

## PROJEKTĄ REMIA LIETUVOS RESPUBLIKA

Projektas pagal Lietuvos kaimo plėtros 2014–2020 metų programos priemonės „Bendradarbiavimas“ veiklos sritį „Parama EIP veiklos grupėms kurti ir jų veiklai vystyti“

*Projekto  
pavadinimas* –  
**„Termoizoliacinės  
medžiagos iš avių  
vilnos“**

Pranešėjai:

doc. dr. Sigitas Vėjelis,  
dr. Saulius Vaitkus,  
dr. Arūnas Kremensas

Vilniaus Gedimino technikos universiteto  
Statybos fakulteto  
Statybinių medžiagų instituto  
Termoizoliacinių medžiagų ir akustikos  
laboratorija

## *Apie Termoizoliacinių medžiagų ir akustikos laboratoriją*

Laboratorijos mokslininkai daugiau kaip 40 metų dirba termoizoliacinių medžiagų ir gaminių fizikinių-mechaninių, šiluminių-techninių bei akustinių savybių tyrimų srityje.

Nuo 1996 m. laboratorija akredituota statybinių termoizoliacinių medžiagų ir gaminių kokybės bandymams.

Nuo 2005 m. laboratorija notifikuota (identifikacinis numeris 1688) termoizoliacinių gaminių eksploatacinių savybių pastovumo vertinimui pagal Europos Parlamento ir Tarybos Reglamento 305/2011 reikalavimus.

Pagrindinės mokslinių interesų sritys – naujų termoizoliacinių medžiagų iš atsinaujinančių išteklių kūrimas ir tyrimai.

# *Apie Termoizoliacinių medžiagų ir akustikos laboratoriją*



## *Projekto tikslai*

- Projekto tikslas – sukurti atsinaujinančių išteklių (avių vilnos) pagrindu gaminamą produktą, pasižymintį natūraliomis savybėmis, tinkantį pastatų ir patalpų apšiltinimui bei skatinti efektyvų šių išteklių naudojimą, didinant avis auginančių ūkininkų konkurencingumą, remti perėjimą prie mažesnės aplinkos taršos bei mažesnio anglies dioksido kiekio išmetimo žemės ūkio sektoriuje.
- Specialusis projekto tikslas – apjungus LAEI mokslininkų, VGTU konsultantų ir pažangos siekiančių šalies ūkininkų žinias, patirtį ir galimybes, spręsti perteklinės avių vilnos tolesnio panaudojimo ir aplinkosaugos klausimus bei sudaryti papildomas galimybes suinteresuotiesiems pastatų apšiltinimu ir statybų sektoriui.

## *Projekto uždaviniai*

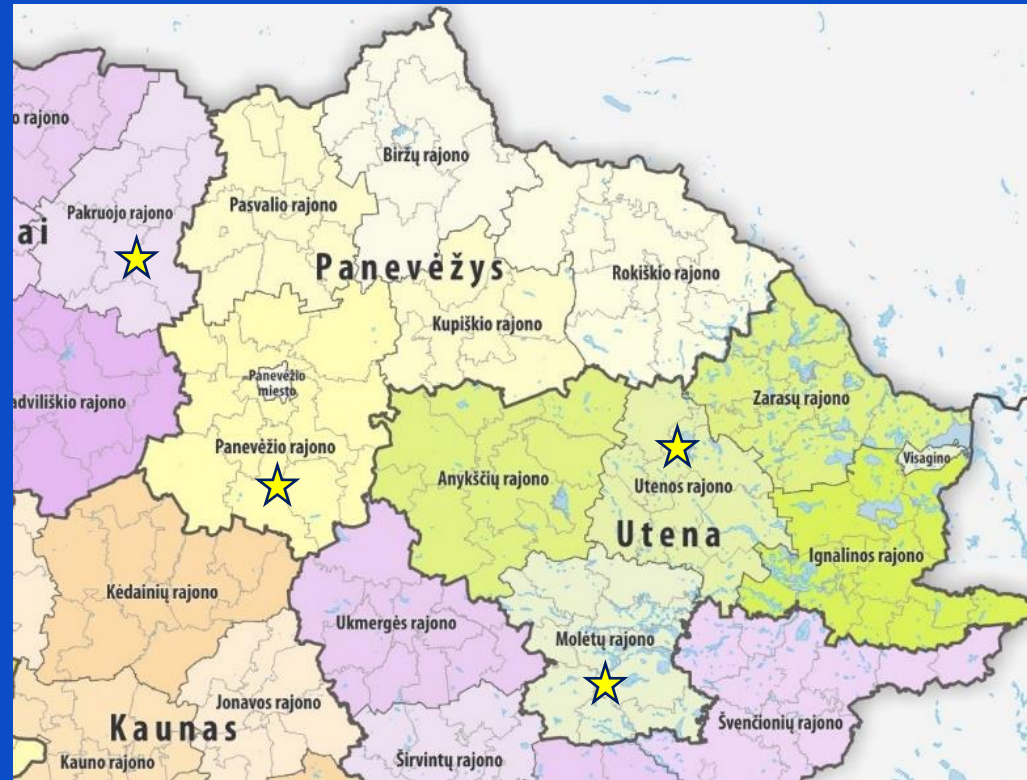
- Identifikuoti susiformavusią problemą ir parengti galimybių studiją bei paraišką;
- Atlikti parengiamuosius darbus bandymui, jį vykdyti ir atlikti priežiūrą;
- Pateikti bandymo rezultatus projekto dalyviams ir parengti viešinimo medžiagą;
- Viešinti projekto rezultatus ir užtikrinti jų informacijos sklaidą.

