

# Sapropelis: no izpētes līdz pielietojumam



Vaira OBUKA, Karina STANKEVIČA, Santa  
CELMA, Edmunds BĒRZIŅŠ

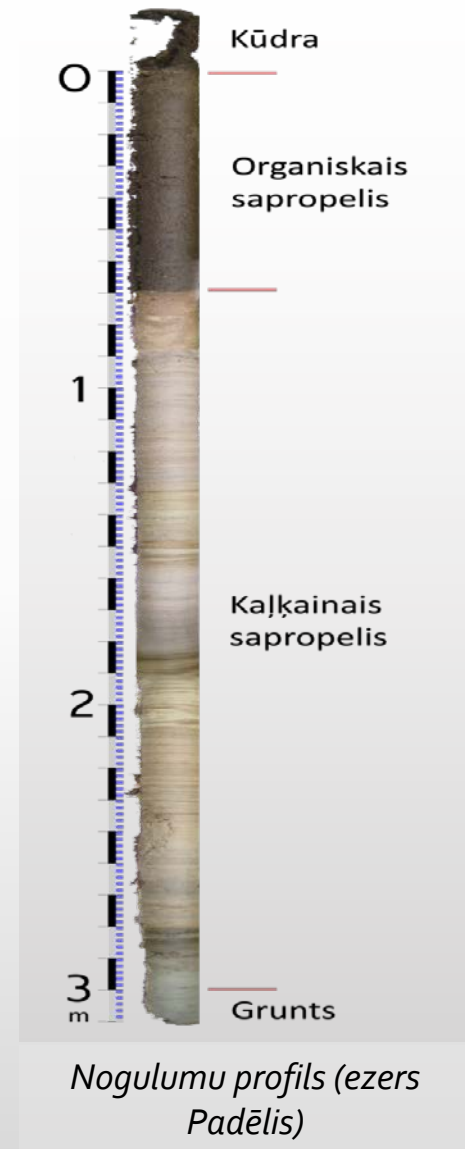
LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte,

e-pasts: [vaira.obuka@gmail.com](mailto:vaira.obuka@gmail.com) ,  
[karina.stankevica@gmail.com](mailto:karina.stankevica@gmail.com)

