

Energoresursu ieguve no krājas un sastāva kopšanas cirtēm, grāvju un ceļmalu apauguma, celmu pārstrādes, izvērtējot ekonomiskos, tehnoloģiskos, vides un mežsaimnieciskos faktorus



*Berndt Nordén, Maria Iwarsson-Wide, Henrik von Hofsten,
Magnus Thor (Skogforsk)*

Andis Lazdiņš, Valentīns Lazdāns, Agris Zimelis (LVMI Silava)

Jaunaudžu kopšana (1)



Jaunaudžu kopšana (2)



Grāvju un ceļmalu apauguma novākšana



Pameža izstrāde



Celmu izstrāde (1)



Celmu izstrāde (2)



Izmēģinājumi jaunaudzēs un infrastruktūras objektos

- Hronometrāžas izmēģinājumu varianti:

Mašīna	Variants
Ponsse EH25 kniebējgalva uz pievedējtraktora bāzes	Jaunaudžu kopšana (priede, egļe) Grāvju apauguma novākšana <u>Pievešana visos variantos</u>
Bracke C16.a griezējgalva uz harvestera bāzes	Jaunaudžu kopšana (priede, egļe) Grāvju apauguma novākšana Pameža izstrāde



Bracke C16.a



Ponsse EH25

Jaunaudžu raksturojums (1)

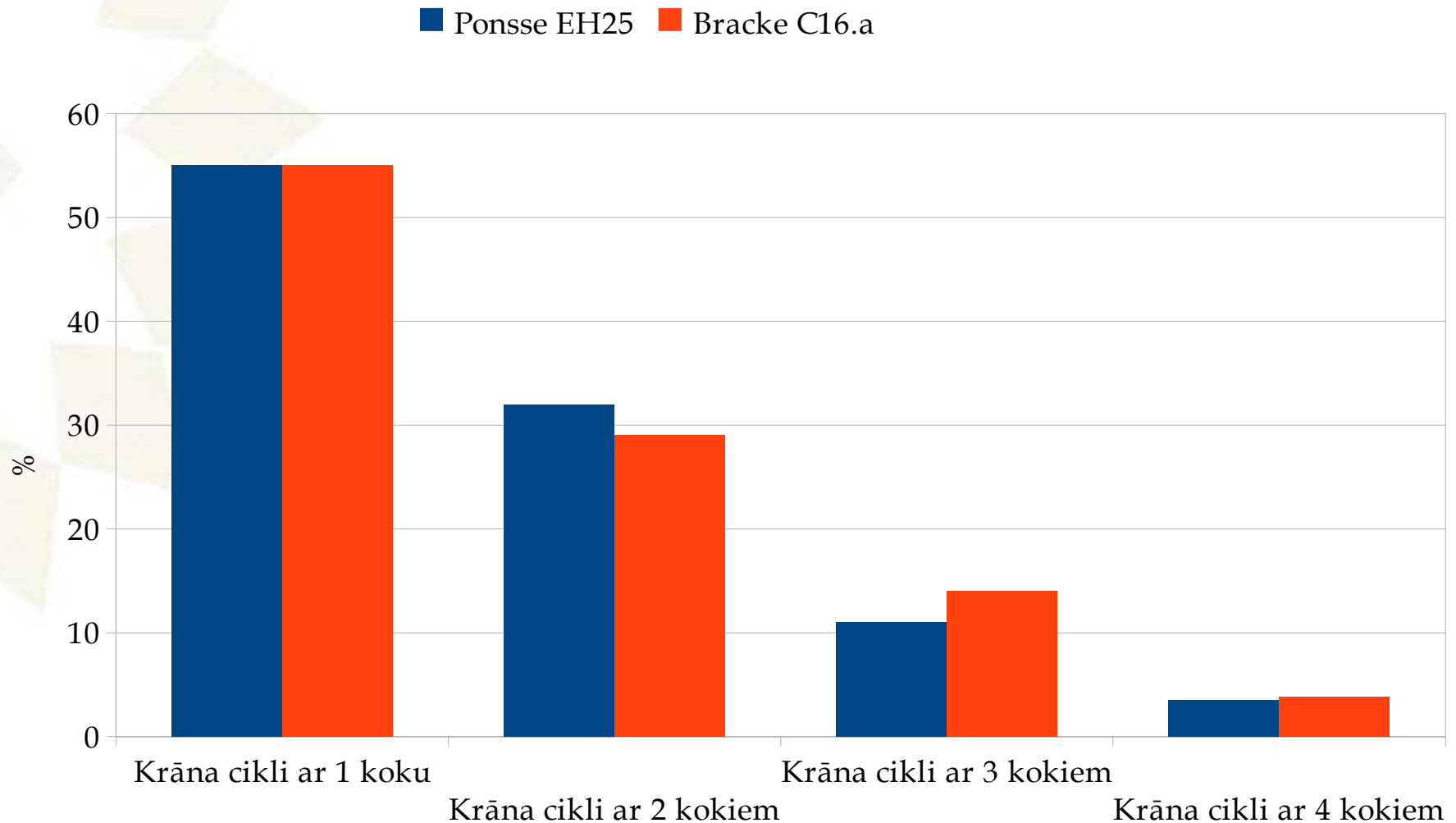
- Priežu audze saimniecībā “Vilciņi”:
 - mežaudzes raksturojums;
 - vidējais H – 12 m,
 - vidējais Ø – 13,5 cm,
 - sākotnējais šķērslaukums – 42 m² ha⁻¹,
 - šķērslaukums pēc kopšanas – 15 m² ha⁻¹,
 - krāja – 238 m³ ha⁻¹,
 - eksperimenta rezultāti;
 - 53-118 sīkkoki stundā,
 - 14 ber.m³ E₁₅ stundā,
 - liela variabilitāte starp operatoriem.
- Egļu audze:
 - mežaudzes raksturojums
 - vidējais H – 11 m,
 - vidējais Ø – 13 cm,
 - sākotnējais šķērslaukums – 49 m² ha⁻¹,
 - šķērslaukums pēc kopšanas – 16 m² ha⁻¹,
 - krāja – 183 m³ ha⁻¹,
 - eksperimenta rezultāti;
 - 150 sīkkoki stundā,
 - 13 ber.m³ E₁₅ stundā.

