



I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

**Ar nano/mikro celulozi pildīti poliuretāna/poliizociānurāta siltumizolācijas materiāli**

Eiropas Reģionālās attīstības fonda projekts (Nr. 1.1.1.1/16/A/031)  
Darbības programma „Pētniecība, tehnoloģiju attīstība un inovācijas”  
Aktivitāte 1.1.1.1. „Praktiskas ievirzes pētījumi, 1. kārtā”

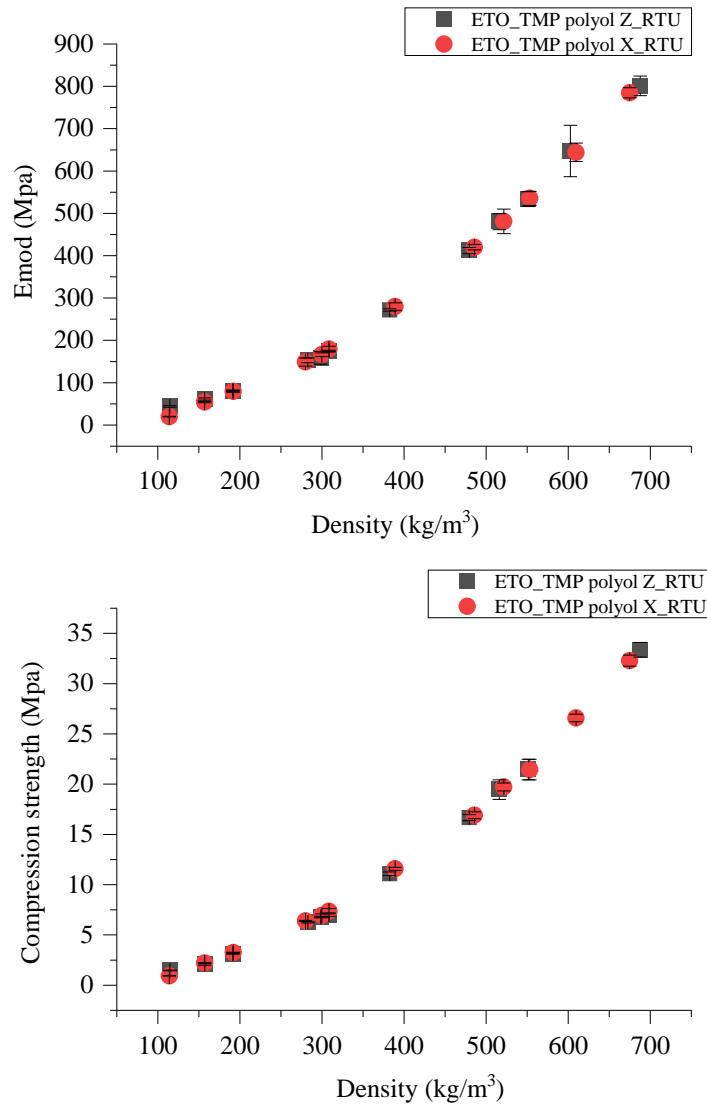
**Projekta progressa pārskats par periodu 01.07.2019.-30.09.2019.**

**Pārskata periodā projektā tika realizētas sekojošas aktivitātes:**

3. Cieto PU/PIR putuplasta un nanocelulozes kompozītu iegūšana un raksturošana
  - 3.1. Nanocelulozes disperģēšana poliolos
  - 3.2. Cietā PU/PIR putuplasta izstrāde (40-60 kg/m<sup>3</sup>)
  - 3.3. Cieto PU/PIR putuplastu izstrāde (150-250 kg/m<sup>3</sup>)
  - 3.4. No biopolioliem iegūtu cieto PU/PIR putuplastu tirgus analīze
  - 3.5. No atjaunojamām izejvielām iegūtu cieto PU/PIR putuplastu nanokompozītu LCA analīze
4. Termošuvju izstrāde no cietā PU/PIR putuplasta
  - 4.1. Termošuvju izstrāde no augsta blīvuma cietā PU/PIR putuplasta ēku inženiertehniskajos risinājumos
  - 4.2. Rezultātu aprobācija par augsta blīvuma cietā PUR/PIR putuplasta termošuvju 3D ēkas modeli