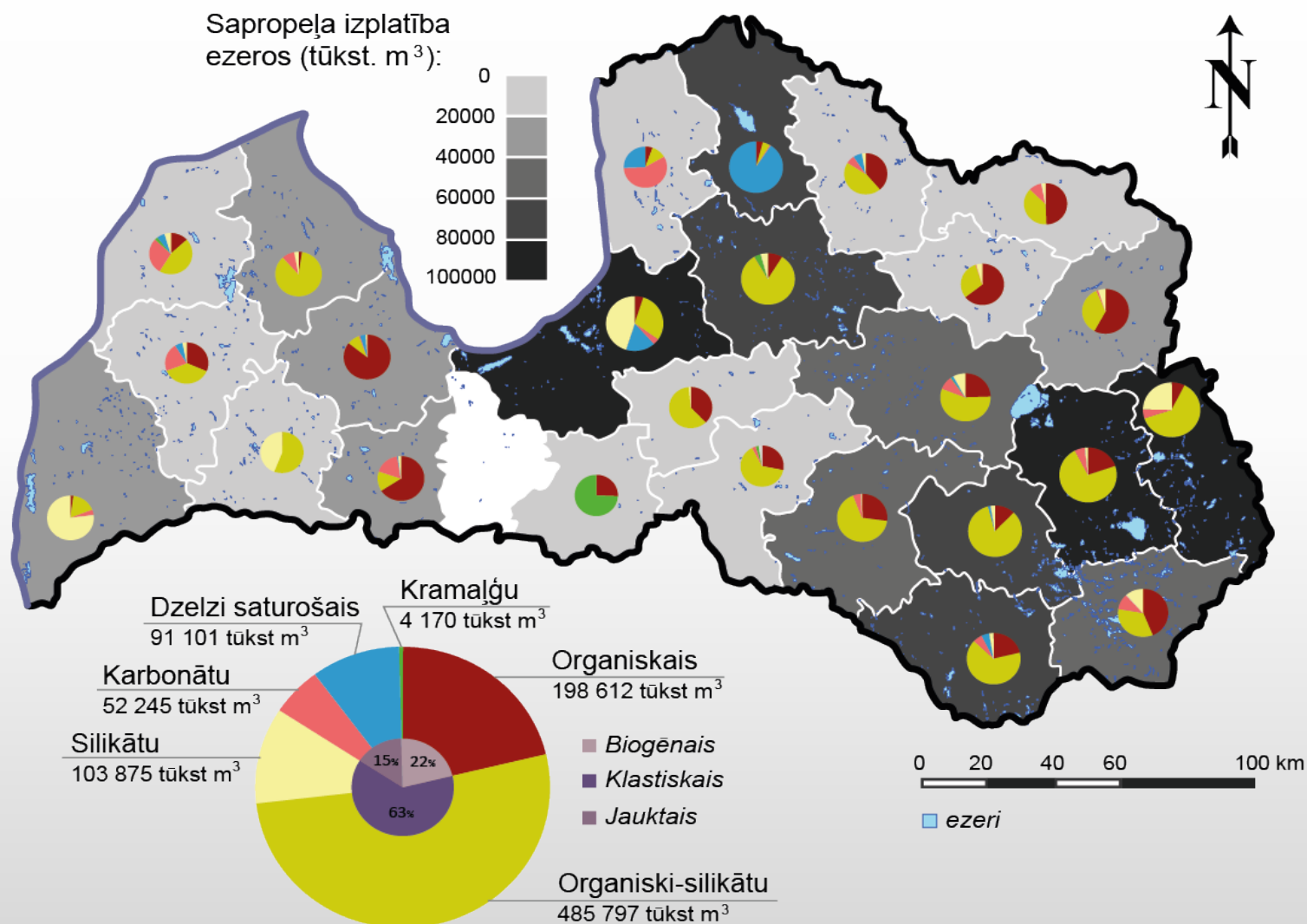
# Sapropelis ir:

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



# 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

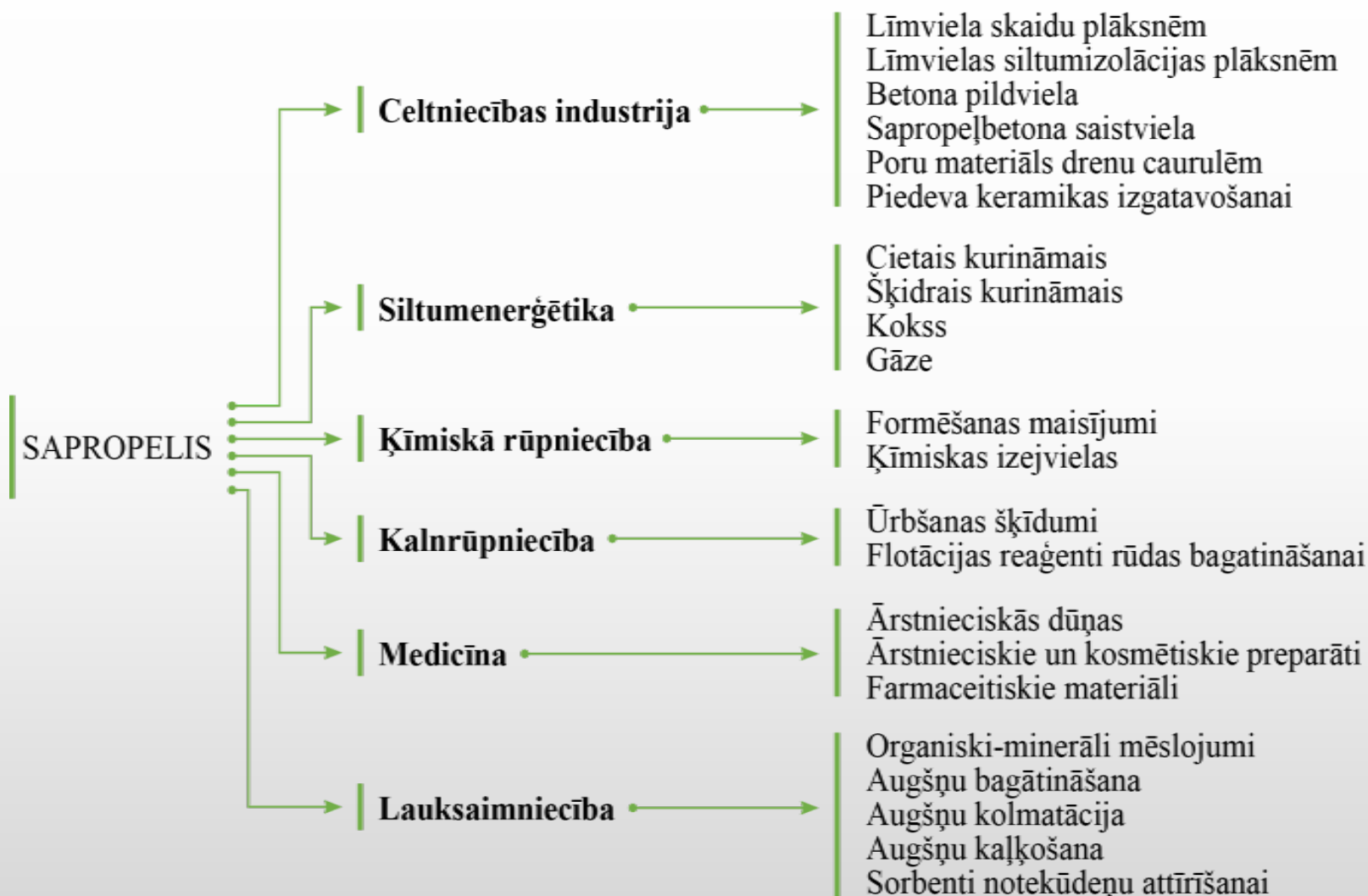


- mikroorganismu daudzums samazinās līdz ar dziļumu
  - bentoss un mikroorganismi
- nodrošina bioloģisko aktivitāti un daļēji pārveido nogulumus