## *Vilnos žaliava*

Vilnos atrankos tikslas – panaudoti skirtingų veislių avių vilną.

Avių vilna atrinkta 6 Lietuvos ūkiuose:

- Utenos;
- Panevėžio;
- Pakruojo;
- Molėtų rajonuose.



## *Vilnos žaliava*

Atrinkta skirtinga vilna pagal avių veisles:

1. Lietuvos juodgalvės;
2. Lietuvos juodagalvės (ekologinis ūkis);
3. Vokietijos merinosai;
4. Škudės;
5. Vokietijos juodagalvės;
6. Mišrios.



1, 2.



3.



4.



5.

## *Vilnos žaliava*

- Visą vilną gavome supakuotą maišuose po 10-100 kg;
- Susidūrėme su problema, kad ne visi ūkininkai projekto pradžiai turėjo reikiamą vilnos kiekį;
- Visą vilną iš ūkininkų transportavome patys.





## *Vilnos žaliavos ruošimas*

Visa gauta vilna buvo neplauta ir beveik visa vilna buvo neperrinkta (jei dalis vilnos buvo perrinkta, vis tiek ji buvo sumaišyta su neperrinkta).

Visos vilnos perrinkimas buvo vykdomas rankiniu būdu. Vilnos perrinkimas ir plovimas užėmė ilgiausią laiko tarpą, lyginant su kitomis procedūromis.

Vilnos perrinkimo ir plovimo procesas užtruko dėl nenumatytų aplinkybių.

## *Vilnos žaliavos taršos šaltiniai*

Visa vilna buvo užteršta skirtingais taršos šaltiniais. Taršos šaltiniai susidarė dėl įvairių aplinkybių.



## *Vilnos žaliavos taršos šaltiniai*

Perrinkimo metu buvo nustatyta daug taršos šaltinių, o dalis vilnos pripažinta netinkama naudoti (**netinkama perdirbimui rankiniu būdu**).

Pagrindiniai vilnos žaliavos taršos šaltiniai:

- avių išmatos;
- piktžolės (varnalėšos ir lakišiai);
- vabzdžiai (karkvabaliai, milčiai);
- persipynusios vilnos gijos;
- natūraliai vilnoje esantys riebalai;
- atsitiktinė tarša.

## *Vilnos žaliavos taršos šaltiniai*

Avių išmatos – pagrindinis šaltinis, kuriam pašalinti reikia daug laiko ir papildomų procedūrų.



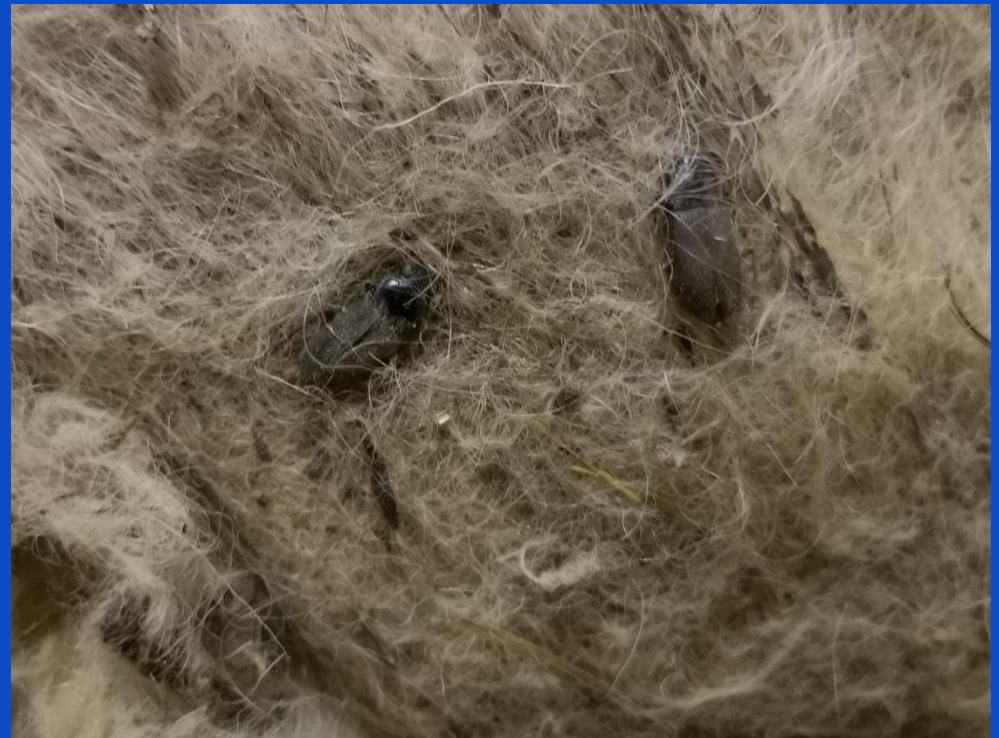
## *Vilnos žaliavos taršos šaltiniai*

Piktžolės (varnalėšos ir lakišiai) – daugeliu atvejų pagrindinis taršos šaltinis, dėl kurio vilna yra netinkama tolimesniam naudojimui.



## *Vilnos žaliavos taršos šaltiniai*

Vabzdžiai (karkvabaliai ir milčiai) – apsunkina vilnos perrinkimą, bet didesnių problemų nesukelia.