**Cieto PU/PIR putuplastu izstrāde (150-250 kg/m<sup>3</sup>)**

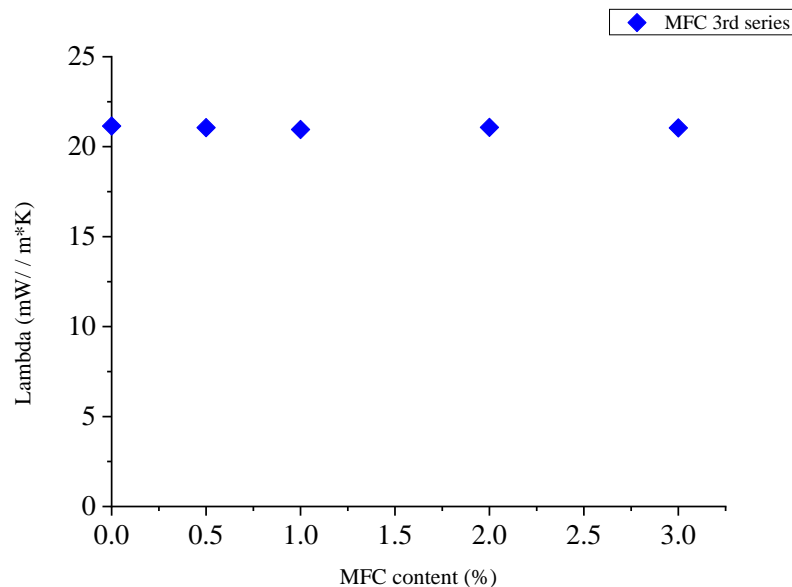
Ir izstrādāta cietā PU/PIR putuplasta sistēma ar augstu šķietamo blīvumu. Kā uzputošanās reaģents tika izmantots ūdens. Par pamata poliolu izmantoja ETE/TMP augstas funkcionalitātes poliolu, kas iegūts 2. darba paketē. Cietā PU/PIR putuplasta sistēma tika optimizēta, lai iegūtu materiālu plašā šķietamā blīvuma robežās (100-641 kg/m<sup>3</sup>). Ir veikti spiedes īpašību pārbaudes testi, kur iegūtās Junga moduļa un spiedes stiprības rezultāti cietajam PU/PIR putuplastam ar dažādu blīvumu ir attēloti 1. attēlā. Spiedes īpašības ir notiektas gan paralēli, gan perpendikulāri materiāla putošanās virzienam. Spiedes īpašību izmaiņas, mainoties cietā PU/PIR blīvumam, ir aproksimētas ar pakāpes funkciju, kur kāpinātāja koeficients ir 1.92 Junga moduļa un stiepes stiprības gadījumā.



1. attēls. Cietā PU/PIR putuplasta spiedes īpašību atkarība no blīvuma

### Ar nano izmēra celulozi pildīta cietā PU/PIR putuplasta izstrāde (40-60 kg/m³)

Ir uzsākts darbs pie nanoizmēra kompozītu cietā PU/PIR putuplasta izstrādāšanas. Projektā iegūtā mikrofibrilētā celuloze ir ievadīta ETO\_TMP polirolā, no kura ir iegūts cietā PU/PIR putuplasta materiāls. Turpinās darbs pie kompozītu īpašību testēšanas. Ir veikti siltumvadītspējas mērījumi, kas ir attēloti 2. att.



2. attēls. Siltumvadītspējas koeficienta izmaiņas atkarībā no mikrofibrilētās celulozes daudzuma cietā PU/PIR putuplasta sastāvā

### No atjaunojamām izejvielām iegūtu cieto PU/PIR putuplastu nanokompozītu LCA analīze

Dzīves cikla ietekmes novērtējums tika veikts izmantojot LCA programmatūru SimaPro 9.0, izmantotā novērtējuma metodika ir ReCiPe H/A. “H” norāda, ka rezultātu svēršanas posmā tiek izmantota hierarhista perspektīva, kas balstās uz politikas dokumentos orientētiem laika termiņiem; “A” attiecināms uz vidējiem rādītājiem un ir rekomendētā svēršanas versija. ReCiPe metodei ir galapunkta un viduspunkta ietekmes kategorijas.