Jaunaudžu raksturojums (2)

- Jaukta egļu un lapu koku audze:
 - mežaudzes raksturojums;
 - vidējais H – 10 m,
 - vidējais Ø – 12 cm,
 - sākotnējais šķērslaukums – 25 m² ha⁻¹,
 - šķērslaukums pēc kopšanas – 15 m² ha⁻¹,
 - krāja – 90 m³ ha⁻¹,
 - eksperimenta rezultāti;
 - 120 sīkkoki stundā,
 - 7-12 ber.m³ E₁₅ stundā,
 - liela variabilitāte starp operatoriem.

Izstrādes ražībā būtiska loma akumulējošās funkcijas izmantošanai

- Piemērs no priežu audzes:



Grāvju un ceļmalu apaugums

- Grāvja parametri:
 - kopējais platums – 16,2 m;
 - brauktuves platums – 3,5 m;
 - grāvja (izstrādātās joslas) platums – 12,7 m;
- Apauguma raksturojums:
 - vidējais H – 7,9 m;
 - vidējais Ø – 5,7 cm;
 - sākotnējais šķērslaukums – 12,9 m² ha⁻¹;
 - krāja – 37 m³ ha⁻¹;
- Eksperimenta rezultāti (Ponsse EH25):
 - 8 ber.m³ E₁₅ stundā⁻¹;
 - izstrādātais apjoms – 100 ber.m³ ha⁻¹.

Sīkkoku pievešana

- Ražība jaunaudzēs:
 - priežu audzē – 9-18 ber.m³ E₁₅ stundā;
 - egļu audzē – 21 ber.m³ E₁₅ stundā;
 - jauktā audzē – 15 ber.m³ E₁₅ stundā;
- Lielas atšķirības ražībā gan vienas cirsmas līmenī, gan starp cirsēm:
 - atšķirīga operatoru pieredze;
 - lielāka izstrādātā biomasa egļu audzē.

Secinājumi par sīkkoku izstrādes un pievešanas eksperimentu rezultātiem

- Četri operatori ar atšķirīgu darba pieredzi:
 - bez darba pieredzes vai bez pieredzes ar attiecīgo mašīnu un darba paņēmieni;
 - pieradis pie mašīnas, bet ne pie darba paņēmiena;
 - pieradis pie darba paņēmiena, bet nav strādājis ar eksperimentā izmantoto mašīnu.
- Akumulējošā funkcija – galvenais faktors augstai ražībai:
 - biežāka akumulēšanas funkcijas izmantošana egļu audzēs;
 - vidēji 150-200 koki E_{15} stundā⁻¹ Zviedrijā;
 - Bracke C16.a ir efektīvāks, nekā Ponsse EH25 (?);
- Pieredzējis operators grāvju apauguma novākšanā:
 - tomēr izmēģinājumos konstatēta neliela ražība;
 - nepieciešami izmēģinājumi ar dažādiem darba paņēmieniem.

Celmu izstrāde

- Mežaudzes raksturojums:
 - sastāvs;
 - 5.nog. – 5B1P1E (82 gadi) 3P (120 gadi) + E (65 gadi) otrajā stāvā (2,7 ha),
 - 1.nog. – 7E2P1B (102 gadi) + A, O (102 gadi) + E otrajā stāvā (1,4 ha),
 - vidējais Ø: 5.nog. – 28 cm, 1.nog. – 35 cm;
 - krāja: 5.nog. – 279 m³ ha⁻¹, 1.nog. – 348 m³ ha⁻¹.
- Hyundai LB21Lc kāpurķēžu ekskavators ar CBI galvu.
- John Deere 1110D pievedējtraktors zaru kausu.

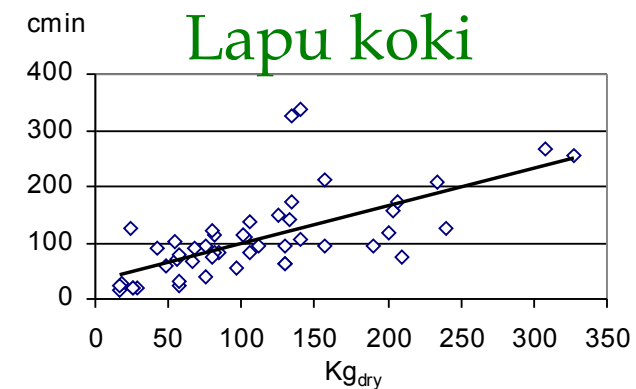
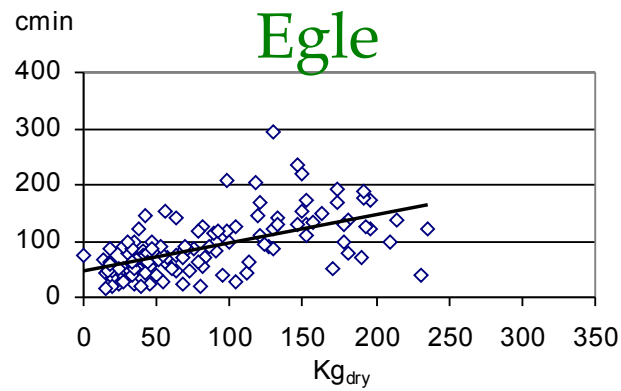
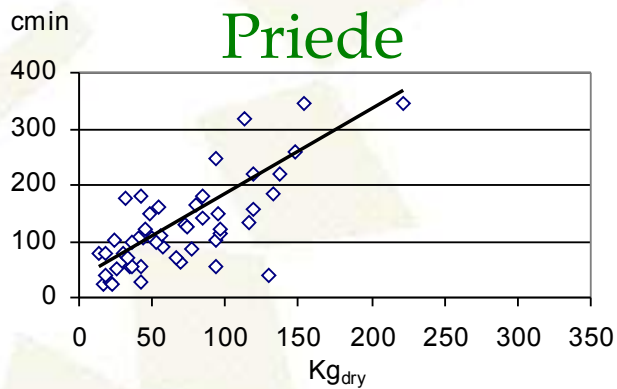


