības.

Aprēķinu ievades dati modelteritorijā Zūru purvā

Kontūrgrāvja garums Vārves objektā (Zūru purvs, 86-05-07-708-159-63, Att. 4) ir 8 km, galvenā novadgrāvja garums 1 km, paredzot to novadīt lauksaimniecības meliorācijas sistēmā ZR no purva. Drenāžas ūdeņi no lauksaimniecības meliorācijas sistēmas nonāks Ventā. Noteces radītā piesārņojuma samazināšanai pirms ieplūdes meliorācijas sistēmā ieteicams ierīkot nosēddīķi, kas vienlaikus regulēs ūdens ieplūdi meliorācijas sistēmā, samazinot pārplūšanas risku, un nodrošinās ugunsdzēsībai nepieciešamo ūdens daudzumu. Kūdras ieguves vēlākajās fāzēs var būt nepieciešama sūkņu stacijas ierīkošana ūdens atsūkņēšanai.

Zūru purva DA malā, savulaik, jau uzsākta hidrotehniskās meliorācijas sistēmas ierīkošana un daļēji izveidots kontūrgrāvis, lai nosusinātu piegulošās lauksaimniecības zemes. Esošā infrastruktūra izmantojama arī kūdras atradnes apguves procesā.



Att. 4: Zūru purvs, PSRS laiku topogrāfiskā karte¹.

¹ Avots – www.gisnet.lv

Kopējais valnīšu grāvju garums objektā pieņemts 6 km, bet kartu grāvju garums – 60 km. Kopējā valnīšu grāvju platība – 3,1 ha, kartu grāvju platība – 9 ha.

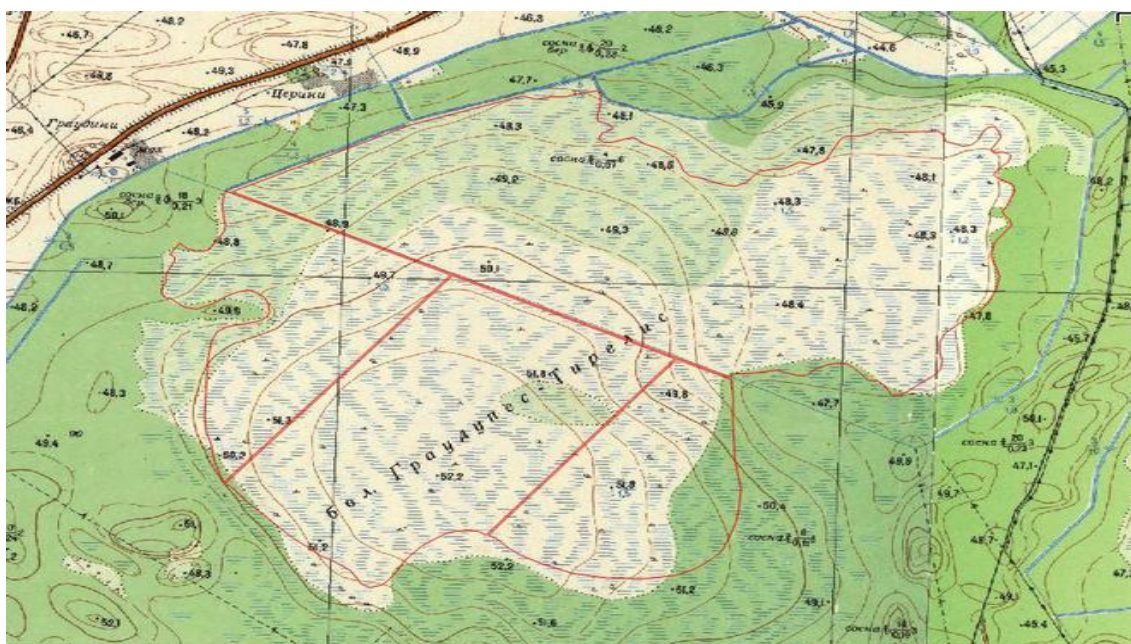
Visticamāk, ka papildus būs nepieciešama atsevišķu meliorācijas sistēmas posmu caurlaidības palielināšana, piemēram šosejas P108 šķērsojumā, taču detalizētāku aprēķinu veikšanai nepieciešama teritorijas topogrāfiskā izpēte.