# Sapropeļa īpašības

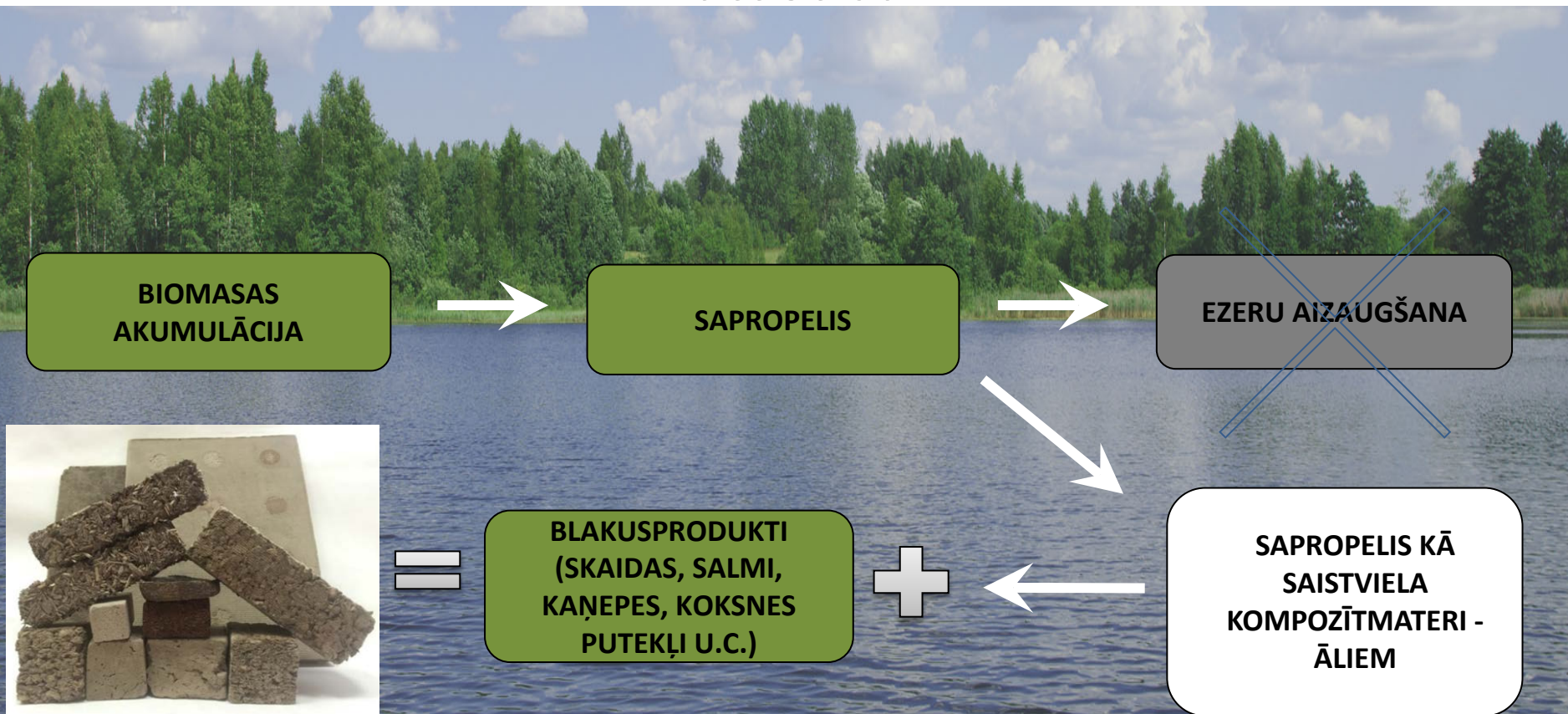
- Viena no sapropeļa īpašībām ir tā koloīdā struktūra, sapropeļa organiskie koloīdi ir spējīgi saistīt lielu daudzumu ūdens;
- Tas žūst lēni, ar grūtībām atdodot ūdeni, bet sakaltis vairs no jauna neuzbriest;
- Sapropeļa īpatnējā masa pieaug, un blīvums palielinās, samazinoties mitrumam;
- Sapropelim 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