ReCiPe (2016) metodē ietekme uz vidi ir izteikta 18 viduspunkta ietekmju kategorijās:

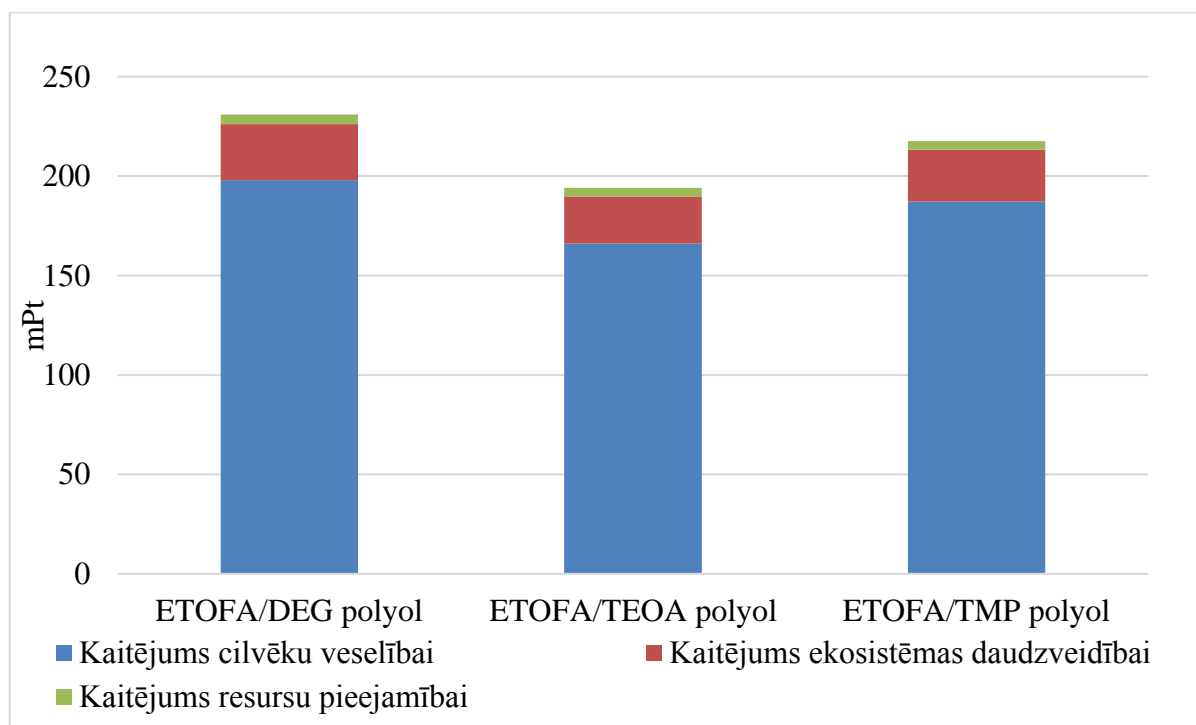
- Klimata pārmaiņas (Cilvēku veselība),
- Ozona slāņa samazināšanās,
- Toksiskums cilvēkiem,
- Fotoķīmiskā oksidanta veidošanās,
- Daļiņu veidošanās,
- Jonizējošs starojums,
- Klimata pārmaiņas (Ekosistēmas),
- Sauszemes paskābināšanās,
- Saldūdeņu eitrofikācija,
- Ekotoksiskums sauszemei,
- Ekotoksiskums saldūdeņiem,
- Ekotoksiskums jūras ūdeņiem,
- Lauksaimniecības zemes aizņemšana,
- Pilsētas zemes aizņemšana,
- Dabiskās zemes pārveidošana,
- Metāla resursu samazināšanās,
- Fosilo resursu samazināšanās,
- Ūdens resursu izsīkums.

ReCiPe (2016) metodē ir 3 galapunkta ietekmes kategorijas:

- Kaitējums cilvēku veselībai
- Kaitējums ekosistēmas daudzveidībai
- Kaitējums resursu pieejamībai

ReCiPe galapunkta metodes trūkums ir tāds, ka statistiskās nenoteiktības ir lielākas, tomēr lēmumu pieņēmējiem ir vieglāk rezultātus saprast un interpretēt.