Kopējā atradnes platība 180 ha, platības precizēšanai veicama ģeoloģiskā izpēte. Vidējais ieguves apjoms gadā plānots 50 tūkst. tonnas (relatīvais mitruma saturs 40 %). Aptuvenais kūdras resursu daudzums 0,9 milj. tonnas sausnas sfagnu kūdras un 0,5 milj. tonnas sausnas zāļu un koku kūdras (kopā 2,3 milj. tonnas kūdras ar 40 % mitrumu). Sfagnu kūdras blīvums pieņemts 169 kg m^{-3} , bet zāļu un koku kūdras blīvums 475 kg m^{-3} (Jasinski, 1999). Kūdras ieguves ilgums pieņemts 45 gadi, neskaitot atradnes ierīkošanas laiku. Izmantojot efektīvākas tehnoloģijas, atradnes izmantošanas laiku var samazināt līdz 2 reizes. Aprēķinos pieņemts, ka zāļu un koku kūdras izmantos biokurināmā ieguvei (0,8 milj. tonnas kūdras ar sausnas saturu 60 %), bet sfagnu kūdras izmantos frēzētās kūdras ieguvei (1,5 milj. tonnas kūdras ar sausnas saturu 60 %).

Aprēķinos pieņemts, ka 1 km garu pievadceļu būvēs līdz P111 šosejai, pašā purvā izbūvēs vēl 2,4 km pagaidu ceļu no betona plāksnēm (to izbūve nav saistīta ar atmežošanu) kūdras izvešanai, ārpus purva ierīkojamas krautuves kopējā platība pieņemta 3 ha. Laukuma būvniecības izmaksas pieņemtas atbilstoši ceļu būves izmaksām. Daļu kūdras paredzēts žāvēt purvā, daļu izvestu uz laukumu.

Aprēķinu ievades dati modeļteritorijā Graudupes tīrelī

Kontūrgrāvja garums Abavas objektā (Graudupes tīrelis, 81-23-07-202-444-16, 81-23-07-202-468-1, 81-23-07-202-467-1, 81-23-07-202-466-2, Att. 5) ir 5,4 km. Galvenā novadgrāvja konfigurāciju bez topogrāfiskās izpētes nevar izplānot, taču aprēķinos pieņemts, ka drenāžas ūdeņus novadīs pa vienu vai vairākiem grāvjiem uz lauksaimniecības meliorācijas sistēmu D, DA virzienā, maģistrālā grāvja garums aptuveni 2,6 km. Tālāk drenāžas ūdeņi nonāk Ventā. Noteces radītā piesārņojuma samazināšanai pirms ieplūdes meliorācijas sistēmā ieteicams ierīkot nosēddīķi, kas vienlaikus regulēs ūdens ieplūdi meliorācijas sistēmā, samazinot pārplūšanas risku, un nodrošinās ugunsdzēsībai nepieciešamo ūdens daudzumu. Visticamāk, ka drenāžas ūdeņu novadīšanai būs nepieciešama sūkņu stacija.



Att. 5: Graudupes tīrelis, PSRS laiku topogrāfiskā kartē².

Kopējais valnišu grāvju garums objektā pieņemts 6 km, bet kartu grāvju garums – 70 km. Kopējā valnišu grāvju platība – 3 ha, kartu grāvju platība – 11 ha.

Kopējā atradnes platība 140 ha, platības precizēšanai veicama ģeoloģiskā izpēte. Vidējais ieguves apjoms gadā 40 tūkst. tonnas (relatīvais mitruma saturs 40 %). Aptuvenais kūdras resursu daudzums 0,9 milj. tonnas sausnas sfagnu kūdras (1,5 milj. tonnas kūdras ar 40 % mitruma saturu). Kūdras ieguves ilgums pieņemts 35 gadi, neskaitot atradnes ierīkošanas laiku. Aprēķinos pieņemts, ka visu kūdru iegūs ar frēzēšanas paņēmienu un izmantos lauksaimniecībā.

Aprēķinos pieņemts, ka 1,6 km garu pievadceļu būs līdz grantētam ceļam A virzienā no purva, kas pieslēdzas P120 šosejai, krautuves kopējā platība pieņemta 2,5 ha. Ceļu var būt arī ar tiešu pieslēgumu P120 šosejai, taču purva apkārtnē starp šoseju un mežu atrodas privātpersonām piederoša lauksaimniecības zemju josla.