Eksperimentu raksturojums

	1. pl.	2. pl.	3. pl.
Augsne	Smilts (ieplaka)	Smilts (pacēlums)	Kūdra (~40cm)
Celmu skaits	94	102	52
Sugu sastāvs, % (<i>priede, egle, lapu koki</i>)	12P53E35LK	28P59E13LK	31P52E17LK
Vidējais Ø, cm	34	36	35
Bruto masa, t _{sausnas}	8,4	8,6	3,9

Celmu izstrādes ražība

- Izstrāde: 4,5-6,5 t_{sausnas} E₀ stundā.
- Pievesana: 5,6-7,7 t_{sausnas} E₀ stundā.



Kēmeņa vibrācija var būt problēma!

- Vibrāciju mērījumi izstrādē un celmu pievešanā:

	Celmu izcelšana	Sortimenta pievešana
$A_g, \text{ m s}^{-2}$	0,558	0,169
$H_{\text{max}}, \text{ stundas dienā}^{-1}$	6,4	70,3

Secinājumi par celmu izstrādes izmēģinājumu rezultātiem

- Ļoti labi darba apstākļi:
 - augsne;
 - kopējā krāja.
- Liela ražība: 5,2 t E₁₅ stundā (4,4 t Zviedrijā).
- Smilšainā augsnē ar zemu gruntsūdens līmeni – priedēm dziļas mietsaknes, kas būtiski samazina ražību.
- Jāpalielina pievedējtraktora krava (vidēji pievešanā izmantota tikai puse no kravas tilpnes).
- Jāmeklē risinājums vibrācijas samazināšanai, veicot celmu izstrādi.

Pameža tīrīšana

- Bracke C.16a + Ponsse Gazelle pievedējtraktors.
 - mežaudzes raksturojums;
 - vidējais H – 5,4 m,
 - vidējais Ø – 2,6 cm,
 - pameža šķērslaukums – 3,8 m² ha⁻¹,
 - krāja – 15 m³ ha⁻¹,
- eksperimenta rezultāti;
 - izstrāde – 1 t_{sausnas} E₁₅ stundā;
 - pievešana – 1 krava (3 ber.m³) stundā.

Secinājumi par pameža tīrīšanas izmēģinājumu rezultātiem

- Liela biokurināmā pašizmaksa, jo:
 - neliela koksnes krāja pamežā;
 - maza izstrādes un pievešanas operāciju ražība;
 - lielas izmaksas mašīnu pārvietošanai starp cirsmām.
- Liels potenciāls pievedējtraktora ražības paaugstināšanai (līdz līmenim, kas ir jaunaudžu un grāvju apauguma pievešanā).

Biokurināmā pašizmaksas aprēķins

- Aprēķinu modelis elektroniskās tabulas veidā.
- Ievaddati iegūti eksperimentāli un, izdarot pieņēmums, kasbalstīti uz uzņēmumu aptaujām.

Tehnikas vienība	Kapitālizmaksas Ls, bez PVN
Ekskavators ar darba galvu celmu izcelšanai	105 000
Celmu drupinātājs + kravas mašīna celmu pievešanai	420 000
Frontālais krāvējs (celmu kurināmajam)	40 000
Pievedējtraktors Ponsse Gazelle ar EH25 galvu	163 000
Harvesters JohnDeere 970 ar Bracke C16.a galvu	126 000
Mobilais šķeldotājs Jenz	316 000
Šķeldas vedējs ar 2 konteineriem	70 000

Izmaksu analīze

- Biokurināmā ieguves un piegāžu tiešās izmaksas (Ls ber.m⁻³), neietver glabāšanas, administrēšanas u.c. izmaksas:

	Izstrāde	Pievešana	Smalcināšana	Transports	Kopā
Jaunaudze <i>Ponsse Gazelle/EH25</i>	2,39	1,24-1,99	1,05	1,56	6,24-6,99
Jaunaudze <i>John Deere 970/Bracke C16.a</i>	2,12	1,24-1,99	1,05	1,56	5,98-6,73
Grāvju apaugums <i>Ponsse Gazelle/EH25</i>	5,08	Ieskaitot izstrādi	1,05	1,56	7,70
Grāvju apaugums <i>John Deere 970/Bracke C16.a</i>	2,42	1,34	1,05	1,56	6,37
Atcelmošana	1,23	0,90	1,43	1,56	5,13
Pameža izstrāde	5,96	2,51	1,05	1,56	11,08

