



## **No atjaunojamām izejvielām iegūtas un nanokristālisko celulozi modificētas kriogēnās izolācijas izstrāde / Development of Biobased Cryogenic Insulation Modified with Nanocrystalline Cellulose**

Projekts Nr. 1.1.1.5/ERANET/18/03

Uzsaukums, aktivitāte:  
ERA-NET Cofund M-ERA.Net 2

### **Projekta progressa pārskats par periodu 01.09.2021.-31.12.2021.**

**Projekta mērķis:** Bio4Cryo projekta galvenais mērķis ir izstrādāt daudzslāņu, cietā putupoliuretāna kriogēnās izolācijas materiālu ar termoreflektīvo pārklājumu, kā izejvielas putuplasta izstrādei ir paredzēts izmantot ilgtspējīgus un atjaunojamus resursus no lauksaimniecības un koksnes ķīmiskās pārstrādes produktiem.

**Šobrīd projektā tiek realizētas sekojošas aktivitātes, kur LV KĶI ir galvenais izpildītājs vai dalībnieks:**

#### **0. aktivitāte: Projekta vadība un koordinācija**

- 0.1. Projekta koordinācija un iekšējās komunikācijas nodrošināšana
- 0.2. Darba paku koordinācija, mājaslapas izveidošana, virtuālās projekta darba vides izveide izvēlētajā koplietošanas programmā
- 0.3. Projekta ieviešanas progressa pārskatu sagatavošana

#### **4. aktivitāte: Daudzslāņu kriogēnās izolācijas materiāla izstrādne**

- 4.2. Izstrādāt PU putuplasta receptūras, lai iegūtais materiāls varētu tikt izmantots kā kriogēnā izolācija
- 4.3. Izstrādāt cietā PU putuplasta un nanokristāliskās celulozes nanokompozītus, noteikt termiskās lineārās izplešanās koeficientu izstrādātajam materiālam, novērtēt nanocelulozes ietekmi uz dažādām materiāla īpašībām
- 4.4. Piedalīties daudzslāņu, PU kriogēnās izolācijas materiālu ar termoreflektīvo pārklājumu izstrādne un raksturošanā

#### **5. aktivitāte: Izstrādātā PU izolācijas putuplasta un vairākslāņu izolācijas materiālu testēšanu istabas un kriogēnā temperatūrā**

- 5.1. Piedalīties cietā PU putuplasta visraksturīgāko īpašību raksturošanā: siltumvadītspējas koeficients, poru uzbūve, mehāniskās īpašības utt.
- 5.2. Piedalīties cietā PU putuplasta termiskās stabilitātes un termisko īpašību raksturošanā izmantojot instrumentālās analīzes metodes: TGA, DSC, DMA un TMA
- 5.3. Noteikt nanocelulozes ietekmi uz PU putuplasta uzpūšanos, cietā segmenta veidošanos un tā ietekmi uz putuplasta mehāniskajām un termiskajām īpašībām, novērtēt nanocelulozes ietekmi uz putuplasta dimensiju stabilitāti.

5.4. Piedalīties cietā PU putuplasta īpašību raksturošanā pie kriogēnām temperatūrām, novērtēt “krio-šoka” ietekmi uz cietā PU putuplasta adhēziju ar termorefleksīvajiem pārklājumiem, tērauda un alumīnija virsmām

#### **6. aktivitāte:**

6.1. Uzsmidzināt izstrādāto kriogēno PU izolāciju uz dažādām virsmām izmantojot industriālo aprīkojumu (*up-scaling*)

6.2. Izstrādāt sašķidrinātās gāzes tvertnes demonstratoru, kas ir izolēts ar iepriekš izstrādāto izolāciju

#### **7. aktivitāte: Izstrādātās kriogēnās izolācijas vides novērtējums**

7.1. Dzīves cikla novērtējums izstrādātās kriogēnās izolācijas komponentēm no atjaunojamām izejvielām

### **Periodā paveiktais**

#### **4.aktivitāte: Daudzslāņu kriogēnās izolācijas materiāla izstrādne un 5. aktivitāte: Izstrādātā PU izolācijas putuplasta un vairākslāņu izolācijas materiālu testēšanu istabas un kriogēnā temperatūrā.**

No iepriekšējos periodos izstrādātajiem PU putuplastiem izvēlēts visperspektīvākais. Šim PU putuplastam veikta apstrāde ar termorefleksīvo pārklājumu, apstrādi veicot gan uz PU putuplasta garozas, gan garozu noņemot. Šiem paraugiem tika veikti adhēzijas testi pirms un pēc apstrādes ar šķidro slāpekli. Labāku adhēziju uzrādīja paraugs, kuram garoza bija noņemta.