Ražošanas uzsākšanas aprēķinu rezultāti

Izmaksu un SEG emisiju raksturošanai izmantots pētījuma ietvaros izstrādātais aprēķinu modelis, kas ietver dabiskā SEG emisiju fona aprēķinus, purva sagatavošanas radīto SEG emisiju un izmaksu aprēķinus, kūdras ieguves, transporta un fasēšanas radīto SEG emisiju aprēķinus. Pēc purva izmantošanas iespējams izvēlēties kādu no rekultivācijas scenārijiem: teritorijas appludināšana, mežaudze, ilggadīgais zālājs, aramzeme, stiebrzāļu plantācija, kārkļu plantācija.

Modelī izmantotie aprēķinu vienādojumi pagaidām nav pilnībā validēti un dokumentēti. Emisiju koeficienti ņemti no SEG inventarizācijas pārskata un IPCC vadlīnijām SEG inventarizācijas veikšanai lauksaimniecības, mežsaimniecības un pārējo zemes lietojumu sektorā (Eggleston *et al.*, 2006). Pētījumā veiktajā literatūras analizē konstatētas būtiskas nobīdes no vadlīnijās izmantotajiem koeficientiem, taču dažādiem pētniekiem nav bijis vienota

² Avots – www.gisnet.lv

viedokļa, piemēram, par to, vai appludinātās teritorijās turpinās N₂O emisijas un vai apmežojot izstrādātas kūdras atradnes, pieaug vai nepieaug CH₄ emisiju līmenis.

Zūru purvs

Aprēķinu kopsavilkums dots Tab. 9. Kopējās SEG emisijas, kas saistītas ar atradnes sagatavošanu, ir 7160 tonnas CO₂ ekv. (40 tonnas CO₂ ekv. ha⁻¹), tajā skaitā emisijas, kas veidojas pēc purva sagatavošanas, mineralizējoties apauguma veģetācijai un zemsegai, kas novākta purvā un atmežotajās teritorijās. Lielākā daļa emisiju veidojas atmežošanas rezultātā, ierīkojot krautlaukumu un ceļu būvē. Tehnikas radītās SEG emisijas ir tikai 9 % no kopējām emisijām.

Tab. 9: SEG emisiju kopsavilkums ražošanas uzsākšanas etapā

Nosaukums	Mērvienība	Skaitliskā vērtība
Grāvju rakšana	tonnas CO ₂ ekv.	89,4
Apauguma novākšana un planēšana purvā	tonnas CO ₂ ekv.	173,6
Ceļu būve	tonnas CO ₂ ekv.	149,9
SEG emisijas atmežošanas rezultātā, veicot ceļa izbūvi	tonnas CO ₂ ekv.	1 653,7
Krautlaukuma izbūve	tonnas CO ₂ ekv.	110,2
SEG emisijas atmežošanas rezultātā, izbūvējot krautlaukumu	tonnas CO ₂ ekv.	3 802,6
Kopējās SEG emisijas	tonnas CO₂ ekv.	5 979,4
Pārejošās SEG emisijas, mineralizējoties veģetācijai	tonnas CO₂ ekv.	1 180,5

Kūdras ieguves laikā rēķinātās N₂O un CO₂ emisijas no atradnes susinātās platības, kā arī SEG emisijas no kūdras produktiem, pieņemot, ka to kalpošanas laiks, neskaitot kurināmo kūdru, ir 20 gadi. Tehnoloģiskās emisijas rēķinātās no agregātiem, kas nodarbināti kūdras ieguvē. Aprēķinos pieņemts, ka atradnē sagatavo frēzkūdu un kurināmo kūdru, ko daļēji ved prom tieši no kūdras lauka pa betona plākšņu ceļu un daļēji no laukumiem, kas ierīkoti ārpus kūdras atradnes.

Aprēķinos izmantotie pieņēmumi par tehnikas noslodzi doti Tab. 10. Tehnoloģiskās emisijas ir 169 tonnas CO₂ gadā, vidējais degvielas patēriņš 0,3 L m³ saražotās kūdras. Kopā visā atradnes izmantošanas laikā tehnoloģiskās CO₂ emisijas ir 7 621 tonna.