Celmu biokurināmā apjoma noteikšana

- Saskaņā ar lauka darbu rezultātiem:
 - celmi $t_{\text{sausnas}} = V_{\text{kop.}} (\text{apaļkoku sortimenti}) \times 0,12$;
- Saskaņā ar aprēķinu rezultātiem, pielietojot allometriskās biomasas aprēķinu funkcijas¹:

Saknes un celms kokam ar \emptyset_0 50 cm

Celms, kg:

Egle	188,6
------	-------

Egle	188,6
------	-------

Saknes > 5 cm, kg

Egle	104,0
------	-------

Priede	98,1
--------	------

Saknes < 5 cm, kg

Egle	24,9
------	------

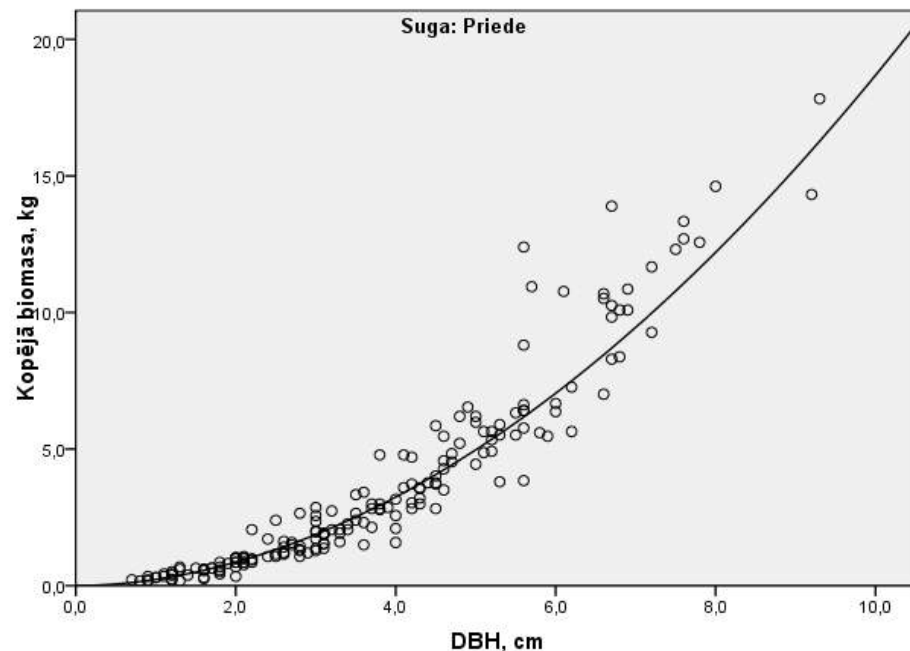
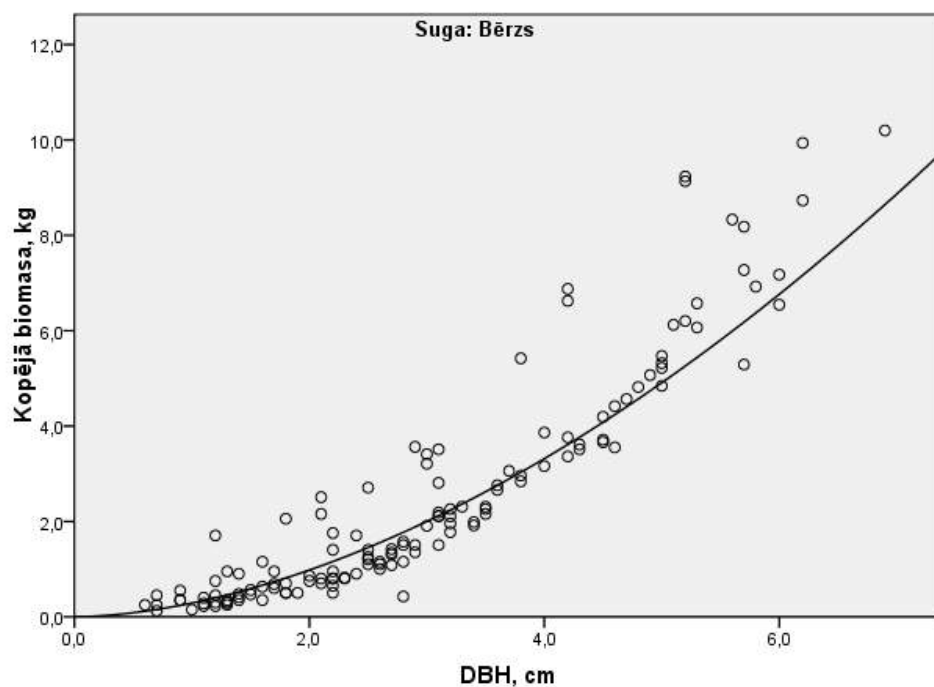
Priede	27,7
--------	------

¹ Marklund, L.G. 1988. Biomassafunktioner för tall, gran och björk i Sverige. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogstaxering, Rapport 45: 1-73.

Biokurināmā apjoma noteikšana jaunaudzēs

- Biokurināmā apjoma novērtējums:
 - kopējo krāju nosaka, uzmērot audzi ar parauglaukumu metodi;
 - izstrādājamo krāju veido:
 - 20% no kopējās krājas, kas atrodas uz tehnoloģiskajiem koridoriem,
 - izkopjamo sīkkoku krāja starp tehnoloģiskajiem koridoriem,
 - bojāto koku krāja,
- Aprēķinu modeļi:
 - modelis jaunaudžu kopšanas aprēķiniem aizaugušās lauksaimniecības zemēs pēc $\emptyset_{1,3}$ un sugu sastāva;
 - jāpapildina ar koeficientiem, kas raksturo jaunaudzes tipiskā meža vidē un caurmēra pakāpju sadalījuma aprēķinu.