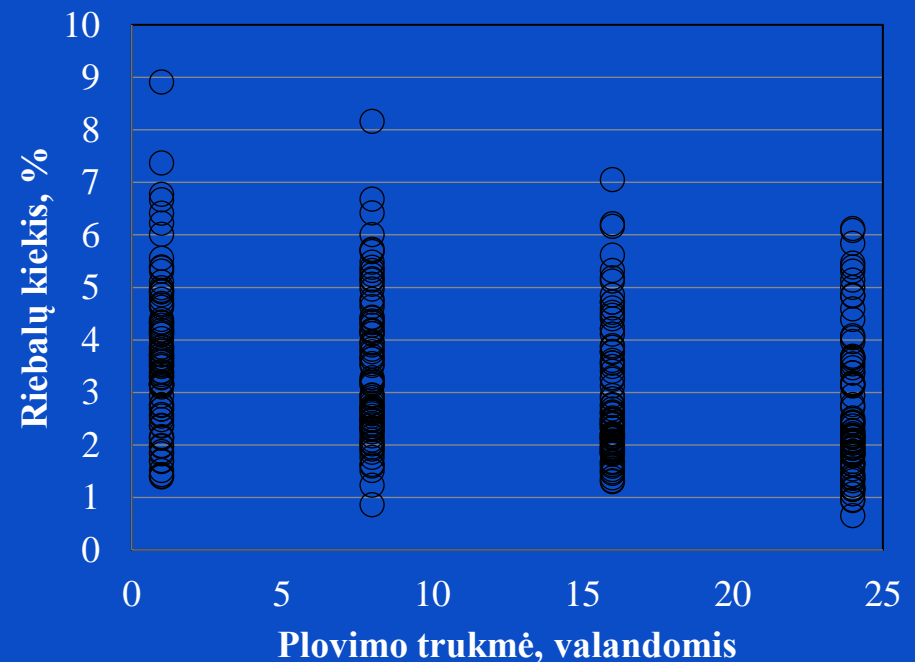
## *Vilnos žaliavos taršos šaltiniai*

Persipynusios vilnos gijos – sukelia labai daug problemų laiko ir darbo imlumo požiūriu.



## *Vilnos žaliavos taršos šaltiniai*

Natūraliai vilnoje esantys riebalai – gamykloje trikdo visų judančių įrengimų veiklą. Turi būti maksimaliai pašalinti iš vilnos.



**Vilnoje liekančių riebalų kiekio priklausomybė nuo plovimo trukmės**



## *Vilnos žaliavos taršos šaltiniai*

Ypač daug problemų sukelia šienas ir šiaudai, kurie naudojami pakratams arba surenkami kirpimo metu.



## *Vilnos žaliavos taršos šaltiniai*

Atsitiktinė tarša – didina darbo imlumą ir ne visais atvejais įmanoma pašalinti.



## *Vilnos žaliavos taršos šaltiniai*



*Pastaba: nustatyta, kad taršos šaltiniai atsiranda auginimo, kirpimo ir sandėliavimo metu.*

## *Vilnos žaliavos nuriebalinimas*

Rankiniu būdu perrinkta vilna buvo plaunama, siekiant sumažinti riebalų ir purvo kiekį.

Vilnos nuriebalinimo kokybės rodiklis - riebalų kiekis vilnoje.

Vilnos nuriebalinimui buvo naudojamos šios priemonės ir technologiniai procesai arba būdai:

- šiltas vanduo;
- šiltas vanduo su muilu;
- šiltas vanduo su probiotikais;
- aukšto slėgio vandens srovė;
- mirkymas;
- centrifugavimas.

## *Vilnos žaliavos nuriebalinimas*

Aukšto slėgio vandens srovė (su plovimo priemonėmis) – gerai pašalina visus taršos šaltinius, išskyrus persipynusias vilnos gijas ir riebalus.



*Pastaba: reikalingos didelės vandens sąnaudos.*

## *Vilnos žaliavos nuriebalinimas*

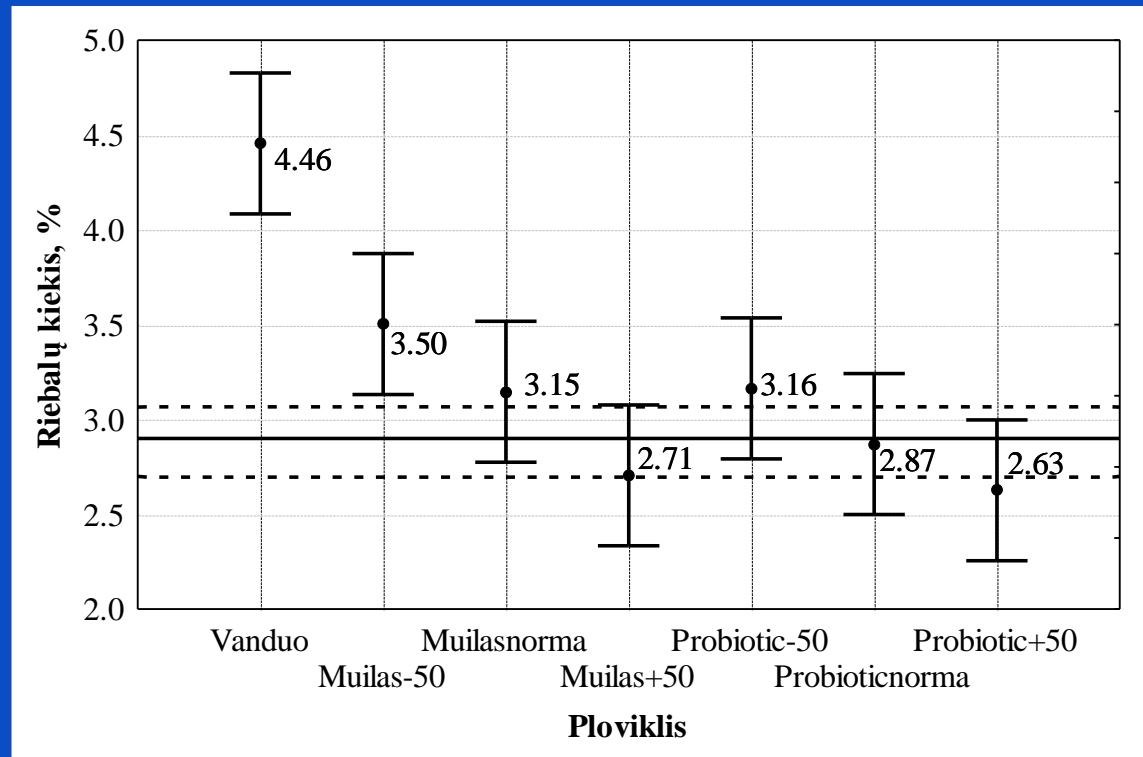
Mirkymas (su ir be plovimo priemonių) leidžia lengviau pašalinti taršos šaltinius, bet mirkymo laikas ribotas.