Tab. 10: Tehnikas noslodzes ievades dati ražošanas etapā

Rādītājs	Mērvienība	Frēze	Kultivators	Pneimatiskais savācējs	Ekskavators	Buldozers	Celmu vācējs	Frēzkūdras savācējstrēle	Kartu grāvju racējs	Traktors ar piekabi	Ekskavators iekraušanai
Jauda	kW	120,0	120,0	120,0	74,0	91,0	120,0	140,0	74,0	120,0	74,0
Degvielas patēriņš	L stunda ⁻¹	14,9	14,9	14,9	9,2	11,3	14,9	17,4	9,2	14,9	9,2
Izmaksas	Ls stunda ⁻¹	30,0	30,0	40,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	25,0	30,0
Noslodze gadā	darba stundas	720,0	1 080,0	360,0	130,0	270,0	360,0	140,0	140,0	1 041,7	416,7

Kopējās emisijas no kūdras produktiem atradnes izmantošanas laikā ir 2,0 milj. Tonnas CO₂. Iespējamās N₂O un CH₄ emisijas kūdras uzglabāšanas laikā aprēķinā nav iekļautas. Pēc kūdras atradnes izmantošanas pārtraukšanas kūdras produkti radīs vēl aptuveni 0,5 milj. Tonnas CO₂ emisiju.

Kūdras piegādes procesā radušās SEG emisijas novērtētas, pieņemot, ka visa kūdra tiek piegādāta patērētājiem ar kravas mašīnām tieši no atradnes, attiecīgi, piegādes procesā ir tikai tehnoloģiskās SEG emisijas, ko veido kravas mašīnas un ekskavators. Emisiju aprēķinā pieņemts, ka gada laikā sagatavo vidēji 32 000 tonnas frēzkūdras un 18 000 tonnas kurināmās kūdras. Produktu īpatsvars neietekmē emisiju lielumu, jo pieņemts, ka izmanto identiskus tehnoloģiskos risinājumus. Aprēķinu ievades dati parādīti Tab. 11. Darba ražības rādītāji parādīti Tab. 12.

Tab. 11: Tehnikas noslodzes aprēķinu ievades dati piegādes etapā

Nosaukums		Mērvienība	Kravas mašīna	Ekskavators
Jauda		kw	200,0	74,0
Degvielas patēriņš		L stunda ¹	24,8	9,2
Kopējā tehnikas noslodze	Frēzkūdra	darba stundas	2 536,8	667,0
	Kurināmā kūdra	darba stundas	1 426,9	375,0

Tab. 12: Darba ražības pieņēmumi

Nosaukums	Mērvienība	Skaitliskā vērtība
Vidējais piegādes attālums (uz ostu vai patēriņa vietu)	km	50,0
Vidējās kravas lielums	tonnas	24,0
Iekrašanās ilgums	minūtes kravai	12,0
Izkrašanās ilgums	minūtes kravai	6,0
Vidējais braukšanas ātrums ar kravu	km h ⁻¹	60,0
Vidējais braukšanas ātrums bez kravas	km h ⁻¹	65,0

Kopējās CO₂ emisijas kūdras piegādes procesā ir 12 689 tonnas gadā.

Neto SEG emisijas pēc kūdras atradnes rekultivēšanas, izvēloties dažādus rekultivācijas scenārijus, parādītas Tab. 13. Emisiju aprēķinā ietvertas arī kūdras produktu radītās SEG emisijas atbilstoši to pieņemtajam kalpošanas laikam. Lielākās SEG emisijas saistītas ar teritorijas appludināšanas, aramzemju un ilggadīgo zālāju scenāriju. Vismazākās emisijas saistītas ar teritorijas apmežošanu un kārkļu plantāciju ierīkošanu. Jāņem vērā, ka var būt situācijas, kad appludināšana ir vienīgais reālais rekultivācijas risinājums, jo gruntsūdens līmeņa uzturēšana nav iespējama bez sūkņu stacijām.

