

Sapropelis: no izpētes līdz pielietojumam

Vaira OBUKA, Karina STANKEVIČA, Santa
CELMA, Edmunds BĒRZIŅŠ

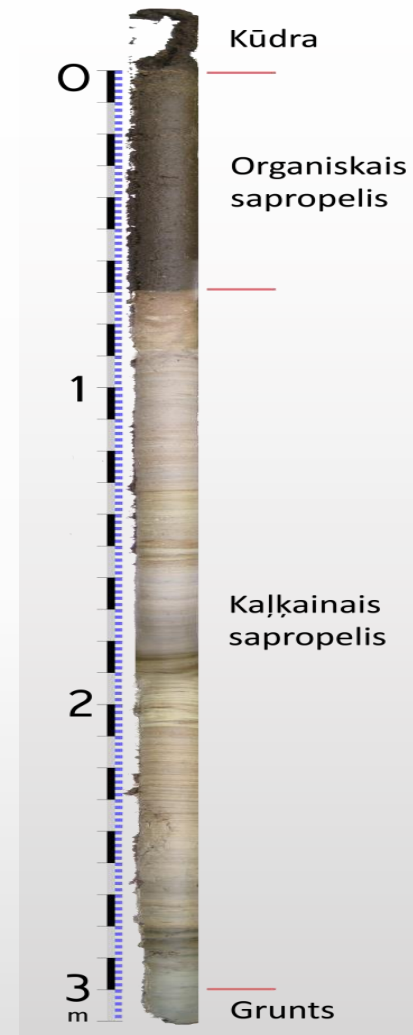
LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte,

e-pasts: vaira.obuka@gmail.com ,
karina.stankevica@gmail.com

Sapropelis ir:

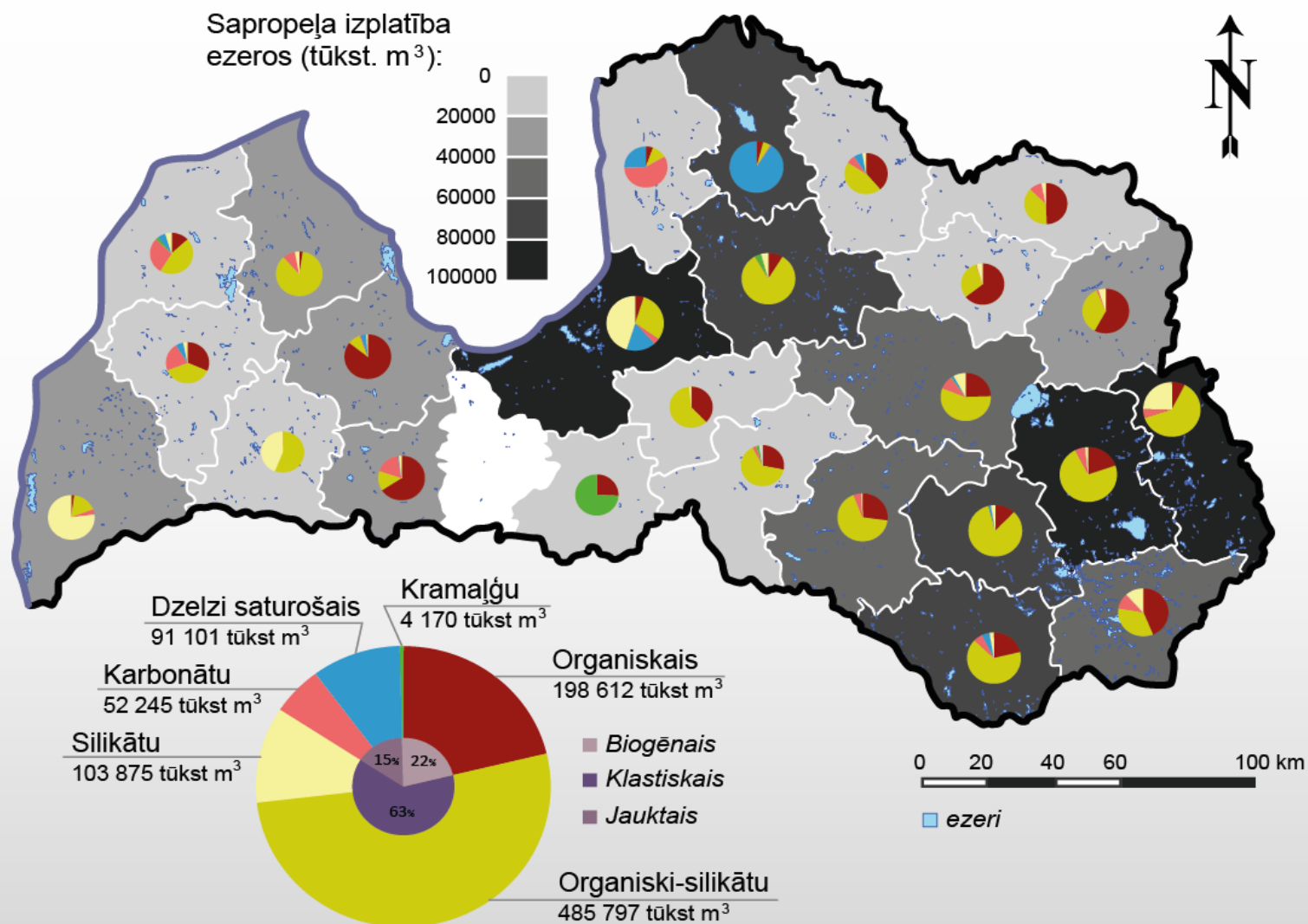
daļēji atjaunojams zemes dzīļu resurss, kas ir sīkgraudainas un irdenas koloidālas kontinentālu ūdeņu nogulsnes, kuru organisko vielu daudzums ir lielāks par 30%, nelielu neorganisko biogēnas izcelsmes komponentu saturu un minerālo ingredientu piejaukumu.