## *Vilnos žaliavos nuriebalinimas*

Plovimui naudota:

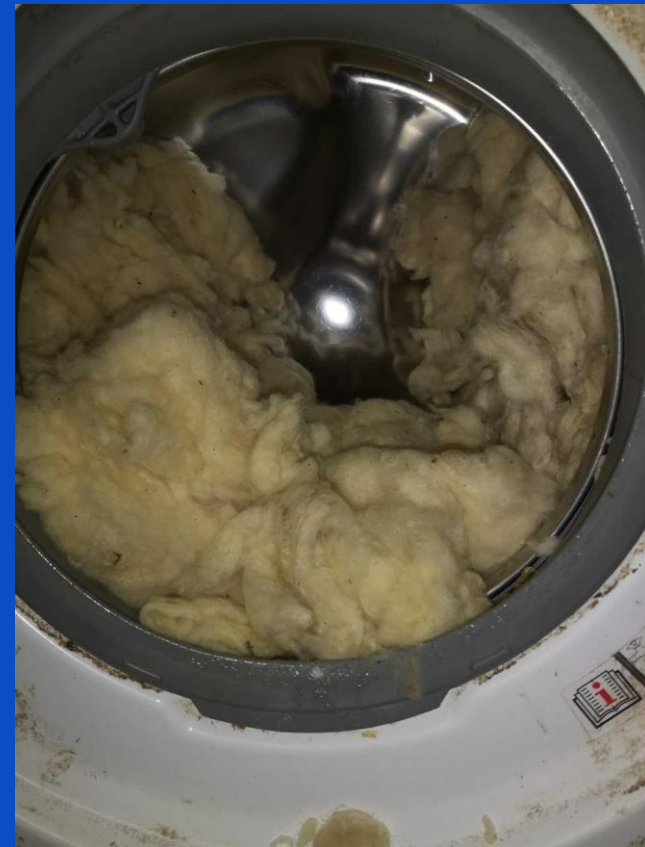
- šiltas vanduo;
- šiltas vanduo su muilu;
- šiltas vanduo su probiotikais



Vilnoje liekančių riebalų kiekio priklausomybė nuo nuriebalinimo būdo

## *Vilnos žaliavos nuriebalinimas*

Centrifugavimas – vienas efektyviausių skalbimo būdų, bet imlus laikui.

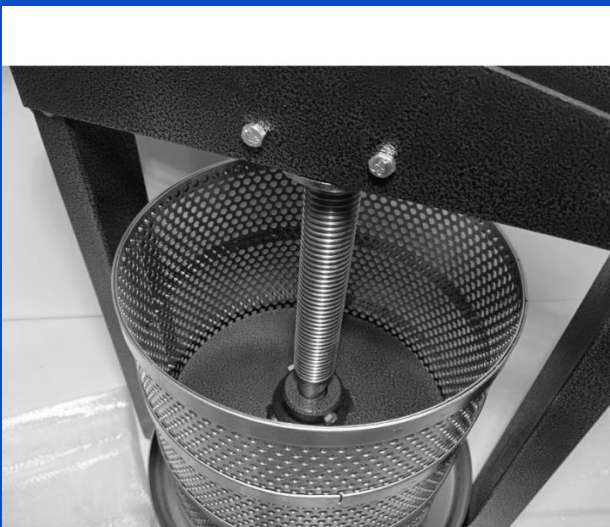




## *Vandens pašalinimas iš vilnos*

Vanduo iš vilnos gali būti pašalinamas:

- Natūraliai nuspaudus;
- Natūraliai išgrežus centrifūgoje;



## *Vilnos džiovinimas*

Plautos vilnos džiovinimas buvo atliekamas natūraliomis sąlygomis ir padidintos temperatūros patalpose su ventiliacija ir mobiliais sausintuvais.



## *Vilnos džiovinimas*

Kontroliuojami vilnos džiovimo parametrai padidintos temperatūros patalpose su ventiliacija ir mobiliais sausintuvais :

- džiovinimo trukmė – 72 val;
- džiovinamo sluoksnio storis – 20 cm;
- vilnos apvertimas – kas 12 val;
- aplinkos temperatūra – 30 °C;
- mobiliųjų sausintuvų režimas – 30 % RH;
- ventiliuojamo oro srautas – 3300 m<sup>3</sup>/h.