Tab. 13: Neto SEG emisijas pēc kūdras atradnes rekultivācijas

Rādītājs	Mērvienība	Vidējās emisijas pārskata periodā
Teritorijas appludināšana	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	54,3
Mežaudze	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	47,7
Ilggadīgais zālājs	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	54,6
Aramzeme	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	55,3
Stiebrzāļu plantācija	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	50,6
Kārkļu plantācija	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	47,1

Kūdras produktu ietekmi uz SEG emisijām pēc atradnes rekultivācijas parāda Tab. 14 un Tab. 13 doto emisiju rādītāju salīdzinājums. Neto CO₂ piesaistes avoti ir mežaudze, kārkļu plantācija un stiebrzāļu plantācija, savukārt, lielākās emisijas saistītas ar ilggadīgo zālāju un aramzemju ierīkošanu rekultivētajā platībā. Ņemot vērā, ka aprēķinos pieņemts, ka pilnīgi visa atstātā kūdra sadalīsies un paralēli veidosies jauns organiskās vielas uzkrājums, SEG emisijas no

augšnes ir tieši proporcionālas atstātā kūdras slāņa biezumam. Jāņem vērā arī tas, ka pilnīga kūdras izstrādāšana pasliktinās meža vai īscirtmeta plantāciju augšanu, tāpēc optimāls risinājums ir līdz 20 cm bieza labi aerēta kūdras slāņa atstāšana.

Tab. 14: Neto SEG emisijas pēc kūdras atradnes rekultivācijas bez kūdras produktiem

Rādītājs	Mērvienība	Vidējās emisijas pārskata periodā
Dabiska purva ekosistēma	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	2,0
Teritorijas appludināšana	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	2,0
Mežaudze	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	-4,5
Ilggadīgais zālājs	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	2,3
Aramzeme	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	3,1
Stiebrzāļu plantācija	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	-1,7
Kārķu plantācija	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	-5,2

SEG emisiju kopsavilkums visā aprēķinu periodā, sākot no atradnes ierīkošanas (kopā 95 gadi), parādītas Tab. 15. Salīdzinājumam dotas prognozējamās SEG emisijas neskartā purvā. Lielāko daļu SEG emisiju (ap 2 milj. tonnas CO₂ ekv.) rada kūdras produkti. Būtiski, ka aprēķins veikts dabiskam, nenosusinātam purvam. Ja tā vietā būtu mežaudze uz susinātas organiskas augšnes vai agrāk ierīkota kūdras atradne, SEG emisiju un piesaistes balance ilgtermiņā (200-300 gadu perspektīva) var būt par labu kūdras ieguvei.

Tab. 15: Neto SEG emisijas pēc kūdras atradnes izmantošanas laikā un rekultivācijas aprēķinu periodā

Rādītājs	Mērvienība	Skaitliskā vērtība
SEG emisijas dabiskā purvā	tonnas CO ₂ ekv.	34 827,6
Kūdras izmantošana:		
SEG emisijas kūdras atradnes sagatavošanas laikā	tonnas CO ₂ ekv.	7 160,0
SEG emisijas kūdras ieguves laikā	tonnas CO ₂ ekv.	2 018 705,1
Emisijas no augšnes susinātajā platībā	tonnas CO ₂ ekv.	6 334,6
Kūdras ieguves tehnikas radītās emisijas	tonnas CO ₂ ekv.	7 620,5
Kūdras produktu radītās emisijas	tonnas CO ₂ ekv.	2 004 750,0
SEG emisijas pēc rekultivācijas	tonnas CO ₂ ekv.	429 478,8
Neto SEG emisijas saimnieciskās darbības rezultātā	tonnas CO₂ ekv.	2 455 343,9
Neto SEG emisijas bez kūdras produktiem	tonnas CO₂ ekv.	-19 656,1
SEG emisiju pieauguma prognoze	tonnas CO ₂ ekv.	2 420 516,3
Vidējās ikgadējās SEG emisijas	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	141,6

Graudupes tīrelis

Aprēķinu kopsavilkums dots Tab. 16. Kopējās SEG emisijas, kas saistītas ar atradnes sagatavošanu, ir 7,8 tūkst. tonnas CO₂ ekv. (55 tonnas CO₂ ekv. ha⁻¹). Lielākā daļa emisiju veidojas atmežošanas rezultātā, izbūvējot ceļus un ierīkojot krautlaukumu. Tehnikas radītās SEG emisijas ir tikai 7 % no kopējām emisijām.