Sinonīmi: gittija, ar organiskām vielām bagāti ezera nogulumu



Nogulumu profils (ezers Padēlis)

Sapropeļa resursi un pieejamība Latvijā



Sapropeļa izpētes vēsture Latvijā

- 20. gs. 20-tajos g. P. Nomaļa vadībā uzsākta kūdras purvu sapropeļa iegulu izpēte, apzinātas >400 sapropeļa purvu atradnēm;
- Ķīmiski-tehnoloģiska sapropeļa izpēte tika uzsākta 1950. g. ZA Koksnes ķīmijas institūtā. N. Brakša vadībā, apsekoti 250 ezeri, veiktas dažādas ķīmiskās analīzes;
- B.Vimbas vadībā tika pētīta sapropeļa kā mēslojuma izmantošanas iespējas no 50-iem - 70-iem g;
- 1957. gadā A. Kalniņa un B. Vimbas veiktie pētījumi atklāj sapropeļa saistvielas spējas – sapropeļbetons, siltumizolācijas plāksnes ut.t.;
- No 1990. - 2000. g. tika veikti sapropeļa meklēšanas darbi Latvijas teritorijā;
- 2009. gadā aizsākti pētījumi Latvijas Universitātē

Sapropēja sastāvs



- ūdens jeb mitruma daudzums sapropēja sastāvā ir no **75 līdz pat 99%** no svaiga sapropēja masas
- daļa no ūdens ir brīvā stāvoklī, bet daļa ir saistīta kopā
 - Satur izšķīdušo **organisko** un **minerālo** daļu



- **15% un vairāk no sapropēja sausās masas**
 - tās ir aļģu, ūdens dzīvnieku un augstāko augu atliekas
- var saturēt celulozi, humīnskābes, aminoskābes, bitumus, ogļhidrātus



- minerālo vielu (pelnu) daudzums sapropēja sastāvā var mainīties no **15 % līdz 85 %** no sausas sapropēja masas.
 - to veido: karbonāti, silikāti, dzelzs oksīdi u.c



- mikroorganismu daudzums samazinās līdz ar dziļumu
 - bentoss un mikroorganismi
- nodrošina bioloģisko aktivitāti un daļēji pārveido nogulumus

