



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 01.01.2019.-31.03.2019.

Šobrīd projektā tiek 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 ($40-60 \text{ kg/m}^3$)
 - 3.3. Cieto PU/PIR putuplastu izstrāde ($150-250 \text{ kg/m}^3$)
 - 3.4. No biopolioliem iegūtu cieto PU/PIR putuplastu tirgus analīze
 - 3.5. No atjaunojamām izejvielām iegūtu cieto PU/PIR putuplastu nanokompozītu LCA analīze

Nanocelulozes disperģēšana poliolos

Mēģinājumos iegūt nanocelulozes-poliola dispersiju, ūdens aizvadīšana no poliola-ūdens-nanocelulozes maisījuma, ir problemātiska – maisījumu karsējot $5 \text{ stundas } 60 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā $\sim 20 \text{ mbar}$ spiedienā tika iegūta poliola-nanocelulozes dispersija ar ūdens daudzumu ne mazāku par $1 \text{ m/m}\%$ (iejaucot 1% nanocelulozes).

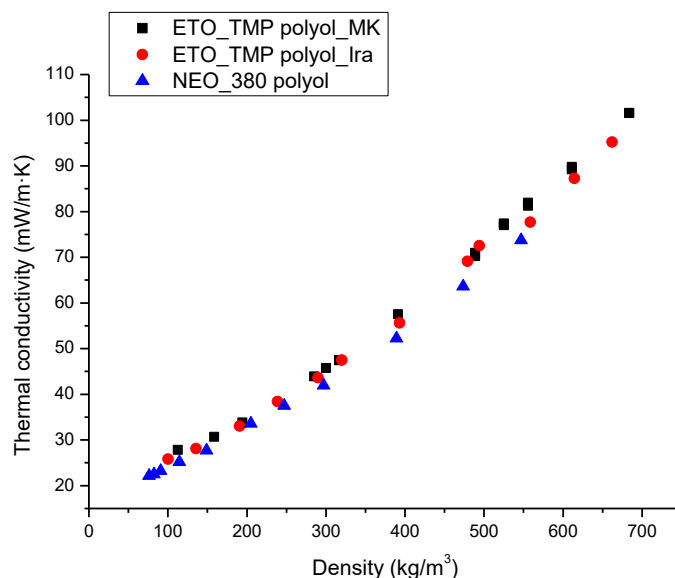
Tika novērots, ka palielinot nanocelulozes saturu dispersijā, ne tikai ievērojami paaugstinās dispersijas viskozitāte, bet arī ūdens aizvadīšana kļūst arvien sarežģītāka. Mēģinot iejaukt $10 \text{ m/m}\%$ nanocelulozes poliolā, ūdens saturs dispersijā nebija nosakāms ar Karla Fišera metodi, kas liek secināt, ka ūdens daudzums dispersijā varētu būt $>10 \text{ m/m}\%$. Lai samazinātu 10% nanocelulozes-poliola dispersijas viskozitāti un, iespējams, atvieglotu ūdens aizvadīšanu, dispersijai tika pievienots trihlorpropilfosfāts (viena no poliuretāna putuplastu kompozīcijas sastāvdaļām), bet tas nesniedza gaidīto efektu – viskozitātes samazinājums nebija pietiekams un ūdens aizvadīšana joprojām bija nepietiekama.

Lai atvieglotu ūdens aizvadīšanu no poliola-ūdens-nanocelulozes maisījuma, tika izmēģināta 96% etanola pievienošana. Vairākkārt atkārtojot etanola pievienošanu un sekojošu atdestilāciju, izdevās iegūt nanocelulozes dispersiju poliolā, kurā ūdens daudzums bija $<0,1 \text{ m/m}\%$.

Tika veikti eksperimenti arī ar nanocelulozes ūdens dispersijas liofilizēšanu un sekojošu nanocelulozes sausās masas iejaukšanu komponentu sistēmā (bez pentāna), izmantojot maisītāju. Tika iegūtas nanocelulozes-komponentu sistēmas dispersijas, kurās nanocelulozes saturs bija $1,68$ un $3,51 \text{ m/m}\%$. No visiem izmēģinātajiem nanocelulozes iejaukšanas veidiem šo metodi var uzskatīt par visoptimālāko, jo komponentu sistēmas viskozitāte ir nedaudz zemāka kā ETE/TMP poliolam, kā arī nav jāveic vairākkārtēja ūdens atdestilēšana izmantojot etanolu.