Tab. 16: SEG emisiju kopsavilkums ražošanas uzsākšanas etapā

Nosaukums	Mērvienība	Skaitliskā vērtība
Grāvju rakšana	tonnas CO ₂ ekv.	72,4
Apauguma novākšana un planēšana purvā	tonnas CO ₂ ekv.	133,5

Nosaukums	Mērvienība	Skaitliskā vērtība
Ceļu būve	tonnas CO ₂ ekv.	200,2
SEG emisijas atmežošanas rezultātā, veicot ceļa izbūvi	tonnas CO ₂ ekv.	3 550,1
Krautlaukuma izbūve	tonnas CO ₂ ekv.	91,9
SEG emisijas atmežošanas rezultātā, izbūvējot krautlaukumu	tonnas CO ₂ ekv.	2 805,5
Kopējās SEG emisijas	tonnas CO₂ ekv.	6 853,5
Pārejošās SEG emisijas, mineralizējoties veģetācijai	tonnas CO₂ ekv.	913,6

Kūdras ieguves radīto emisiju aprēķinos izmantoti tādi paši pieņēmumi kā zūru purvā, pārrēķinot vidējo ikgadējo noslodzi atbilstoši plānotajam ražošanas apjomam (Tab. 17). Tehnoloģiskās emisijas ir 167 tonnas CO₂ gadā. Kopā visā atradnes izmantošanas laikā tehnoloģiskās CO₂ emisijas ir 5 854 tonnas.

Tab. 17: Tehnikas noslodzes ievades dati ražošanas etapā

Rādītājs	Mērvienība	Frēze	Kultivators	Pneimatiskais savācējs	Ekskavators	Buldozers	Celmu vācējs	Frēzkūdras savācējstrēle	Kartu grāvju racējs	Traktors ar piekabi	Ekskavators iekraušanai
Jauda	kW	120,0	120,0	120,0	74,0	91,0	120,0	140,0	74,0	120,0	74,0
Degvielas patēriņš	L stunda ⁻¹	14,9	14,9	14,9	9,2	11,3	14,9	17,4	9,2	14,9	9,2
Noslodze gadā	darba stundas	576,0	864,0	288,0	101,1	210,0	280,0	112,0	108,9	2 000,0	333,6

Kopējās emisijas no kūdras produktiem atradnes izmantošanas laikā ir 1 milj. tonnas CO₂. Pēc kūdras ieguves pabeigšanas kūdras produkti radīs vēl 0,5 milj. tonnas CO₂ emisijas.

Kūdras piegādes procesā radušās SEG emisijas novērtētas, pieņemot, ka visa kūdra tiek piegādāta patērētājiem ar kravas mašīnām tieši no atradnes. Emisiju aprēķinā pieņemts, ka gada laikā sagatavo vidēji 40 000 tonnas frēzkūdras. Aprēķinu ievades dati parādīti Tab. 18. Darba ražības rādītāji parādīti Tab. 12.

Tab. 18: Tehnikas noslodzes aprēķinu ievades dati piegādes etapā

Nosaukums	Mērvienība	Kravas mašīna	Ekskavators
Jauda	kW	200,0	74,0
Degvielas patēriņš	L stunda ⁻¹	24,8	9,2
Kopējā tehnikas noslodze	Frēzkūdra	darba stundas	3 171,0
			278,0

Kopējās CO₂ emisijas kūdras piegādes procesā ir 7 429 tonnas gadā.

Neto SEG emisijas pēc kūdras atradnes rekultivēšanas, izvēloties dažādus rekultivācijas scenārijus, parādītas Tab. 19. Emisiju aprēķinā ietvertas arī kūdras produktu radītās SEG emisijas atbilstoši to pieņemtajam kalpošanas laikam. Ņemot vērā, ka izmantoti vienādi pieņēmumi par rekultivāciju, vismazākās emisijas saistītas ar teritorijas apmežošanu un kārklu plantāciju ierīkošanu. Graudupes tīrelī purva pamatni veido sfagnu kūdra. Tas liecina, ka purvā pēc rekultivācijas var veidoties oligotrofiski meža augšanas apstākļi un SEG emisijas, sadaloties kūdrai, var būt mazākas, nekā Zūru purvā un pat appludināšanas scenārijā rekultivētā kūdras atradne var būt neto CO₂ piesaistes avots.