## *Vilnos pakavimas ir transportavimas*

Išplauta ir išdžiovinta vilna buvo pakuojama į atskiras pakuotes pagal:

- vilnos rūšį;
- plovimo būdą;
- naudotas plovimo priemones.



## *Termoizoliacinės medžiagos iš avių vilnos gamybos principinė schema*

PLA (sintetintas pluoštas iš krakmolo)



## *Pirminis vilnos apdirbimas gamykloje*

Smulkinimas – reikalingas, kai vilnos plaušelių ilgis daugiau nei 60 mm.  
Dozavimas – vienu metu į skirtingus tiektuvus tiekama skirtinga žaliava.  
Pirminis išdraskymas – visa žaliava išdraskoma ir dalinai sumaišoma.



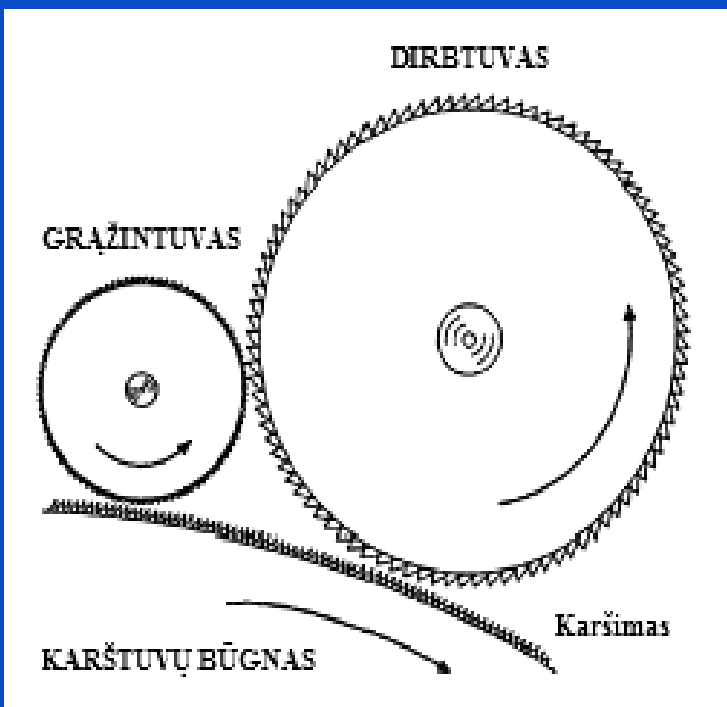
## *Vilnos karšimas*

Išdraskyta ir išpurenta vilna tiekama į karšimo įrenginius. Karšimo įrenginiuose plaušeliai iššukuojami.



## *Vilnos karšimas*

Vykstant pluoštų karšimo procesui, pluošto sluoksnis skaidomas tarp karštuvų būgno ir dirbtuvo. Gražintuvas – tai veleninių karštuvų velenėlis adatuotu paviršiumi, nuimantis pluoštus nuo dirbtuvo adatų ir gražinantis juos ant karštuvų būgno dantukų. Tada pluoštas karšiamas dar kartą. Kiekvienas dirbtuvas ir gražintuvas sudaro darbinę porą. Darbinės dalys aptrauktos adatine karšimo juosta su plonomis plieninėmis lanksčiomis adatomis. Dėl šių darbinių dalių sąveikos pluošto plaukeliai atskiriami vieni nuo kitų, iš dalies ištiesinami ir orientuojami, maišomi, išvalomos priemaišos ir ant nuimtuvo paviršiaus suformuojamas karšinyas.





## *Vilnos karšimas*

Karšimo metu šukų pagalba atskiriamos likusios taršos dalelės ir trumpi plaušeliai. Šiame procese netenkama apie 10% vilnos žaliavos pagal masę.



## *Vilnos sluoksniavimas - klodo formavimas*

Vilnos karšinsys tiekiamas į sluoksniuotuvą, kuriame judančių transporterių pagalba sudedamas norimas kiekis karšinio sluoksnių.



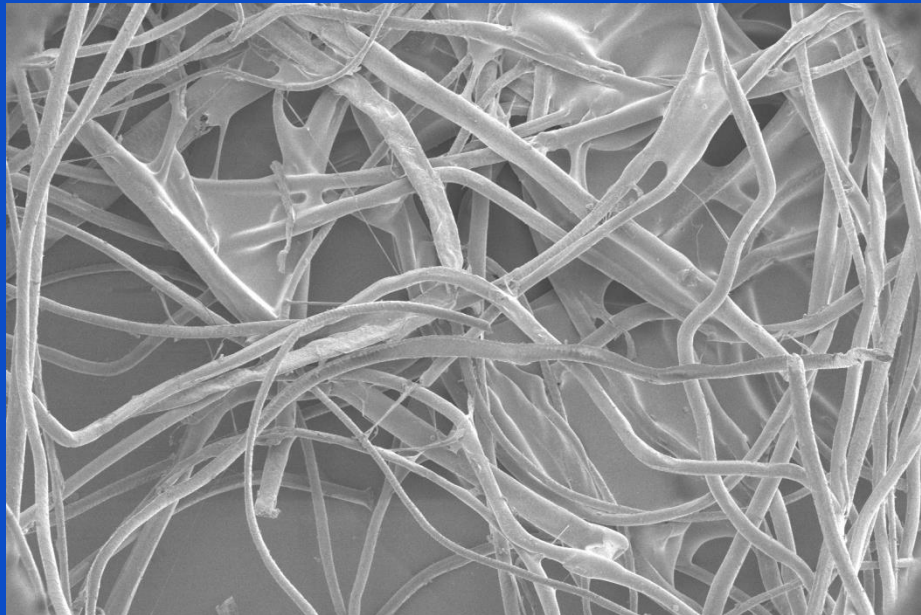
## *Vilnos klodo kietinimas*

Iš karšinių suformuotas klodas karščiui atspariu transporteriu tiekiamas į kietinimo kamerą, kurioje palaikoma aukšta temperatūra.