Cieto PU/PIR putuplastu izstrāde (150-250 kg/m³)

Ir izstrādāta cietā PU/PIR putuplasta sistēma ar augstu šķietamo blīvumu. Kā uzputošanās reaģents tika izmantots ūdens. Par pamata poliolu ir izmantots ETO/TMP augstas funkcionalitātes poliols, kas iegūts 2. darba paketē. Cietā PU/PIR putuplasta sistēma ir optimizēta, lai iegūtu materiālu plašā šķietamā blīvuma robežās (100-641 kg/m³). Tiek turpināts darbs pie materiāla īpašību testēšanas. Dotajam cietajam PU/PIR putuplastam ir noteikta svarīgākā siltumizolācijas materiālu īpašība, siltumvadītspējas koeficients λ , kas ir attēlots 2. attēlā. Iegūtās īpašības tika salīdzinātas ar cieto PU/PIR putuplastu, kas iegūts no NEO_380 poliola. Dotie rezultāti ir iegūti iepriekšējā EU FP7 projekta EVolution ietvaros. EVolution projektā bija jāiegūst augsta blīvuma cietais PU/PIR putuplasts, bet materiāla siltumvadītspējas koeficients nebija prioritārā īpašība. Dotie rezultāti tika iegūti, bet nav publicēti. Šobrīd tie tiek izmantoti, lai salīdzinātu ERAF Nr. 1.1.1.1/16/A/031 projektā izstrādātos materiālus. Projekta noslēgumā tiks salīdzinātas izstrādātā materiāla funkcionālās īpašības ar pieejamām alternatīvām.



2. attēls. Cietā PU/PIR putuplasta siltumvadītspējas koeficienta izmaiņas atkarībā no materiāla šķietamā blīvuma.

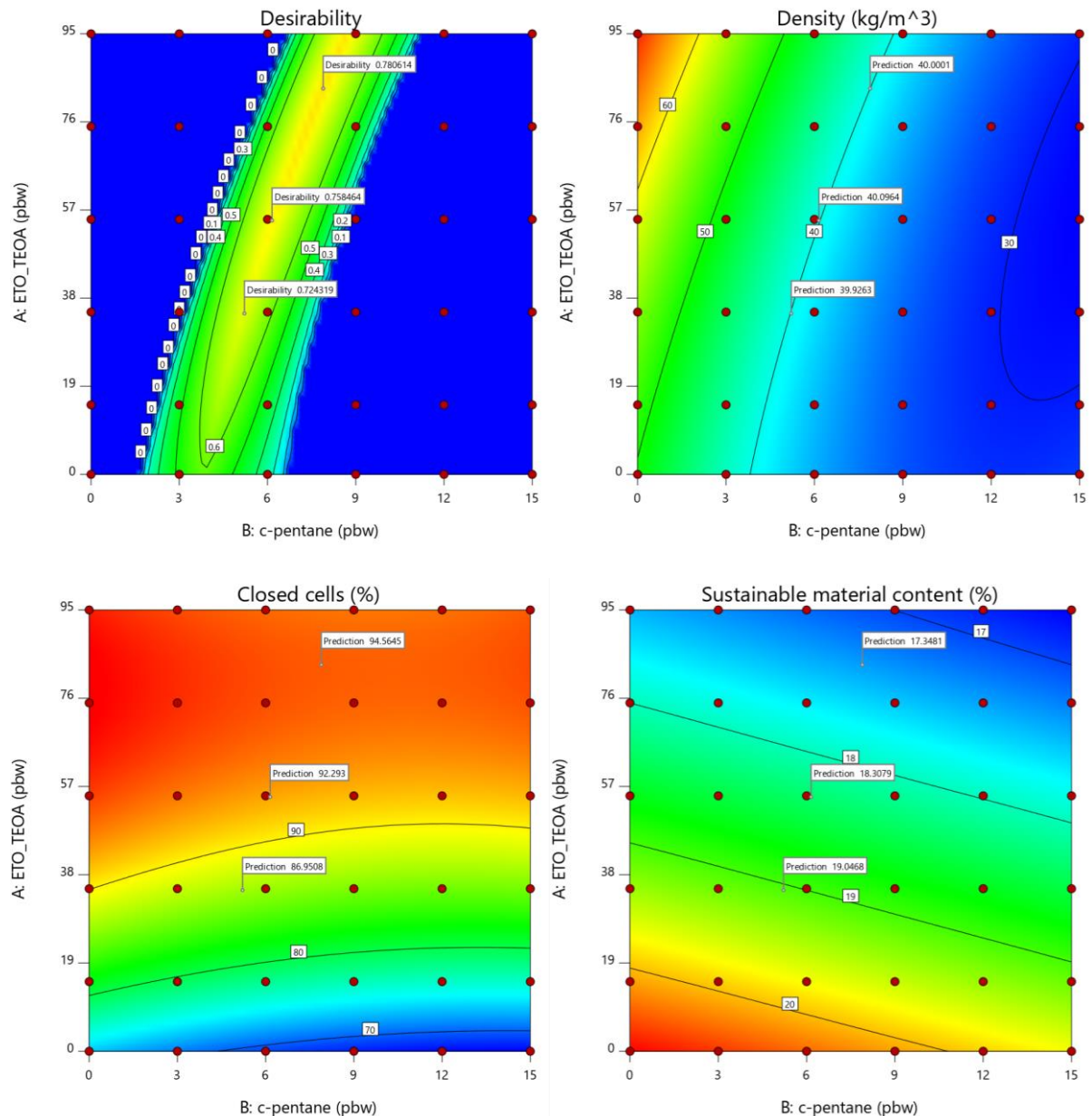
Cietā PU/PIR putuplasta izstrāde (40-60 kg/m³)