Virszemes biomasas aprēķinu piemērs priedei un bērzam



Biokurināmā apjoma noteikšana apauguma novākšanā

- Aprēķinu modelis, m³ pēc H un koku skaita (Ba):

H vid., m	Koku skaits, gab. ha ⁻¹									
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
3	3	5	8	10	13	16	18	21	24	26
3,5	4	8	12	17	21	25	29	33	37	41
4	6	12	18	25	31	37	43	49	55	62
4,5	9	17	26	35	44	52	61	70	79	87
5	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
5,5	16	32	48	64	79	95	111	127	143	159
6	21	41	62	82	103	123	144	165	185	206
6,5	26	52	78	104	131	157	183	209	235	261
7	33	65	98	130	163	195	228	260		
7,5	40	80	120	160	200	240				
8	48	97	145	194	242					
8,5	58	116	174	232						
9	69	137	206							

Biokurināmā sagatavošanas ietekme uz vidi

- Galvenie riski.
- Iespējamās priekšrocības.
- Oglekļa emisijas ražošanas procesā.



Galvenie riski, kas saistīti ar celmu biokurināmā sagatavošanu

- Lielizmēra nedzīvās koksnes apjoma samazināšanās, kas var negatīvi ietekmēt bioloģisko daudzveidību.
- Augsnes struktūras izjaukšana, palielināts erozijas un virszemes ūdenskrātuvju saduļķošanās risks.
- Barības vielu krājas samazināšanās un augsnes paskābināšanās risks.
- Augsnes oglekļa krājas samazināšanās un oglekļa aprites traucējumi.
- Vēsturiskā un kultūras mantojuma iznīcināšana.
- Atsevišķu toksisku elementu mobilitātes palielināšanās augsnes paskābināšanās rezultātā.

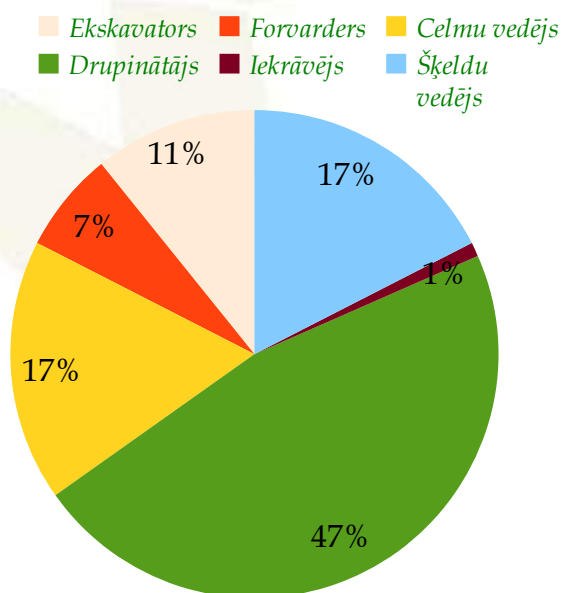
Potenciālie ieguvumi, ko dod celmu biokurināmā sagatavošana

- Trupes (*Hetrobasidion*, *Armillaria*, *Phellinus*) radīto zaudējumu samazināšanās nākamajā meža apritē.
- Sekmīgāka meža dabiskā atjaunošanās, pateicoties augsnes skarifikācijai un auglīgās augsnes virskārtas uzvēršanai.
- Nepasliktināta vai uzlabota nākamās aprites jaunaudzes augšana, pateicoties labākai augsnes struktūrai un augiem pieejamo barības vielu krājas pieaugumam.
- Smecernieka (*Hyolobius abietus*) un citu kaitēkļu bojājumu apjoma samazināšanās, pateicoties augsnes skarifikācijai un barības bāzes aizvākšanai.

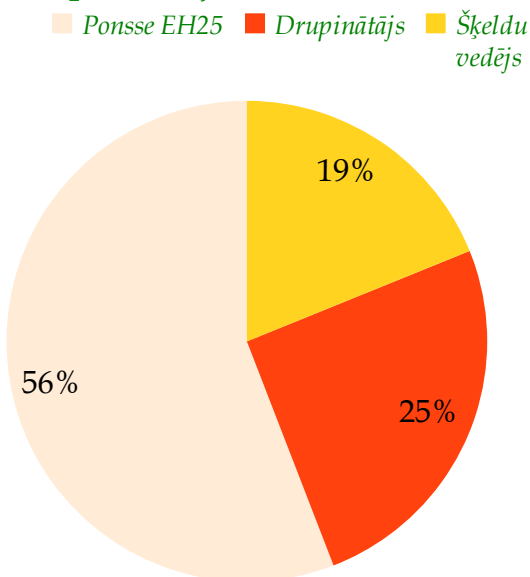
Oglekļa emisijas

- Kopējās oglekļa emisijas uz 1 ber.m³:
 - celmu sagatavošanā – 3,0 kg;
 - jaunaudžu kopšanā: Ponsse EH25 uz pievedējtraktora – 2,0 kg, Bracke C16.a uz harvestera bāzes – 2,5 kg;
 - grāvju trasu tīrīšanā - Ponsse EH25 uz pievedējtraktora – 2,8 kg, Bracke C16.a uz harvestera – 2,7 kg.