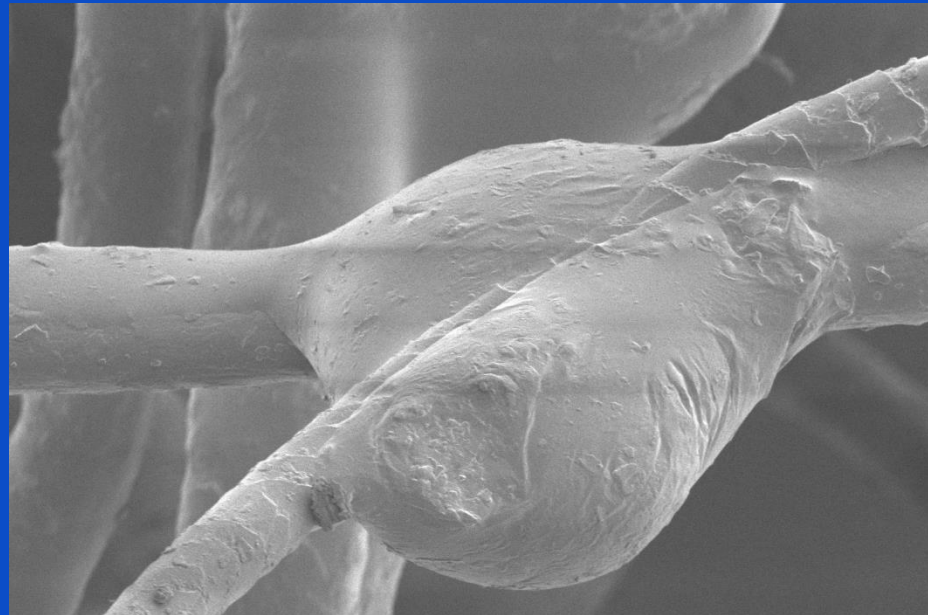


## *Gaminio struktūros formavimas*

Kietinimo kameroje tirpdamas PLA pluoštas sujungia vilnos plaušelius, suformuodamas kontaktines zonas.



	12/21/2015 12:16:46 PM	HV 2.00 kV	curr 0.20 nA	det ETD	WD 10.4 mm	mag  80 x	x: -40.2154 mm y: 16.9712 mm	500 μm FTMC Vilnius
---	---------------------------	---------------	-----------------	------------	---------------	---	---------------------------------	------------------------



	12/21/2015 12:38:44 PM	HV 2.00 kV	curr 0.20 nA	det ETD	WD 8.6 mm	mag  1 000 x	x: 12.5169 mm y: 15.3208 mm	50 μm FTMC Vilnius
--	---------------------------	---------------	-----------------	------------	--------------	--	--------------------------------	-----------------------

## *Vilnos klodo pjaustymas*

Iš kameros išeinantis klodas greitai atvėsta ir susidaro stabilios ir tvirtos kontakinės zonos. Dėka tokios susidariusios struktūros klodas gali būti mechaniškai apdorojamas, nekeičiant jo savybių.



## *Gaminių pakavimas*

Į rulonus susukta termoizoliacinė medžiaga iš avių vilnos talpinama į specialų įrenginį, apspaudžiama ir pakuojama į iš anksto paruoštą polietileno rankovę.



## *Gaminių pakavimas*

Paruoštos plokštės rankiniu būdu sudedamos ant padėklų, ant kurių paklota nustatyto dydžio polietileno plėvelė. Padėjus numatytą kiekį plokščių, polietileno plėvelė rankiniu būdu užlenkiama ir jos kraštai užkljuojami arba užlydomi.

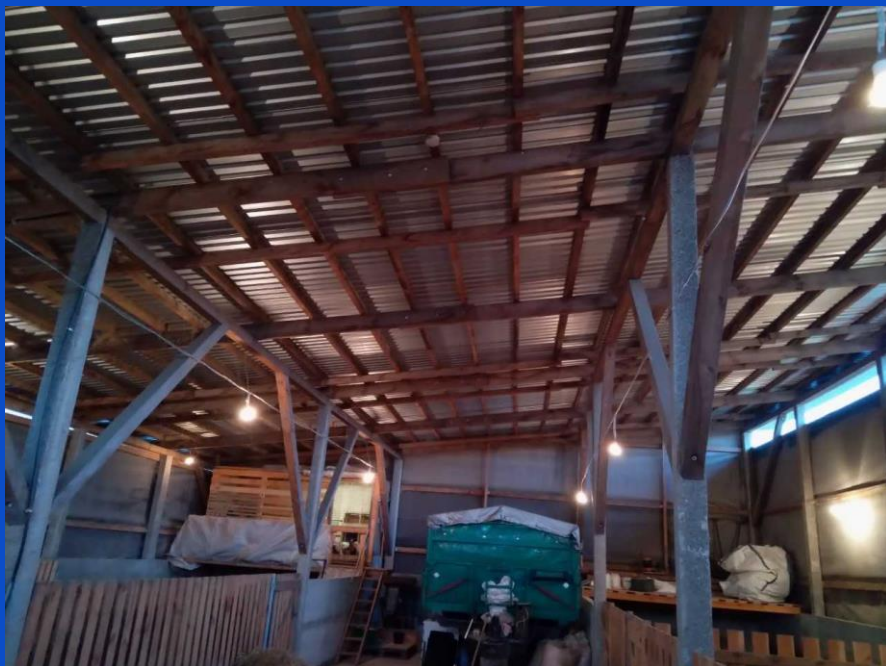


## *Termoizoliacinės medžiagos iš avių vilnos tiekimas į statybos objektus*

Pagaminta termoizoliacinė medžiaga iš avių vilnos buvo pristatyta ūkininkams. Projekte buvo numatyta 20 dalyvių, kurie savo ūkiuose sutiko panaudoti šią medžiagą konstrukcinių elementų apšiltinimui.