Šajā periodā arī tika sagatavoti un iesniegti trīs raksti zinātniskajos žurnālos:

- Katarzyna Uram, Aleksander Prociak, Laima Vevere, Ralfs Pomilovskis, Ugis Cabulis, and Mikelis Kirpluks. 2021. "Natural Oil-Based Rigid Polyurethane Foam Thermal Insulation Applicable at Cryogenic Temperatures" *Polymers* 13, no. 24: 4276. <https://doi.org/10.3390/polym13244276>
- Beatrise Sture, Laima Vevere, Mikelis Kirpluks, Daniela Godina, Anda Fridrihsone, and Ugis Cabulis. 2021. "Polyurethane Foam Composites Reinforced with Renewable Fillers for Cryogenic Insulation" *Polymers* 13, no. 23: 4089. <https://doi.org/10.3390/polym13234089>
- Elzbieta Malewska, Aleksander Prociak, Laima Vevere, Edgars Vanags, Marcin Zemła, Katarzyna Uram, Mikelis Kirpluks, Ugis Cabulis, Mirosław Bryk “New thermo-reflective coatings for applications as a layer of heat insulating materials” (raksts iesniegts žurnālā *Materials Today Physics* un šobrīd atrodas izvērtēšanā).

#### **6.aktivitāte:**

4.2. aktivitātē izstrādātā poliolu sistēma pielāgota izsmidzināmās iekārtas prasībām (1. att.). PU putuplastam, kas iegūts ar izsmidzināmo iekārtu, tika noteiktas mehāniskās īpašības istabas un kriogēnajā (-196 °C) temperatūrā, kā arī adhēzija ar alumīniju. Šajā periodā arī tika izveidots sašķidrinātās gāzes tvertnes demonstrators, kas tika izolēts ar šajā projektā izstrādāto PU putuplastu.



1.attēls. Poliolu sistēma tiek izsmidzināta un alumīnija plāksnes.

### **7. aktivitāte: Izstrādātās kriogēnās izolācijas vides novērtējums**

7.1. Dzīves cikla novērtējums izstrādātās kriogēnās izolācijas komponentēm no atjaunojamām izejvielām

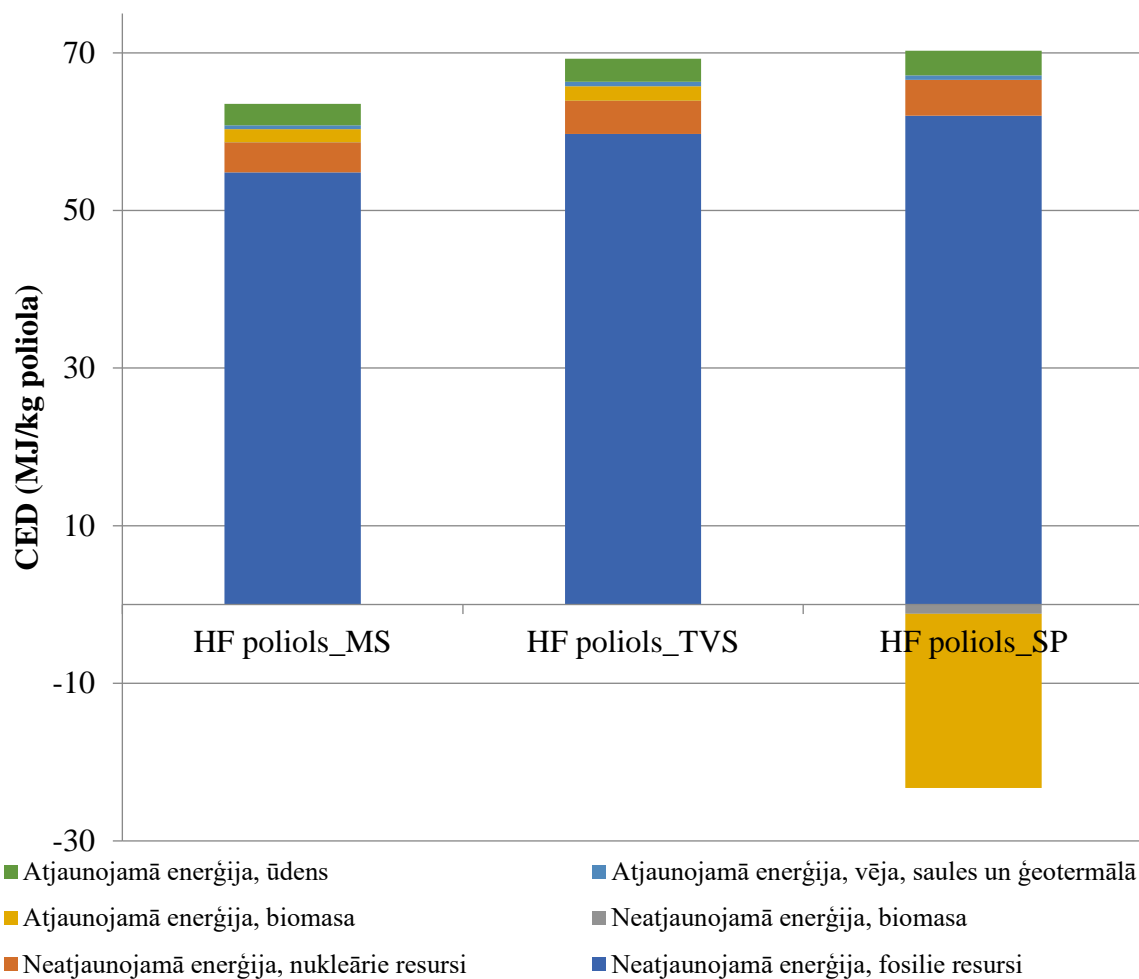
Tika veikta LCA analīze izstrādātajiem rapšu eļļas polioliem, kas tika mērogoti projekta 1. aktivitātē. Funkcionālā vienība: 1 kg rapšu eļļas poliola, kas ir piemērots cietā PU/PIR putuplastu izstrādei. Sistēmas robežas ir definēts no šūpuļa līdz vārtiem (angļu val. *Cradle to gate*), kas ietver izejmateriālu ieguvu un pārstrādi, ka arī ražošanu. Biopoliolu LCA analīzes gadījumā sistēmas robežas ietver izejmateriālu ieguvu un biopoliolu sintēzi.