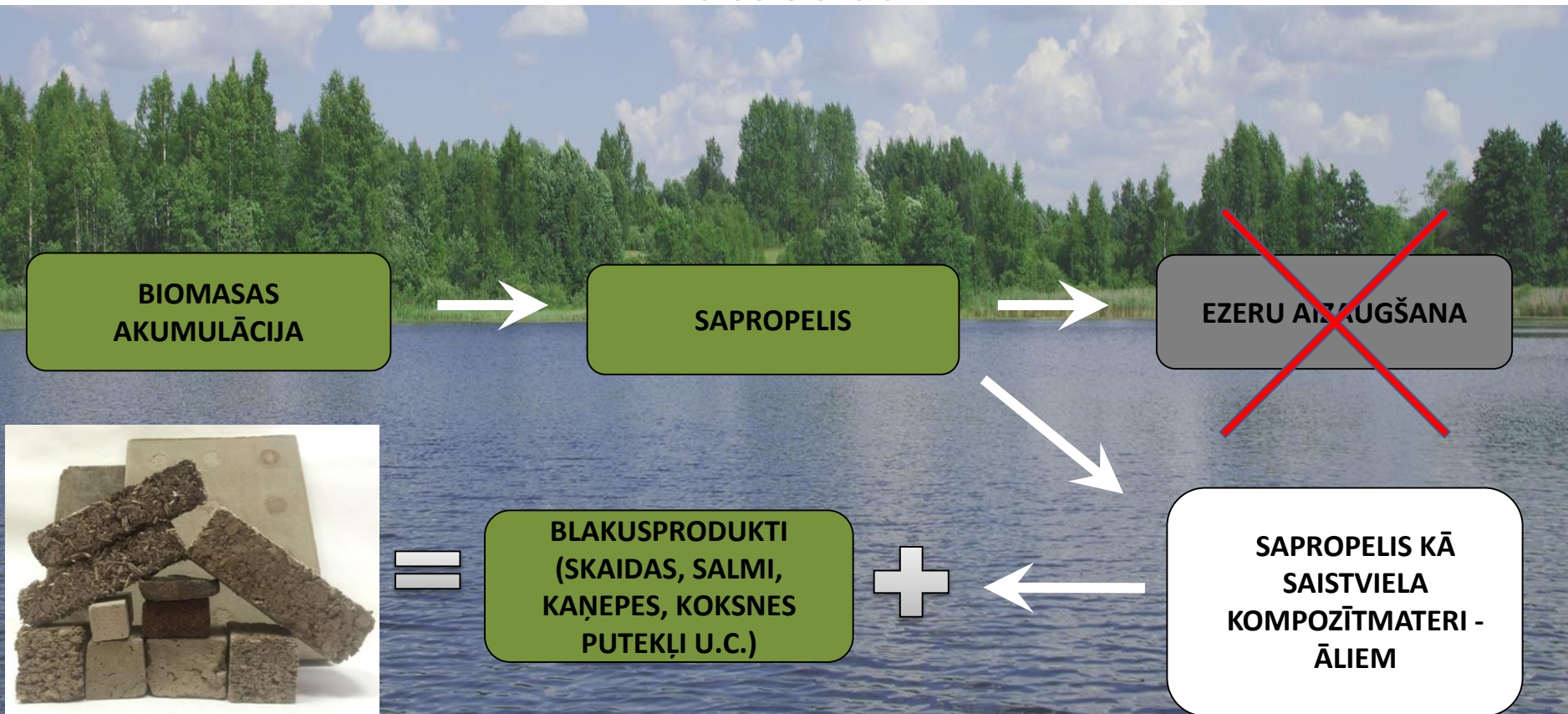
Sapropeļa īpašības

- Viena no sapropeļa īpašībām ir tā koloīdā struktūra, sapropeļa organiskie koloīdi ir spējīgi saistīt lielu daudzumu ūdens;
- Tas žūst lēni, ar grūtībām atdodot ūdeni, bet sakaltis vairs no jauna neuzbriest;
- Sapropeļa īpatnējā masa pieaug, un blīvums palielinās, samazinoties mitrumam;
- Sapropelim ir konstatētas līmvielas īpašības, kuras raksturo – salīmējoša un hidrofobizējoša spēja;
- Sapropelim ir labs plastiskums, viskozitāte, adhēzijas īpašības un adsorbcijas spējas.

Izmantošanas iespējas



Sapropeļa īpašību izpēte izmantošanas potenciāla attīstībai



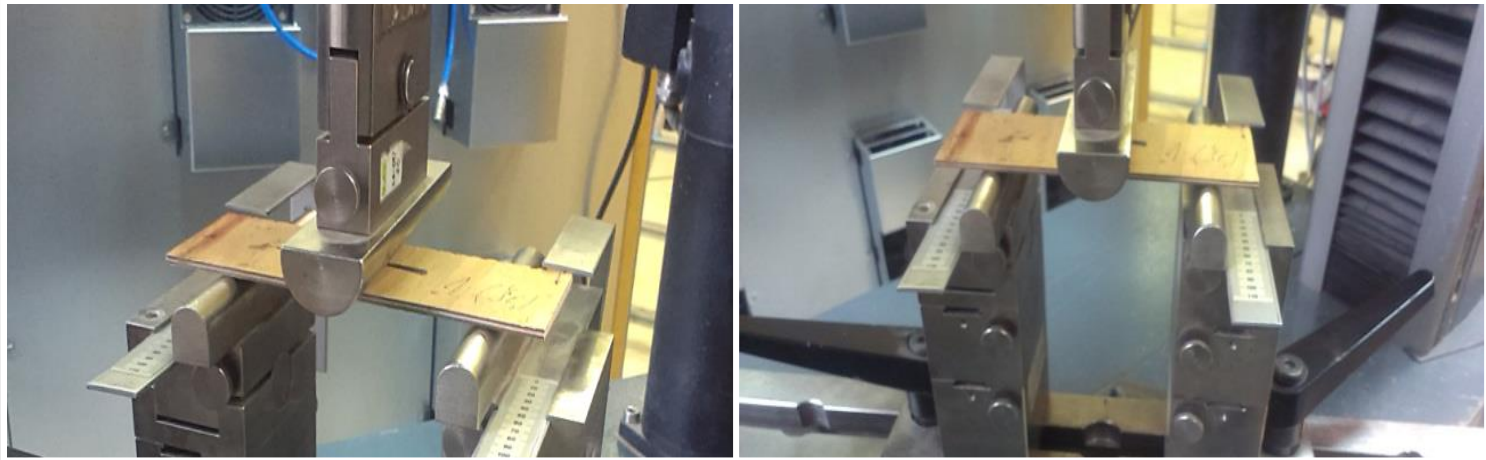
Sapropelis kā līmviela: būtiskāko īpašību novērtējums