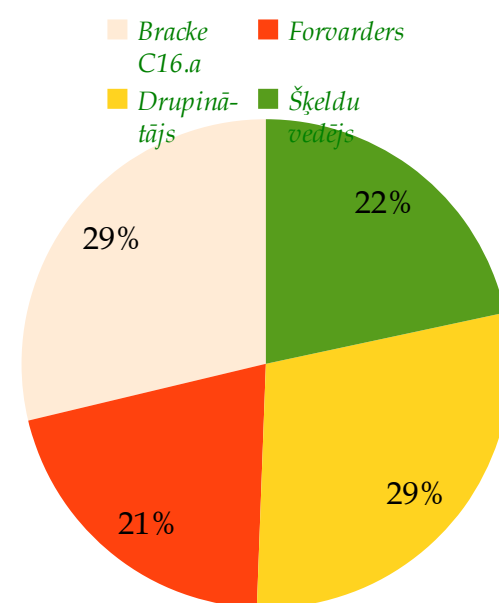
Celmu kurināmā sagatavošana



Grāvju izkopšana ar Ponsse EH25 uz pievedējtraktora bāzes



Jaunaudžu kopšana ar Bracke C16.a uz harvestera bāzes

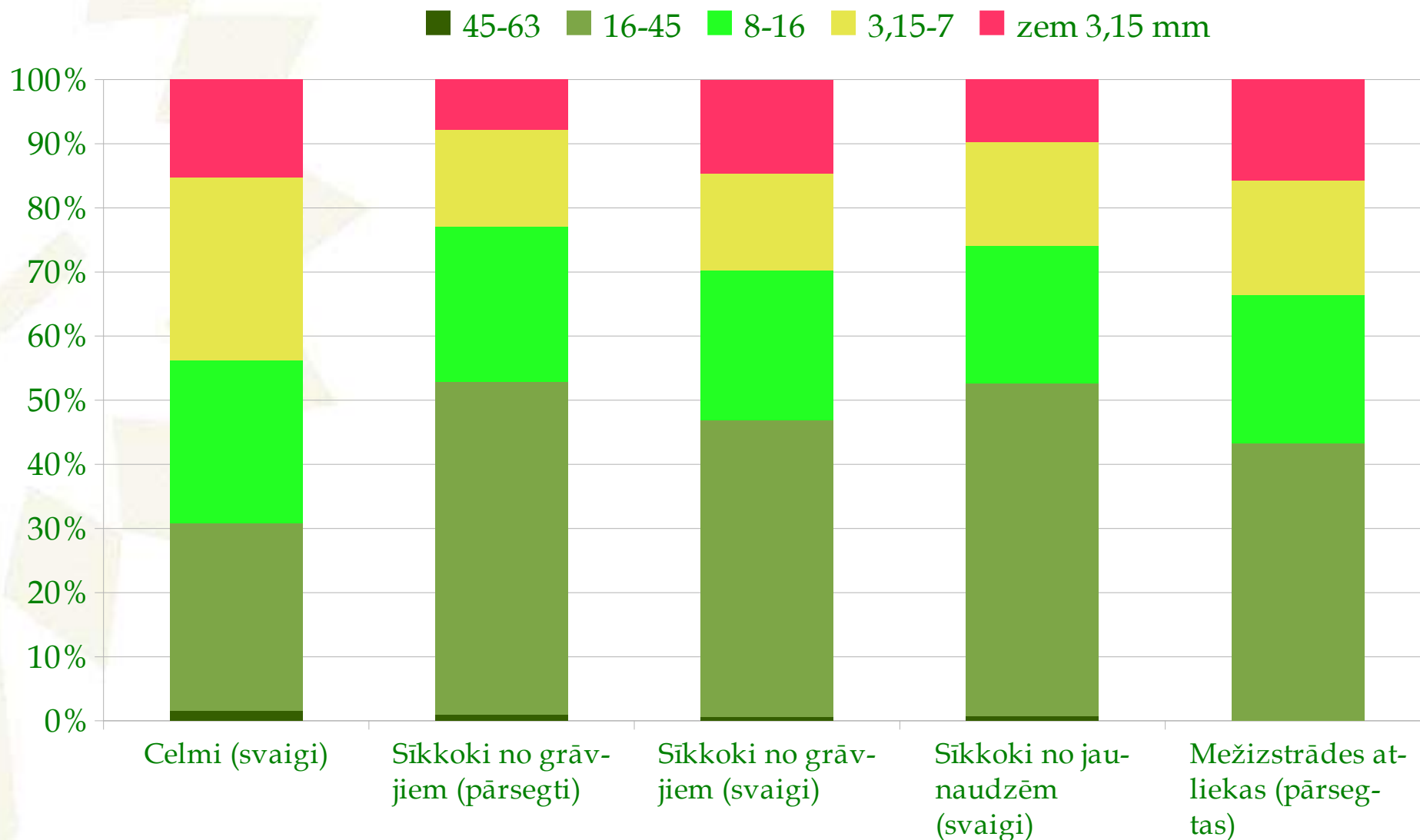


Biokurināmā kvalitāte

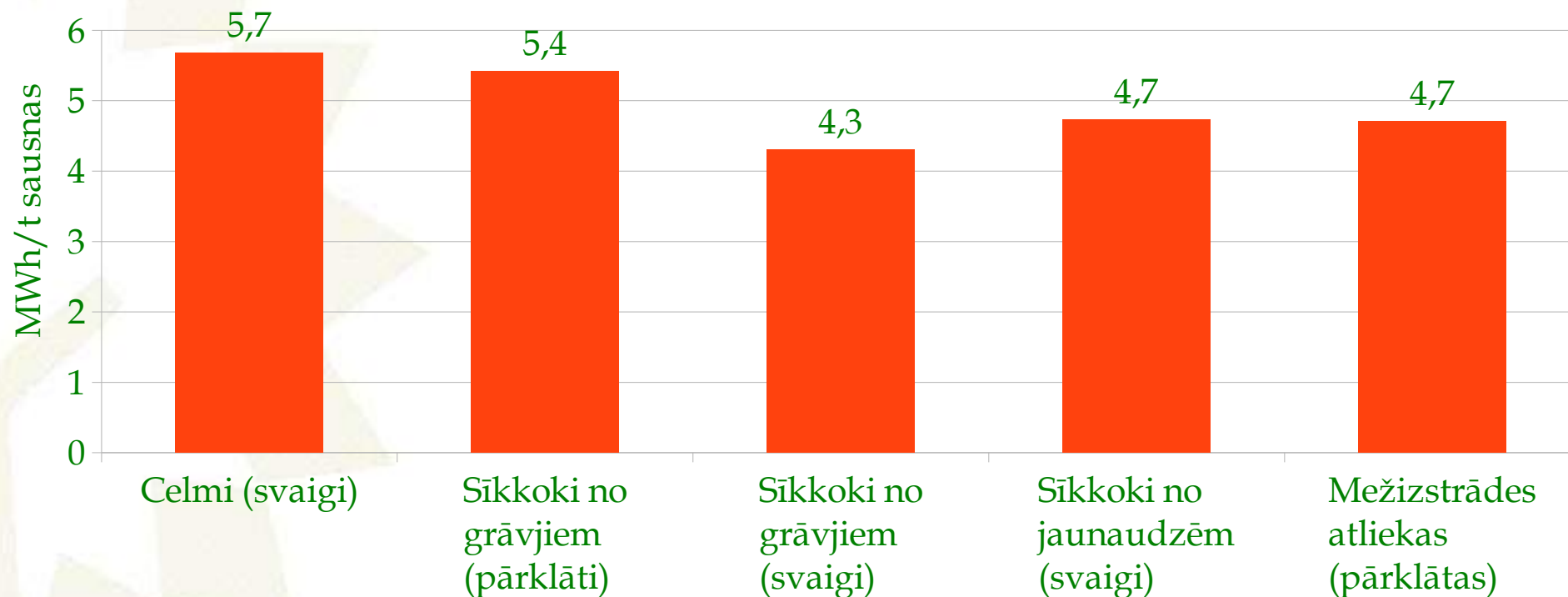