Tab. 19: Neto SEG emisijas pēc kūdras atradnes rekultivācijas

Rādītājs	Mērvienība	Vidējās emisijas pārskata periodā
Teritorijas appludināšana	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	112,6
Mežaudze	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	106,1
Ilggadīgais zālājs	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	112,9
Aramzeme	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	113,6
Stiebrzāļu plantācija	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	108,9
Kārķu plantācija	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	105,4

Kūdras produktu ietekmi uz SEG emisijām pēc atradnes rekultivācijas parāda Tab. 20 un Tab. 19 doto emisiju rādītāju salīdzinājums. Tāpat kā Zūru purvā, neto CO₂ piesaistes avoti ir mežaudze, kārķu plantācija un stiebrzāļu plantācija, savukārt, lielākās emisijas saistītas ar ilggadīgo zālāju un aramzemju ierīkošanu rekultivētajā platībā.

Tab. 20: Neto SEG emisijas pēc kūdras atradnes rekultivācijas bez kūdras produktiem

Rādītājs	Mērvienība	Vidējās emisijas pārskata periodā
Dabiska purva ekosistēma	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	2,0
Teritorijas appludināšana	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	2,0
Mežaudze	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	-4,5
Ilggadīgais zālājs	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	2,3
Aramzeme	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	3,1
Stiebrzāļu plantācija	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	-1,7
Kārķu plantācija	tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	-5,2

SEG emisiju kopsavilkums visā aprēķinu periodā, sākot no atradnes ierīkošanas (kopā 70 gadi), parādītas Tab. 21. Salīdzinājumam dotas prognozējamās SEG emisijas neskartā purvā. Lielāko daļu SEG emisiju (ap 1 milj. tonnas CO₂ ekv.) rada kūdras produkti.

Tab. 21: Neto SEG emisijas pēc kūdras atradnes izmantošanas laikā un rekultivācijas aprēķinu periodā

Rādītājs	Mērvienība	Skaitliskā vērtība
SEG emisijas dabiskā purvā	tonnas CO ₂ ekv.	19 959,7
Kūdras izmantošana:		
SEG emisijas kūdras atradnes sagatavošanas laikā	tonnas CO ₂ ekv.	7 767,1
SEG emisijas kūdras ieguves laikā	tonnas CO ₂ ekv.	1 007 834,6
Emisijas no augsnes susinātajā platībā	tonnas CO ₂ ekv.	3 832,0
Kūdras ieguves tehnikas radītās emisijas	tonnas CO ₂ ekv.	5 854,4
Kūdras produktu radītās emisijas	tonnas CO ₂ ekv.	998 148,1
SEG emisijas pēc rekultivācijas	tonnas CO ₂ ekv.	519 654,2
Neto SEG emisijas saimnieciskās darbības rezultātā	tonnas CO₂ ekv.	1 535 255,9
Neto SEG emisijas bez kūdras produktiem	tonnas CO₂ ekv.	-4 744,1
Neto SEG emisijas bez kūdras produktiem	tonnas CO₂ ekv.	1 535 255,9
SEG emisiju pieauguma prognoze	tonnas CO ₂ ekv.	1 515 296,2
Vidējās ikgadējās SEG emisijas	tonnas CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā	154,6

Secinājumi par kūdras ieguves radītajām SEG emisijām

1. SEG emisiju samazināšanas izteismē efektīvākie risinājumi izstrādātu kūdras atradņu rekultivācijai ir meža ieaudzēšana, saglabājot funkcionējošas meliorācijas sistēmas, un īscirtmeta plantāciju ierīkošana biokurināmā ieguvei. Pārējie kūdras atradņu rekultivācijas risinājumi nenodrošina SEG emisiju samazināšanas efektu arī ilgtermiņā, neatkarīgi no sākotnējām SEG emisijām attiecīgajā platībā.
2. Abas pilot teritorijas raksturojamas kā potenciāls neto CO₂ piesaistes avots, līdz ar to nav uzskatāmas par prioritārām kūdras ieguves vietām, taču reālās situācijas novērtēšana uz lauka var sniegt citādu priekšstatu – ja gruntsūdens līmenis ir pazeminājies un dominē organiskās vielas mineralizēšanās procesi – abi purvi var būt SEG emisiju avots.
3. Lielāko daļu SEG emisiju kūdras ieguvē un izmantošanā rada kūdras produkti un atmežošana, kas saistīta ar ceļu un krautlaukumu būvi. Piemēram, kūdras atradņu sagatavošanā tehnikas radītās SEG ir 7-9 % no kopējām emisijām.