Izmantotās metodes

- **Stiprības noteikšana** statistiskā **liecē** un **līmējuma stiprības pārbaude** EN 314-1 un EN 314-2
- **Pielietojamības** grupas ($D_1 - D_4$) **noteikšana** sapropelim kā līmei, EN 204 un EN 205 standarts
- Kūdras salīmēšana ar sapropeli **un stiprības noteikšana stiepē** perpendikulāti plātnes plaknei (EN 319 standarts)
- Paraugu **mitruma** noteikšana (EN 322)
- Paraugu **blīvuma** noteikšana (EN 323)
- **Sausnes** satura noteikšana sapropelim EN 827

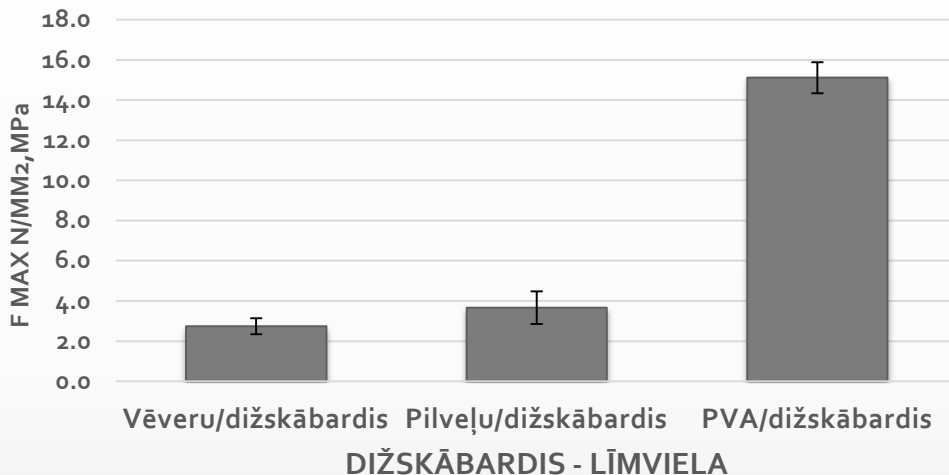
Izmantotās iekārtas

Pētījums tika izstrādāts, izmantojot pieejamās iekārtas
**MeKA (Meža un koksnes produktu pētniecības un attīstības
institūts) laboratorijā**



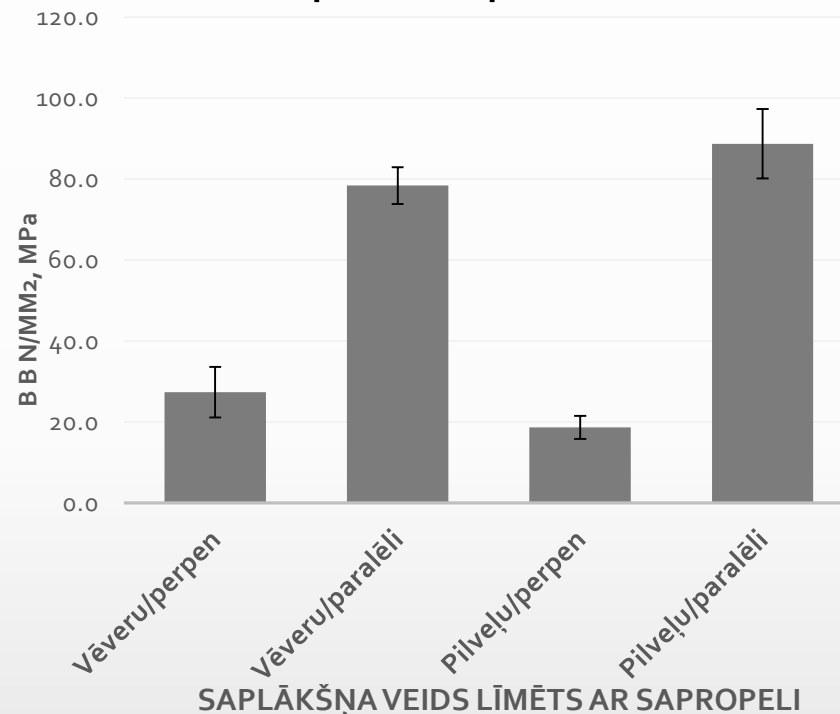
Saplākšņa līmēta ar sapropeli parauga pārbaude liecē

Pielietojamības grupas (D₁ – D₄) noteikšana sapropelim kā līmei.