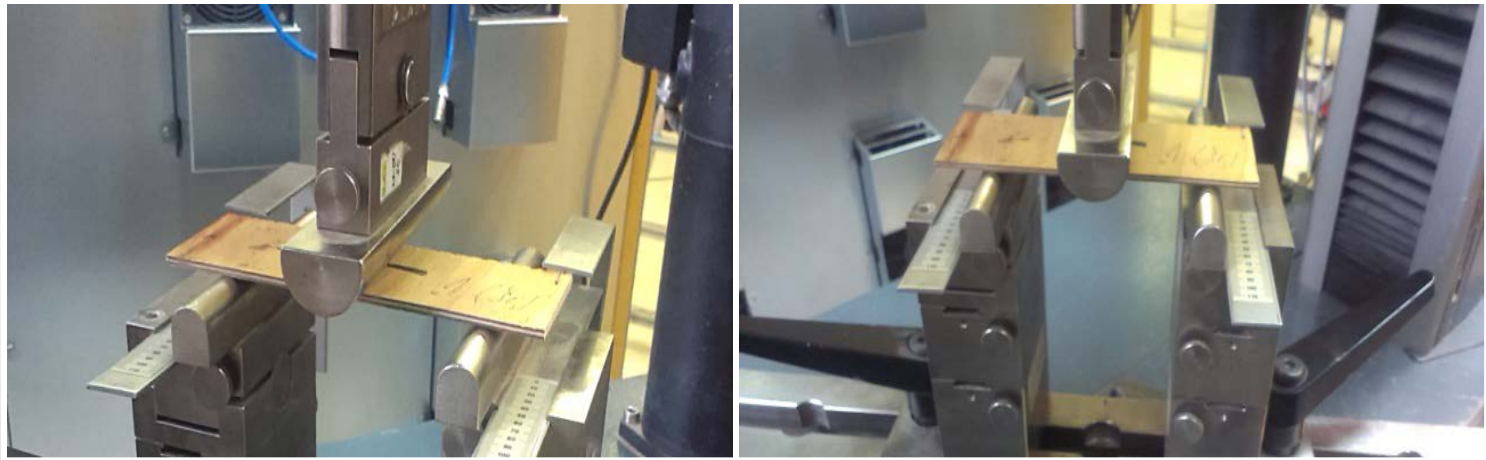
# Sapropelis kā līmviela: būtiskāko īpašību novērtējums

## 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

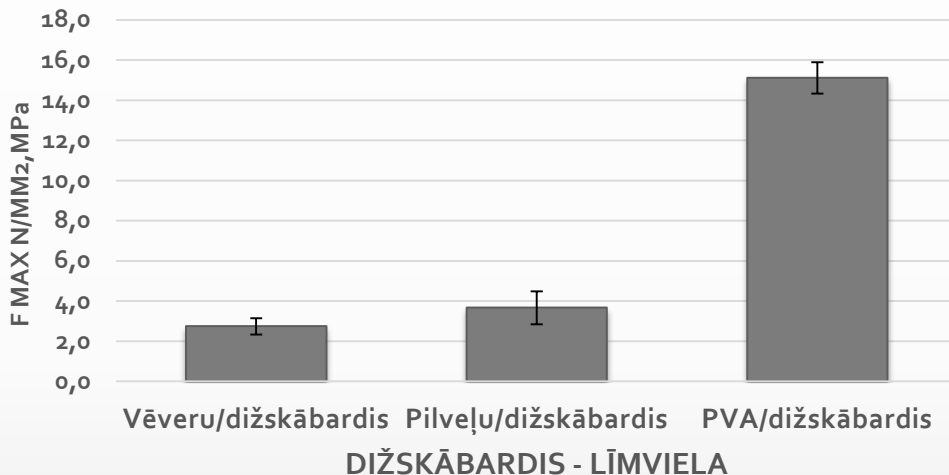
# Izmantotās iekārtas

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



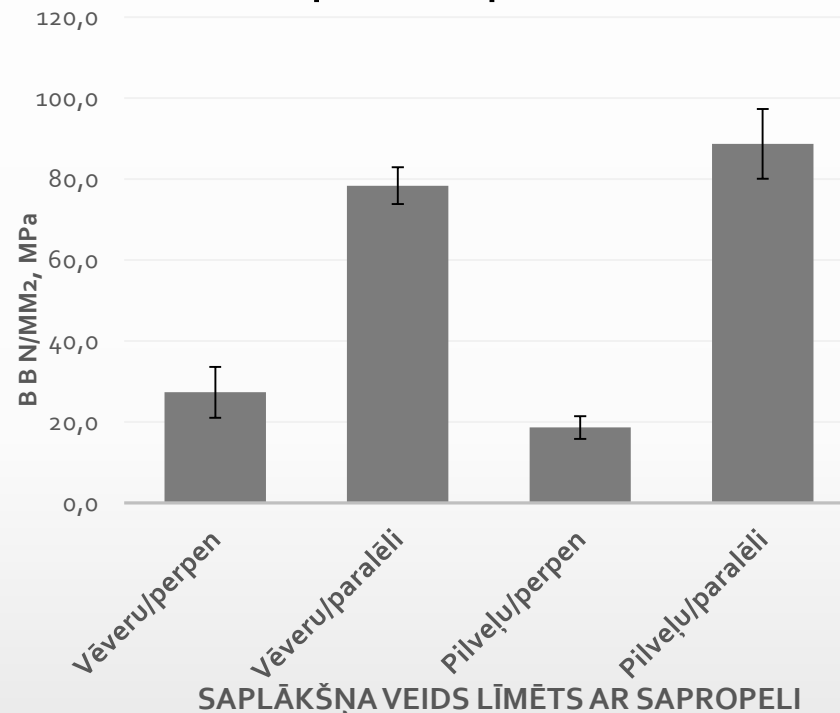
Saplākšņa līmēta ar sapropeli parauga pārbaude liecē