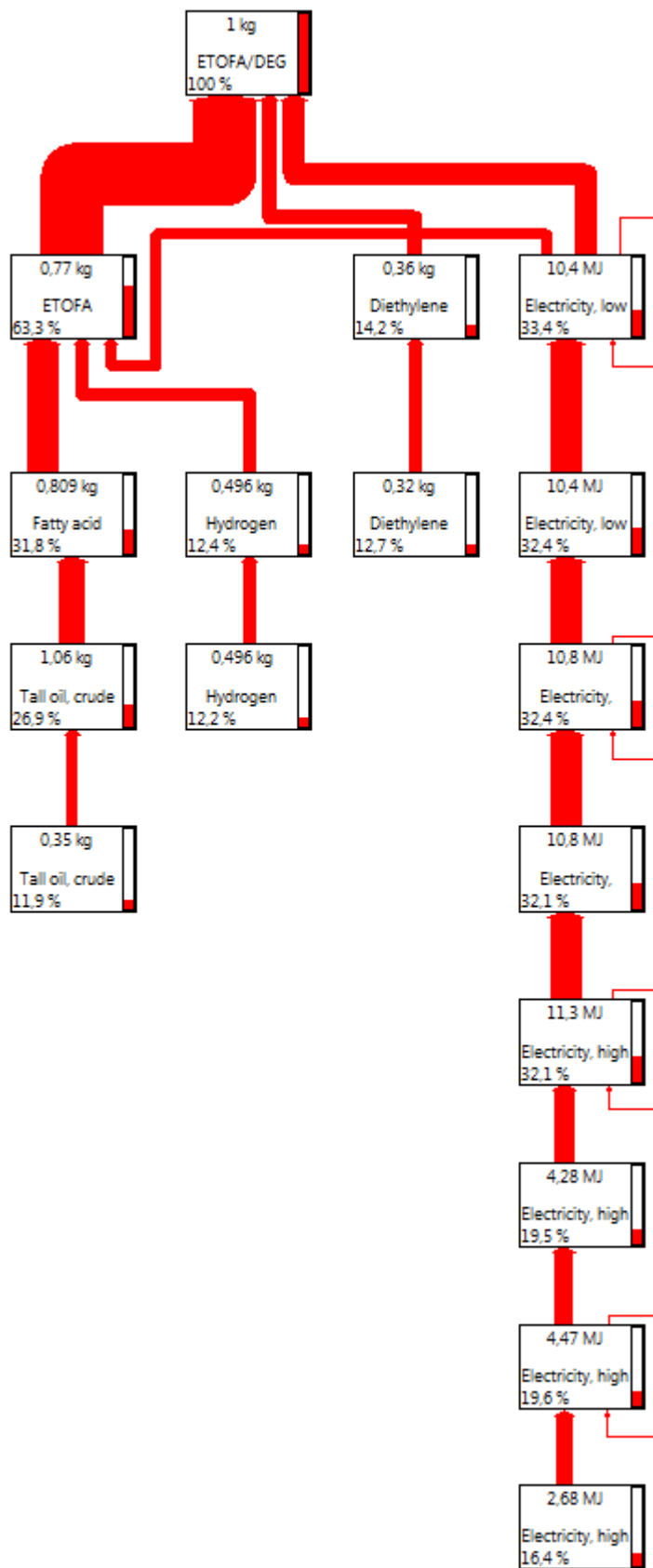
Dzīves cikla ietekmes novērtējums ar ReCiPe galapunkta ietekmes kategorijām projektā izstrādātajiem polioliem, ETOFA/TMP, ETOFA/DEG, ETOFA/TEOA, ir parādīts 3. attēlā.



3. attēls. ReCiPe galapunkta ietekmes kategorijas trīs dažādiem tallu eļļas polioliem

Visu trīs poliolu gadījumā visaugstākā ietekme uz vidi ir galapunkta ietekmes kategorijai Kaitējums cilvēku veselībai. No kopējās potenciālās ietekmes uz vidi, Kaitējums cilvēku veselībai ir robežās no 72 % - 86 %, atkarībā no poliola ķīmiskās struktūras. Nākamā otra lielākā ietekmes kategorija ir Kaitējums ekosistēmas daudzveidībai, ar 10% - 12 % lielu ietekmi. Vismazākā potenciālā ietekme uz vidi ir galapunkta ietekmes kategorijā Kaitējums resursu pieejamībai ar 2 %.

Aplūkojot ETOFA/DEG poliola procesu koku (4. attēls) ir redzams, ka procentuāli vislielākā ietekme poliola izstrādē veidojas no elektrības patēriņa poliola sintēzei, kā arī epoksidētās tallu eļļas. Divstadiju poliola sintēzei nepieciešamo ķīmisko reaģentu ietekme ir ievērojami mazāka, tā ir nedaudz virs 10 %. ūdeņraža peroksīdam un dietilēnglikolam, savukārt etiķskābei un jonapmaiņas sveķiem tā ir zem 4 %.



4. attēls. Procesu koks ETOFA/DEG polirolam

**Projekta 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 – 36 mēneši.**  
**Projekta zinātniskais vadītājs: Dr.Sc.Ing. Uģis Cābulis ([cabulis@edi.lv](mailto:cabulis@edi.lv)).**  
**Projekts uzsākts: 02.01.2017.**  
**Pārskats sagatavots: 30.09.2019.**