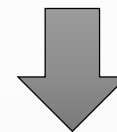
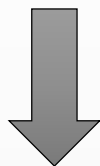
- Dižskābardis – Pilveļu un dižskābardis - sapropelis uzrāda zemāku rezultātu nekā dižskābardis – PVA
- Pilveļu sapropelis – dižskābardis paraugi uzrāda rezultātu 3,67 MPa.

Stiprības noteikšana statiskā liecē, līmējuma stiprības pārbaude



- Lieces mehāniskā izturība paralēli un perpendikulāri šķiedru virzienam
- Augstāks rezultāts Pilveļu ezera sapropelis (paralēli liecē - 88,7 MPa).
- Zemāks rezultāts perpendikulāri liecē

Izveidotie materiāli



Sapropeļa izmantošana kā saistviela kompozītmateriālos

Izmantotās metodes:

- Kompozītmateriālu attiecību izpēte un izgatavošana
- Kompozītmateriāla izpēte
 - Laboratorijas eksperimenti
 - mitrums
 - pelnainība
 - organiskas vielas
 - blīvums
 - Siltumvadītspējas noteikšana
 - Mehāniskās izturības testēšana

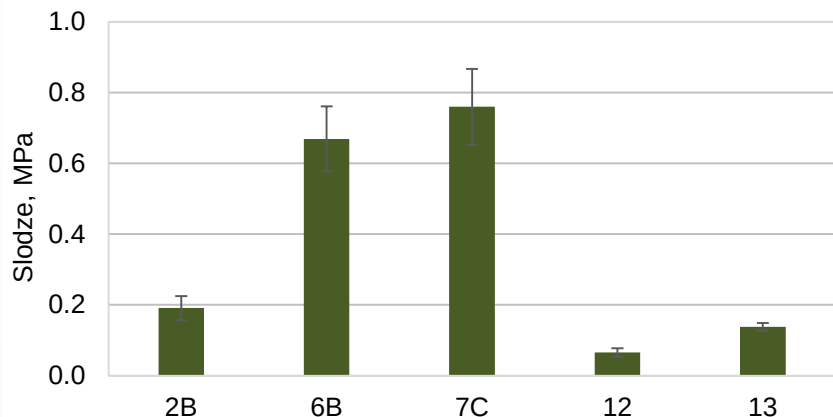


Rezultāti: Materiālu siltumvadītspēja

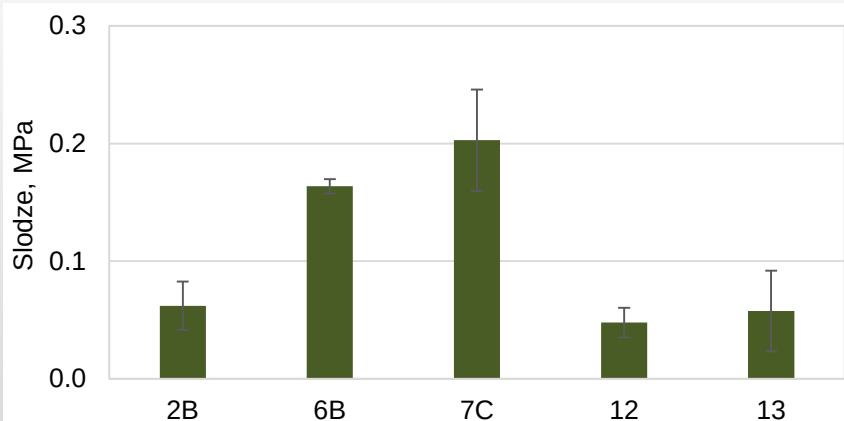
Kompozītmateriāls (Pildviela/Saistviela)	Siltumvadītspēja (W/m*K)
Karbonātiskais un zaļāļģu sapropelis – kaņepes	0,063
Karbonātiskais un zilaļģu – kaņepes	0,059
Koksnes šķiedras - zaļāļģu sapropelis	0,055
Koksnes šķiedras - zaļāļģu sapropelis	0,060
Zaļāļģu sapropelis - koksnes slīpputekļi	0,061
Zaļāļģu sapropelis – koksnes slīpputekļi – aerosil	0,080

- kompozītmateriāliem ir līdzīgi rādītāji un līdzīgas izmantošanas iespējas
- materiāla siltumvadītspēja gaissausā stāvoklī ir zema izejvielu organiskās izcelsmes un materiāla jauktas sīkporainas struktūras dēļ

Rezultāti: Materiālu mehāniskā izturība



Sapropeļa - pildvielas kompozīta stiprība spiedē pie 10% deformācijas, MPa



Sapropeļa - pildvielas kompozīta stiprība liecē lineāri pie 10% lineārām deformācijām, MPa

Materiālu mehānisko izturību ietekmē pildvielas un saistvielas sasaistīšanās zemāka intensitāte:

- lielākas, garākas, atšķirīgas izmēros daļiņas. Saistvielai ir grūti iekļūt pildvielās (koksnes šķiedras) struktūrā
- vienmērīga putekļu daļiņu masa
Saistviela vienmērīgi samaisās ar pildvielu (koksnes slīpputekļi)
- parauga pēcapstrāde (zāģēšana)

Mainot pildvielas un saistvielas veidu, var panākt kompozītmateriālu hidrofiziskās un mehāniskās īpašības izmaiņas.