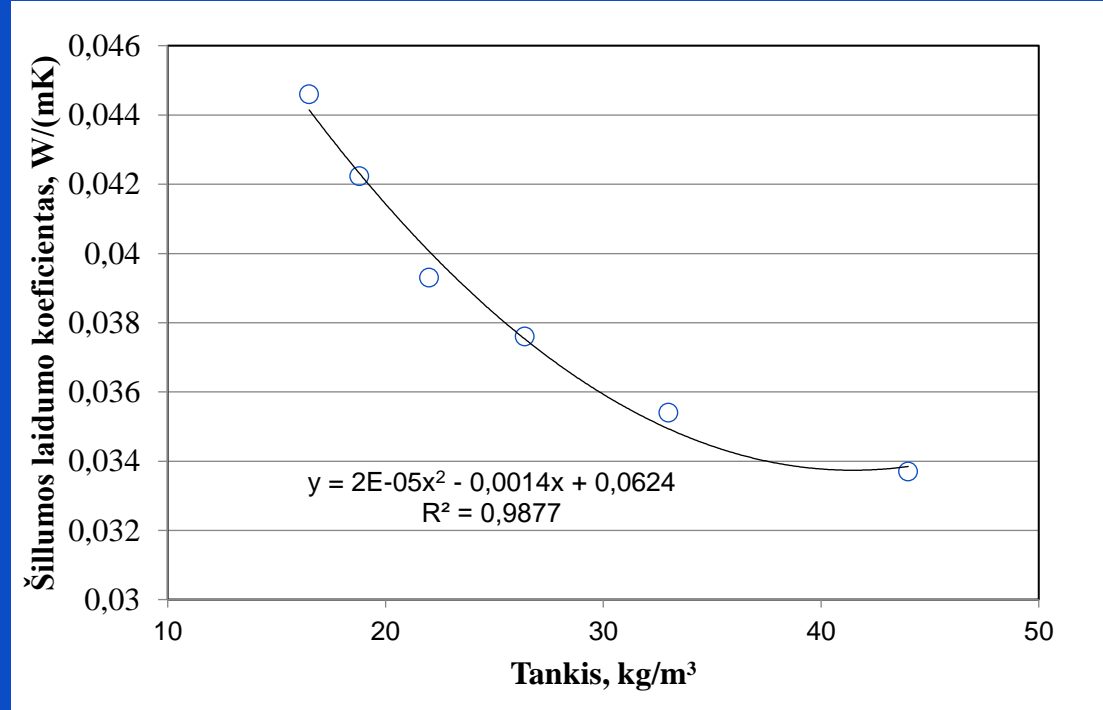
## *Termoizoliacinės medžiagos iš avių vilnos įdiegimas objektuose*



*Medžiagos panaudojimas Šakių rajono ūkyje*

# *Termoizoliacinės medžiagos iš avių vilnos tyrimai laboratorijoje*

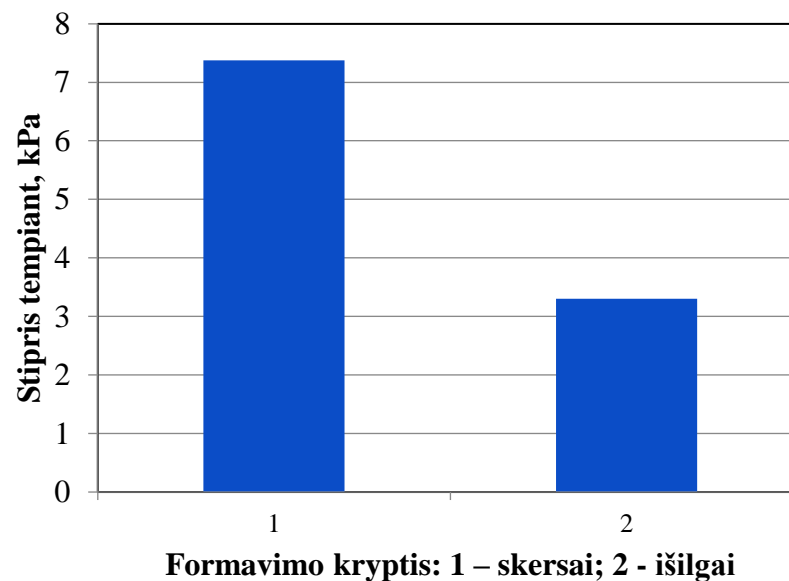
Vilnos gaminių šilumos  
laidumas kinta kintant  
gaminio tankiui.



Termoizoliacinės medžiagos iš avių vilnos šilumos  
laidumo priklausomybė nuo gaminių tankio

## *Termoizoliacinės medžiagos iš avių vilnos tyrimai laboratorijoje*

Tempimo stiprio bandymai – parodo kontaktinių zonų patikimumą. Termoizoliacinėms medžiagoms numatytas reikalavimas, kad jos eksploatacijos metu atlaikytų dvigubą savo svorį.