LCA inventarizācijas dati rapšu sēklu audzēšanas posmam tika iegūti no liela lauksaimniecības uzņēmuma, kas atrodas Latvijas Zemgales reģionā. Rapšu eļļas ieguves dati iegūti no eļļas spiestuves Zemgalē, kas izmanto auksto spiešanas metodi. Tika izmantotas dažādas sadales metodes, lai novērtētu to ietekmi uz rapšu eļļas bio-poliolu ekoloģiskajiem raksturlielumiem un šo metožu piemērošanas sekām. Bio-poliolu sintēzes inventarizācija dati tika ievākti no eksperimentāliem datiem no poliolu sintēzes pilot-mēroga (50 L) reaktorā.

Kumulatīvais enerģijas pieprasījums (CED, angļu val. *Cumulative Energy Demand*) – LCIA metode, kas nosaka tiešo un netiešo enerģijas patēriņu MJ vienībās visā produkta vai procesa dzīves ciklā. CED ņem vērā gan atjaunojamās, gan neatjaunojamās primārās enerģijas izmantošanu un enerģijas plūsmas, kas paredzētas gan enerģijas, gan materiālu vajadzībām.

2.attēlā prezentēti CED rezultāti HF poliolum, kas parādīti pēc izvēlētās sadalījuma metodes rapšu eļļas spiestuves posmā.

Kopumā HF poliols uzrāda zemāku CED visos sadalījuma gadījumos salīdzinājumā ar naftas ķīmijas poliolu, kura CED ir 93,5 MJ/kg. Zemākais CED rezultāti HF poliolum atkarībā no sadalījuma metodes rapšu eļļas spiestuves posmā ir sekojoši: 47,0 MJ/kg SP, 63,6 MJ/kg MS un 69,3 MJ TVS. CED procentuālais samazinājums ir attiecīgi 49,7 %, 32,07 % un 25,9 %, salīdzinot ar naftas ķīmijas poliolu.



2. attēls. CED salīdzinājums 1 kg HF polyol\_MS, 1 kg HF polyol\_TVS and 1 kg HF polyol\_SP; Metode: CED V1.11

**Projekta koordinators īstenošanas vieta –  
 Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūts (LV KĶI),  
 Dzērbenes iela 27, Rīga, LV-1006 (<http://www.kki.lv>, [koks@edi.lv](mailto:koks@edi.lv)).**

**Plānotais kopējais projekta īstenošanas ilgums – 40 mēneši, 01.09.2018.-31.12.2021.  
 Projekta koordinators zinātniskais vadītājs: Dr.sc.ing. Uģis Cābulis ([cabulis@edi.lv](mailto:cabulis@edi.lv)).**

**Pārskats sagatavots: 30.12.2021.**