Sapropeļa – kūdras kokskaidu siltumizolācijas plāksnes un to īpašības

Izmantotās metodes: siltumvadītspēja, mehāniskā izturība, skaņas izolācijas mērījumi



Kūdras – kokskaidu plātne



Sapropeļa – kokskaidu plātne

Materiālu īpašību testēšanai tika sagatavoti materiāla paraugi:

- Ar dažādu mitruma daudzumu – 0, 5, 10, 15 %
- Ar dažādu sasalšanas-atkušanas ciklu skaitu (5, 10, 25 cikli)

Kompozītmateriāli tika sagatavoti **Rīgas Tehniskās universitātes Materiālu un konstrukciju institūta būvmateriālu laboratorijā.**

Kompozītmateriālu mehāniskā izturība

- Sapropēja – kokskaidu vidējā lieces pretestība ir 0,02 MPa, bet kūdras – kokskaidu vidējā lieces pretestība ir 0,3 MPa;

- Materiāls ir sala izturīgs. Atkarībā no mitruma daudzuma mainās plātņu lieces pretestība

- Lieces pretestības rezultāti norāda uz to, ka kompozītmateriālu stiprība ir pietiekama, lai ar tiem veiktu montāžas darbus, līmējošus savienojumus.



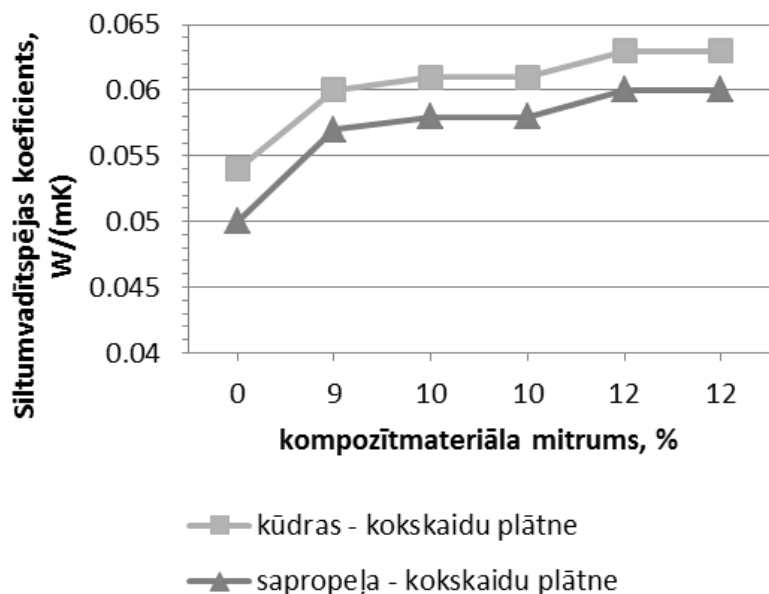
- Sapropēja – kokskaidu vidējā spiedes pretestība ir 0,06 Mpa

- Kūdras – kokskaidu vidējā spiedes pretestība ir 0,13 MPa.

- Pie izvēlētā paraugu mitruma režīma, mehāniskās stiprības izmaiņas nav būtiskas.

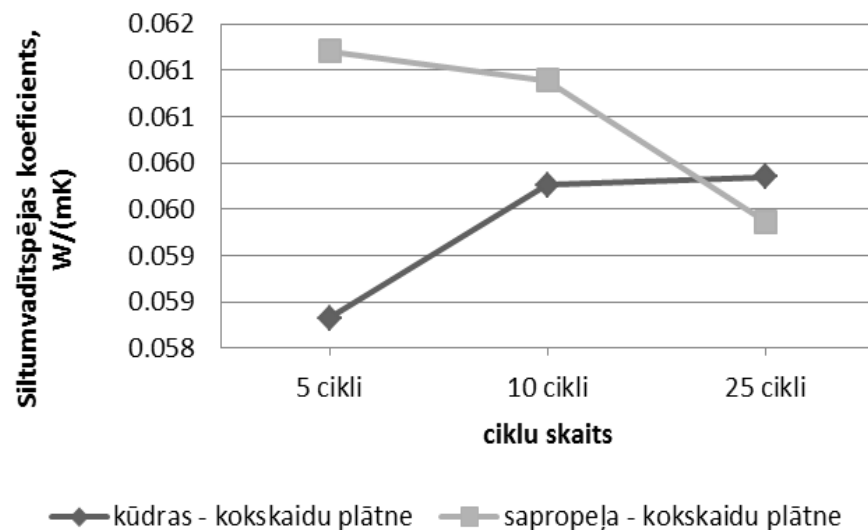
- Materiāls ir sala izturīgs, jo sasaldējot - atkausējot paraugus, to mehāniskā stiprība nav būtiski samazinājusies.