- Frakcionālais sastāvs.
- Sadegšanas siltums.
- Relatīvais mitrums.
- Pelnu saturs.



Dažāda izmēra frakciju īpatsvars



Sadeģšanas siltums



Zemākā sadeģšanas siltuma aprēķins:

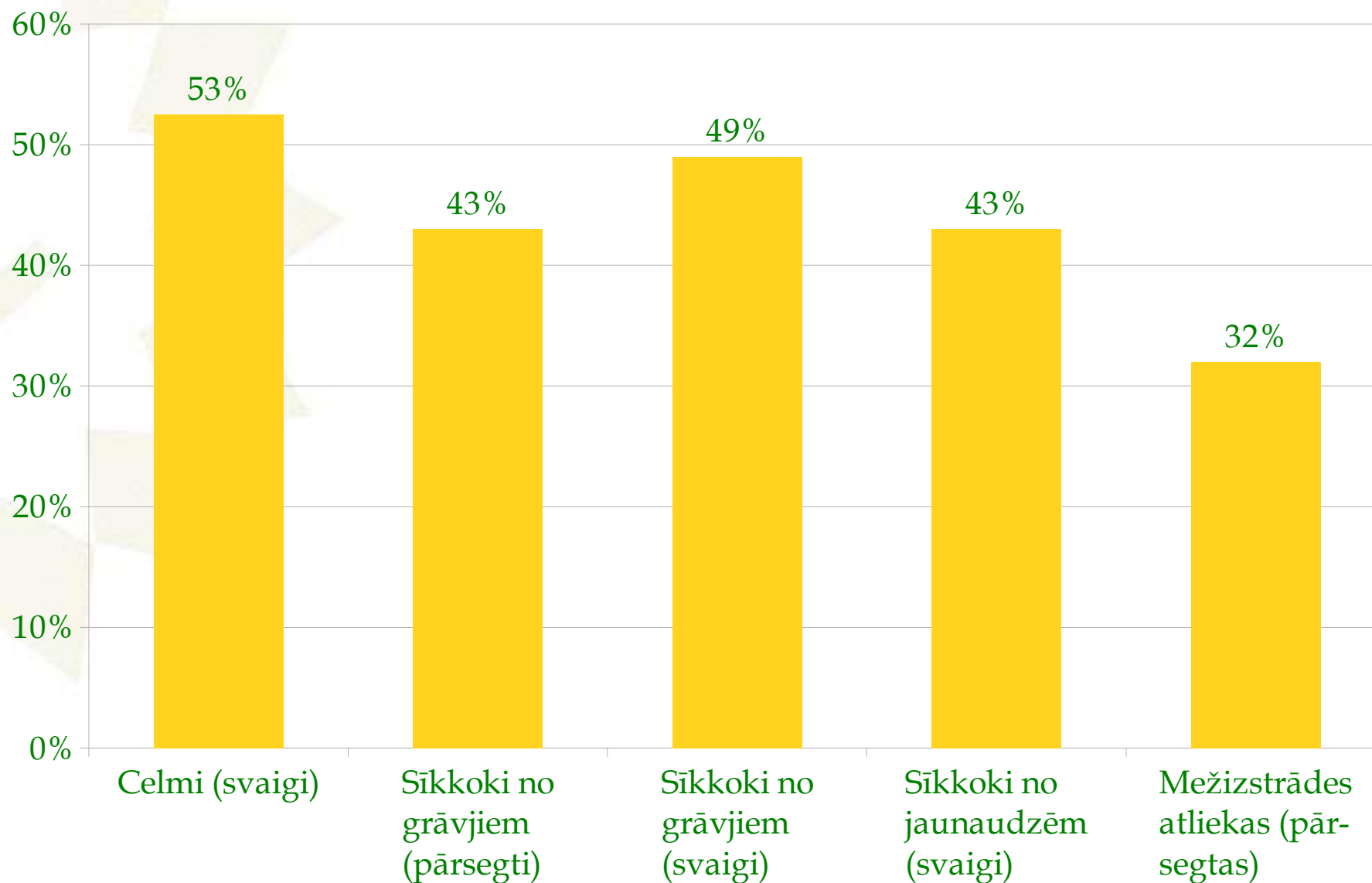
$$MW h/ber.m^3 = \frac{\frac{x_3}{(1-x_4)} * 19,2 * (1-x_5) * (1-x_4) - 2,44 * x_4}{3,6}$$