## Pielietojamības grupas ( $D_1 - D_4$ ) noteikšana sapropelim kā līmei.



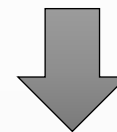
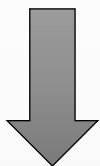
- Dižskābardis – Pilveļu un dižskābardis - sapropelis uzrāda zemāku rezultātu nekā dižskābardis – PVA
- Pilveļu sapropelis – dižskābardis paraugi uzrāda rezultātu 3,67 MPa.

## 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



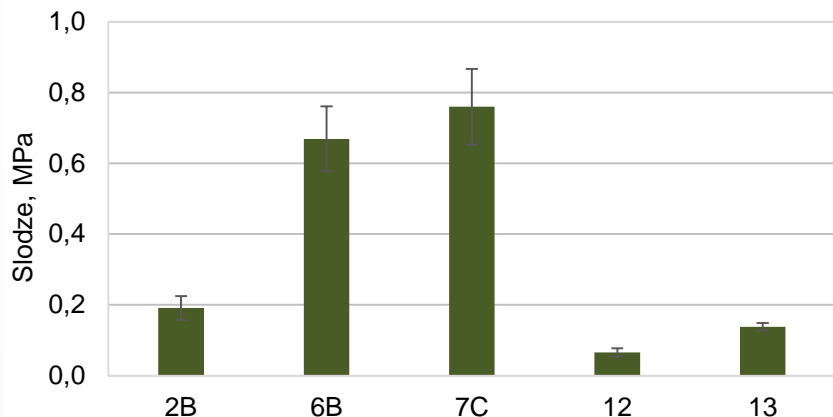
# Rezultāti: Materiālu siltumvadītspēja

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

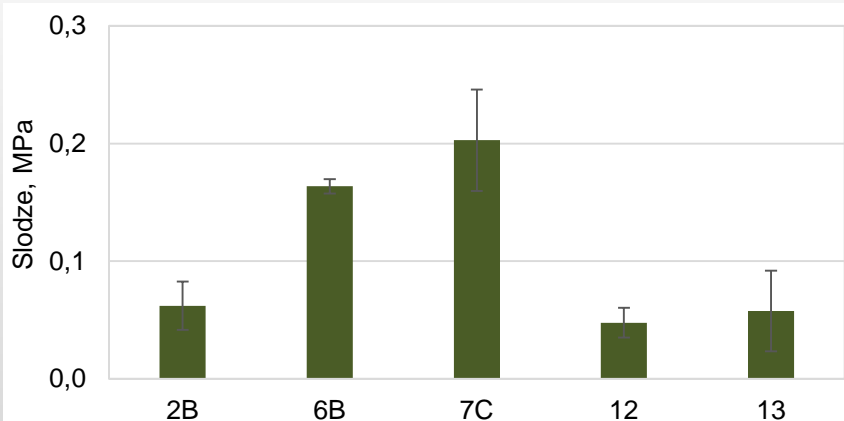
- kompozītmateriāliem ir līdzīgi rādītāji un līdzīgas izmantošanas iespējas
- materiāla siltumvadītspēja gaissausā stāvoklī ir zema izejvielu organiskās izcelsmes un materiāla jauktas sīkporainas struktūras dēļ