**Termoizoliacinės medžiagos iš avių vilnos  
tempimo stiprio rezultatai**

## *Termoizoliacinės medžiagos iš avių vilnos tyrimai laboratorijoje*

Trumpalaikė vandens sugertis – parodo medžiagos elgseną, kai veikia trumpalaikis vandens šaltinis, pvz., dėl trumpalaikio konstrukcijos sudrėkimo.



Leidžiamas dydis  
eksploatuojamoje  
konstrukcijoje –  
 $1 \text{ kg/m}^2$ .

Bandymų metu  
nustatytas dydis –  
 $0,39 \text{ kg/m}^2$ .

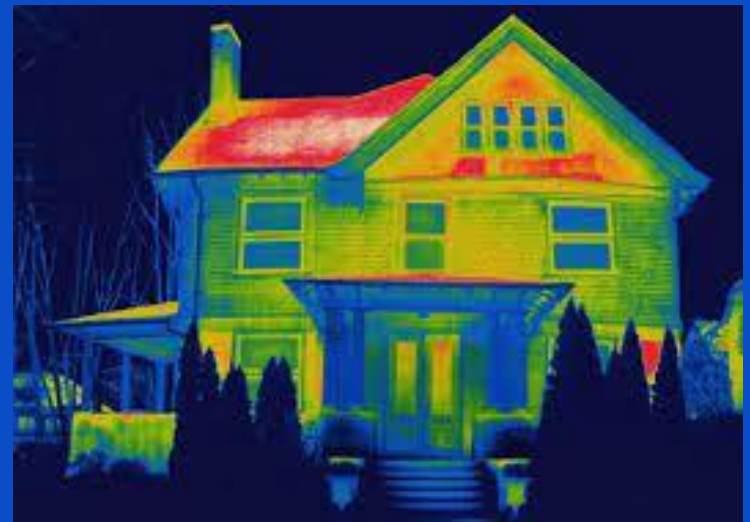
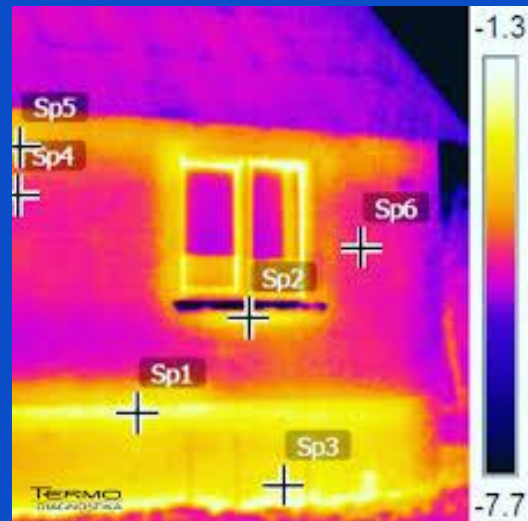
## *Termoizoliacinės medžiagos iš avių vilnos tyrimai laboratorijoje*

Degumas. Ugnis lėtai plinta termoizoliacinės medžiagos iš avių vilnos paviršiumi ir ardo gaminio struktūrą. Įmontuojant į konstrukciją šį gaminį, jį reikėtų uždengti plona nedegia danga.



## *Numatomi termoizoliacinės medžiagos iš avių vilnos tyrimai*

- Numatoma atlikti termovizinius tyrimus statybos objektuose;
- Numatoma atlikti atitvarų šiluminės varžos skaičiavimus pagal įdiegtos termoizoliacinės vilnos gaminių charakteristikas.



## *Vilnos panaudojimo perspektyvos*

Lietuvoje nėra įdiegtų tinkamų vilnos paruošimo, perdirbimo ir gamybos sąlygų.

Norint panaudoti Lietuvoje auginamų avių vilną termoizoliacinių medžiagų gamybai, turi būti įvykdytos kelios esminės sąlygos:

- auginimas – tik prižiūrimose pievose ir tinkamos avių laikymo sąlygos (neturi būti kontakto su išmatomis);
- kirpimas – tik iš anksto paruoštose vietose ir vilną sandėliuojant švariose patalpose;
- vilnos rūšiavimas – bet kokia užteršta vilna turi būti atskirta.

## *Vilnos panaudojimo perspektyvos*

Norint panaudoti avių vilną ir ją tinkamai paruošti termoizoliacinių medžiagų gamybai, reikia įsigyti vilnos žaliavos paruošimo įrenginius:

- vilnos mechaninio išvalymo įrenginį;
- vilnos nuriebalinimo įrenginį.



## *Vilnos panaudojimo perspektyvos*

Norint gaminti termoizoliacinę medžiagą iš avių vilnos, reikalingi šie gamybos linijos įrenginiai:

- smulkintuvai;
- tiektuvai;
- draskytuvai;
- karšimo įrenginys;
- klostytuvas;
- kietinimo kamera;
- pjaustymo įrenginys;
- pakavimo įranga;
- transporteriai.

## *Vilnos panaudojimo perspektyvos*

Galimas mokslininkų indėlis:

- ieškoti inovatyviausių ir draugiškų aplinkai žaliavos ruošimo būdų;
- reguliuoti technologinius gamybos procesus;
- parinkti tinkamus savybes gerinančius priedus;
- gerinti termoizoliacinės medžiagos iš vilnos eksploatacines savybes;
- teikti rekomendacijas gaminių eksploatavimui.



**VILNIUS  
TECH**

Vilniaus Gedimino  
technikos universitetas



**LSMC**  
Ekonomikos ir  
kaimo vystymo  
institutas

**Ačiū už dėmesį!**