x_3 blīvums ($t_{sausnas}/ber.m^3$)

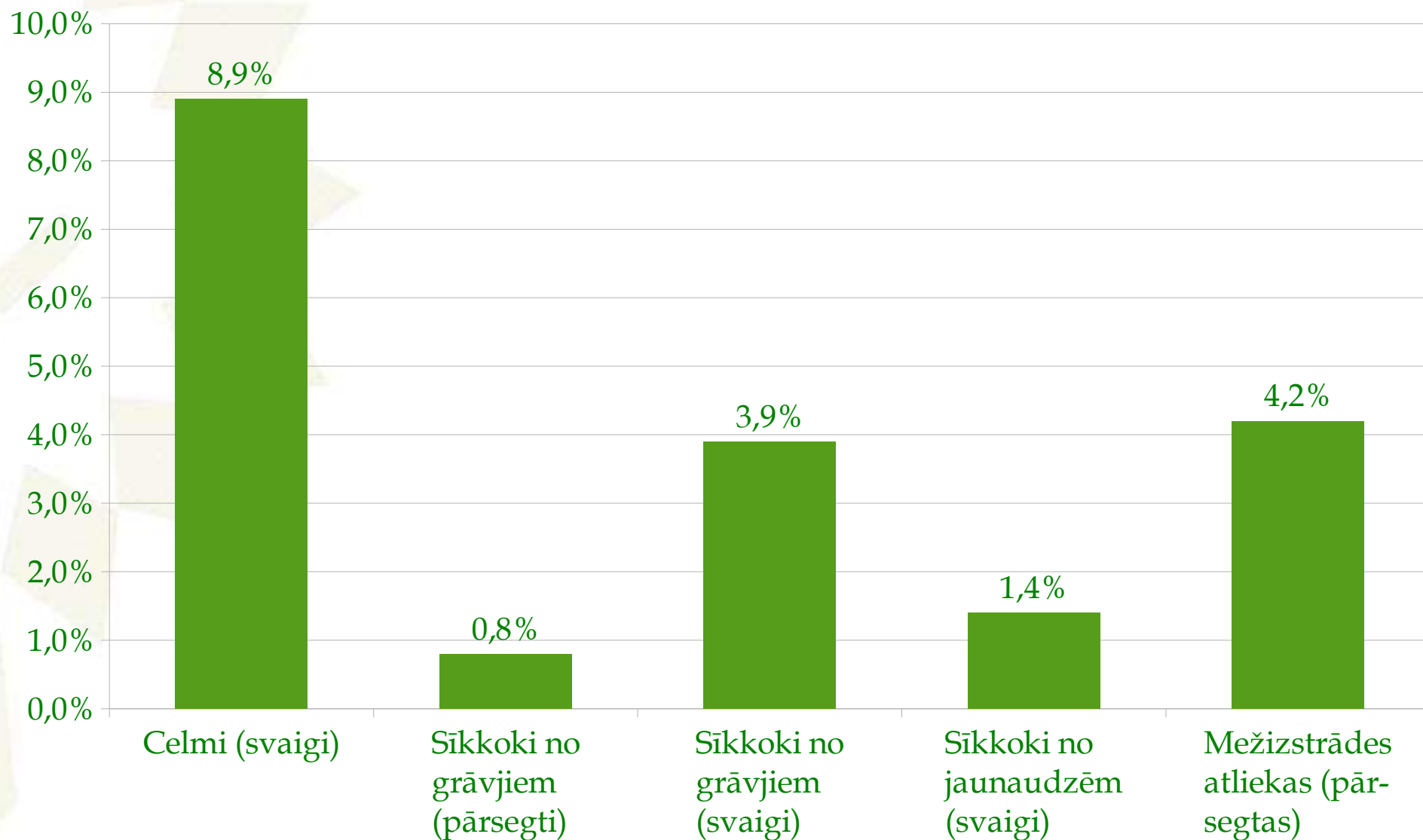
x_4 relatīvais mitrums

x_5 pelnu saturs

Relatīvais mitrums



Pelnu saturs



Pateicos par uzmanību!



SKOGFORSK, The Forestry Research Institute of Sweden

Uppsala Science Park, 751 83 UPPSALA

Phone: +46 18 18 85 00, Fax: +46 18 18 86 00

Latvijas valsts mežzinātnes institūts "Silava"

Rīgas iela 111, Salaspils LV-2169

Tālr.: 26595586, Fakss: 67901359

E-pasts: andis.lazdins@silava.lv