Kompozītmateriālu siltumvadītspēja



- Uz materiāla siltumvadītspēju būtiska ietekme ir mitruma daudzumam.
- Vidējais sapropeļa – kokskaidu siltumvadītspējas koeficients ir $0,067 W/(mK)$, bet kūdras – kokskaidu vidējā vērtība ir $0,060 W/(mK)$.

■ Kūdras – kokskaidu plātnei veicot saldēšanas ciklus, tās siltumvadītspēja nedaudz palielinās, taču sapropeļa – kokskaidu plātnes koeficients samazinās



Sapropeļa – kaļķa saistvielas izmantošanas potenciāls kaņepju betona kompozītmateriālos

Izmantotās metodes:

- Mehāniskā izturība
- Siltumvadītspējas noteikšana
- Mikrobioloģiskā noturība (194 paraugi) *Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum* sēnēm
 - ar/bez "ALINA LIFE™" antimikrobiālajiem māliem
- Vides reakcija, pH
- Blīvums
- Salturības pārbaudes (LVS CEN/TS 12390-9)



Kaņepju betons
Avots: (Geopolymerhouses,
2011)

Kompozītmateriāli tika sagatavoti **Rīgas Tehniskās universitātes Materiālu un konstrukciju institūta būvmateriālu laboratorijā.**

Tika testēti uz mikrobioloģisko stabilitāti **Latvijas Universitātes Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas katedras laboratorijā**

- **Mehāniskā izturība:**
 - spiedes stiprība 0,25 -1,8 MPa
- **Siltumvadītspēja:**
 - 0,086 W/m*K; sapropeļa-kaļķa-kaņepju: 0,060 - 0.095 W/m*K.
- **Mikrobioloģiskā noturība** uz *Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum*
 - sastopamas *Sordaria*, *Alternaria* un *Fusarium* ģints sēnes;
 - konstatētas *Penicillium*, *Acremonium*, *Paecilomyces*, *Trichoderma*, *Mucor* un *Stachybotrys* spp.,
 - Visvairāk: sapropeļa-koksnes šķiedras un bērza koksnes slīpputekļu mater. (5-6-7 pH)
 - praktiski netika novērota uz kaņepju-kaļķa materiāliem, kaņepju – magnija hlorīda saistvielas, kaņepju–sapropeļa–kaļķa materiāliem
 - kaņepju antimikrobiālo iedarbību, kā arī kaļķa dabiski augsto 9 – 12 pH.



ar "ALINA LIFE™" antimikrobiālo piedevu



bez "ALINA LIFE™" antimikrobiālajiem

Videi draudzīgas sapropeļa – kūdras granulas

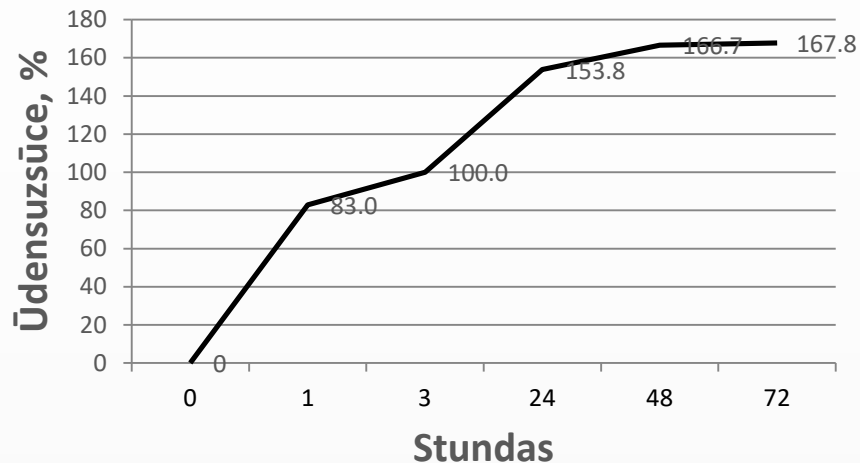
Izmantotās metodes

- **Bēruma blīvums** (LVS EN 1097-3)
- **Ūdensuzsūce** (LVS EN 1097-6)
- **Mehāniskā izturība** (EN 1606)
- **Dīgšanas testi**
- **Vides reakcija, pH**