# 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.



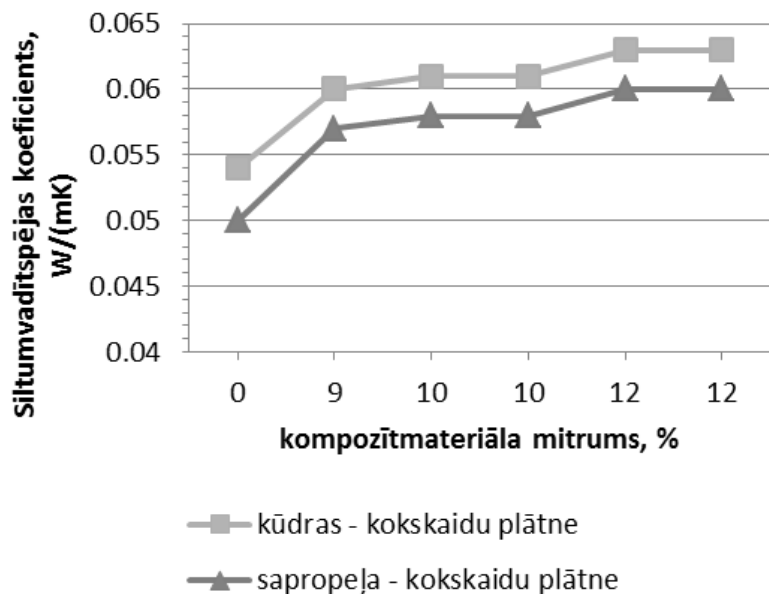
- Sapropēja – kokskaidu vidējā spiedes pretestība ir 0,06 Mpa

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

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

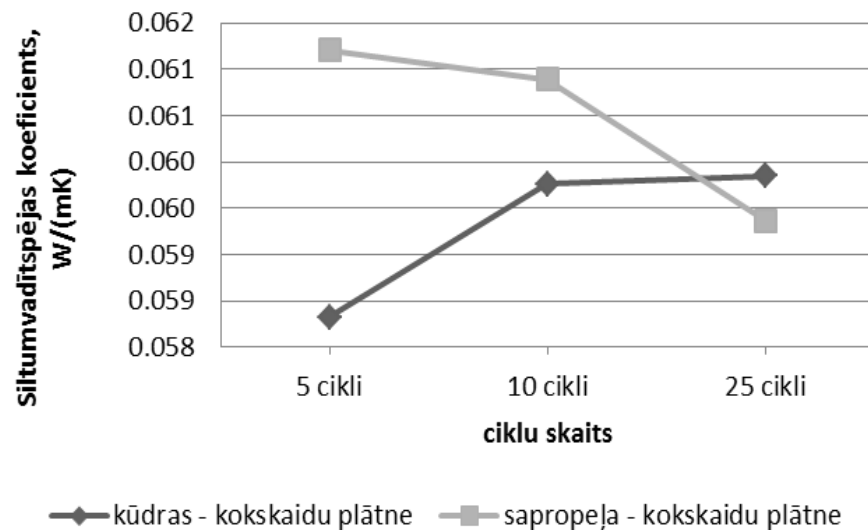
- Materiāls ir sala izturīgs, jo sasaldējot - atkausējot paraugus, to mehāniskā stiprība nav būtiski samazinājusies.

# 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.**

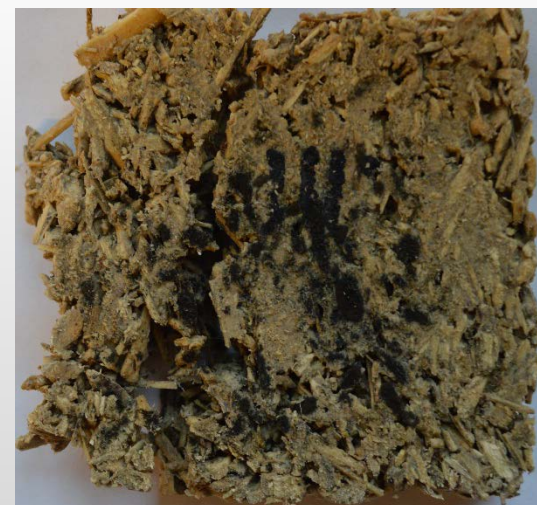
Tika testēti uz mikrobioloģisko stabilitāti **Latvijas Universitātes Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas katedras laboratorijā**



- **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

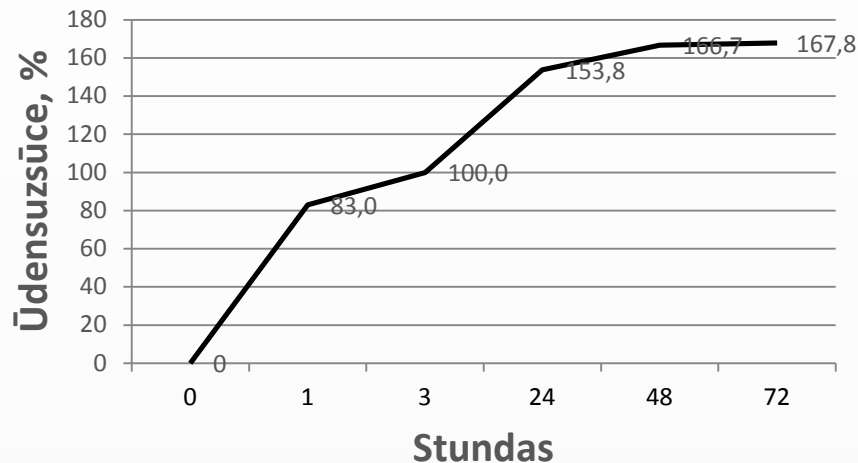
## Izmantotās metodes

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

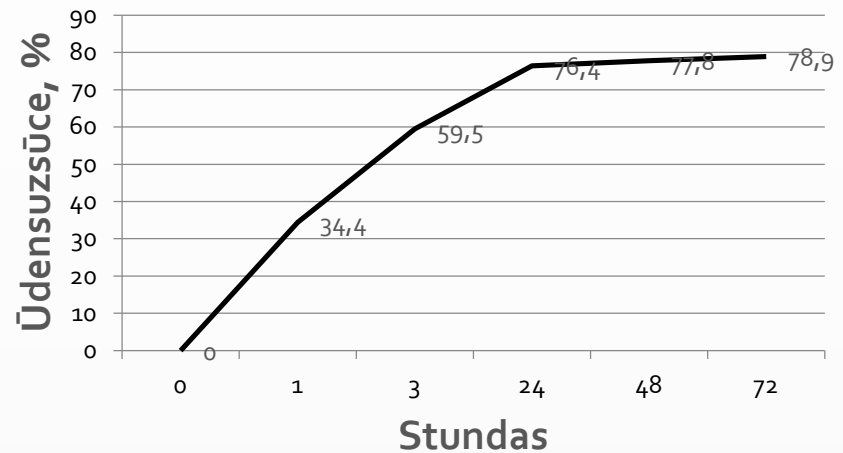


Pētījums tika izstrādāts, izmantojot pieejamās iekārtas  
**Rīgas Tehniskās Universitātes - Kompozīto materiālu un konstrukciju  
katedrā**

# 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 <sup>3</sup>	246,1	639,6	248,3
Vides reakcija, Ph	4,52	7,35	7,36

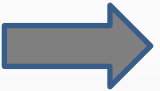
# Bioogles-sapropeļa granulas

## 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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> g/kg	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 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!