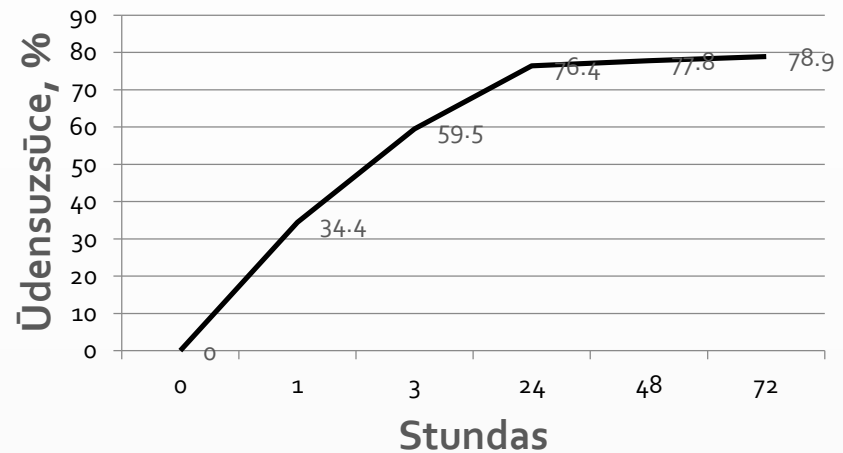


Pētījums tika izstrādāts, izmantojot pieejamās iekārtas
**Rīgas Tehniskās Universitātes - Kompozīto materiālu un konstrukciju
katedrā**

Videi draudzīgu granulu tehnoloģiskā ekspertīze



Maisījuma ūdensuzsūce: kūdrainais sapropelis.



Maisījuma ūdensuzsūce: tīrs sapropelis.

Tests	Kūdrainais sapropelis	Sapropeļa	Sapropeļa - kūdras
Mehāniskā izturība, MPa	0,46	1,06	0,44
Bēruma blīvums, kg/m ³	246,1	639,6	248,3
Vides reakcija, Ph	4,52	7,35	7,36

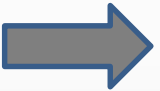
Bioogles-sapropeļa granulas

Metodes un izpēte:

- Granulas izgatavotas ar ekstrūzijas metodi un noapaļojot tās žāvējot ar rotācijas kustībām
- Granulu izejvielām laboratorijā noteikts:
 - pH
 - Tilpummasa
 - Mitruma saturs
 - Pelnu un organisko vielu saturs noteikšana (LOI)
 - Metālu saturs
 - Elektrovadītspēja

Rezultāti:

- Sapropeli var veiksmīgi izmantot bioogļu granulu izveidē
- Granulas satur maz augiem pieejamā fosfora un slāpekļa, bet ir piemērotas augsnēm, kur trūkst kālija
- Potenciāli granulas ir iespējams izmantot kā kūdras aizvietotāju substrātu veidošanā



Pētījums tika izstrādāts, izmantojot pieejamās iekārtas un sadarbojoties ar pētniekiem no

Rūdolfa Cimdiņa Rīgas biomateriālu inovāciju un attīstības centrā



Izejmateriāla īpašības

	pH	EC μS/cm	Mitrums %	Tilpummasa g/cm ³	Pelnainums %	Organiskā viela % no sausas	Minerālvielas % no sausas
Bioogle	12,41	9625	3,14	0,22	14,5		
Sapropelis	6,89	124,8	96,71			82,7	15,9

Sausu granulu īpašības

	pH	EC μS/cm	Mitrums %	Tilpummasa g/cm ³	PO ₄ ⁻³ g/kg	NO ₃ ⁻ g/kg	K g/kg	Mg g/kg	Ca g/kg
Cilindriskas pēc ekstrūzijas	10,01	703,5	3,56	0,31	0,005-0,12	0,052	5,4-5,7	44,2	19,6
Sfērveidīgas pēc formēšanas ar rotācijas kustībām	10,06	1090,5	4,13	1,00					

Kopējais elementu daudzums granulās mg/kg

Cd	Cu	Pb	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn	K	Co	Li	Sr	Ba	Al	P
0,64	5,90	3,25	49069,07	5209,94	100,22	757,92	371,51	758,42	18505,74	0,99	0,61	83,61	217,36	412,93	2378,73

Secinājumi

- Izmantojot vietējo resursu sapropeli un ražošanas procesa blakusproduktus ir iespējams izstrādāt videi draudzīgus kompozītmateriālus celtniecības nozarei, tos pielāgojot izmantošanas vajadzībām.
- Perspektīvs virziens sapropeļa izmantošanā lauksaimniecības jomā ir mēslojumu granulēšana, kas ļauj iegūt ilgas iedarbības produktu, kas neput, nesablīvējas, ir ērti pārvadājams un lietojams.

Paldies par uzmanību!