Tika veikta cietā PU/PIR putuplasta sistēmas optimizācija, par pamatu izmantojot, četrus iepriekšējās darba paketēs izstrādātos augstas funkcionalitātes tallu eļļas poliolus. Cietā PU/PIR putuplasta sistēma tika izstrādāta ar mērķi iegūt materiāla šķietamo blīvumu 40 ± 1 kg/m³, kas ir tipisks būvniecības nozarē izmantotajai siltumizolācijai. Cietā PU/PIR putuplasta sistēma tika izstrādāta izmantojot tikai no dabas izejvielām iegūtos poliolus. Projektā ir izdevies iegūt cietā PU/PIR putuplastu, kurā arī šķērssaistīšanās polioli ir iegūti no tallu eļļas, kas nebija izdevies citos LV KĶI realizētajos projektos par PU/PIR putuplasta sistēmām no atjaunojamiem dabas resursiem. Jauniegūto četru, augstas funkcionalitātes poliolu saturs tika pakāpeniski mainīts cietā PU/PIR putuplasta sistēmā, mainot to masas attiecības pret divfunkcionālo tallu eļļas trietanolamīna estera poliolu.

Papildus tam tika pētīta zema globālās sasilšanas potenciāla uzputošanās aģenta (c-pentāns) ietekme uz cietā PU/PIR putuplasta parametriem. Tika noteikta dato parametru

ietekme uz cietā PU/PIR putuplasta šķietamo blīvumu, slēgto poru saturu, atjaunojamo izejvielu saturu putuplasta materiālā, šķērssienu blīvumu, kā arī cietā PU/PIR putuplasta tehnoloģiskajiem parametriem - starta laiks, gēla laiks, lipīguma laiks. Cieto PU/PIR putuplastu sistēmas tika optimizētas izmantojot Design Expert 11 programmu, kā mērķa funkciju izmantojot šķietamo blīvumu – 40 kg/m^3 , maksimālo atjaunojamo izejvielu daudzumu, maksimālo slēgto poru daudzumu un maksimālo šķērssienu blīvumu. Darbs pie PU/PIR putuplasta optimizācijas tiek turpināts.

Ir apstrādāti rezultāti tallu eļļas trietanolamīna poliola sistēmām. Iegūtās matricas mērķa funkcija, šķietamā blīvuma, slēgto poru saturs un atjaunojamo izejvielu saturs ir attēloti 1. attēlā. Tiek turpināts darbs pie pārējo trīs poliolu cietā PU/PIR putuplasta sistēmas optimizācijas datu apstrādes.



1. attēls. No ETO/TEOA poliola iegūtā cietā PU/PIR putuplasta sistēmu optimizācijas rezultāti

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

Dzīves cikla analīze (turpmāk tekstā LCA) ir produkta sistēmas izmantoto vielu (resursu), radīto vielu (atkritumi, emisijas) un potenciālās ietekmes uz vidi raksturojums visam dzīves ciklam.

LCA balstīts uz ISO 14040 un ISO 14044 standartiem, kas apraksta 4 galvenos novērtējuma procedūras posmus: (1) mērķa un darbības sfēras definēšana, (2) dzīves cikla inventarizācijas analīze (angļu val. *Life Cycle Inventory (LCI)*), (3) dzīves cikla ietekmes novērtējums, (4) dzīves cikla interpretācija.

Mērķa un sfēras definēšana: Pētījuma mērķis ir novērtēt trīs dažādu biopoliolu, kas izstrādāti uz tallu eļļas bāzes, ietekmi uz vidi. Tallu eļļas polioli pēc to īpašībām un ķīmiskās struktūras ir piemēroti cieto PU/PIR putuplastu izstrādei. Biopolioli ir izstrādāti projekta iepriekšējās darba paketēs un to ķīmiskais raksturojums ir atrodams iepriekšējos projekta progresa ziņojumos. **Funkcionālā vienība** ir definēta sekojoši: 1 kg tallu 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. Transports netika ņemts vērā, jo LCA analīzes mērķis ir noteikt tieši izstrādātās sintēzes metodes un iegūto biopoliolu ietekmi uz vidi. LCI dati (priekšplāna sistēmas primārie dati) ir apkopoti 1. tabulā.

1. tabula

LCI dati trīs dažādiem tallu eļļas polioliem

	ETE/TMP	ETE/DEG	ETE/TEOA	Mērvienība
Ieejošās plūsmas				
ETE	0,70	0,77	0,65	kg
Polifunkcionāls spirts	0,40	0,36	0,44	kg
Katalizators	0,0004	0,0004	0,0004	g
Enerģija	1,62	1,90	0,81	kWh
Izejošās plūsmas				
Poliols	1	1	1	kg
Ūdens	0,05	0,06	0,05	kg

Dzīves cikla ietekmes novērtējums (angļu val. *Life Cycle Impact Assessment*) tiks veikts izmantojot LCA programmatūru SimaPro 9.0, fona procesu sekundārajiem datiem tiks izmantota datubāze Ecoinvent v.3.5.

Lai novērtētu izstrādāto tehnoloģiju rūpniecisko realizēšanas potenciālu izstrādātajiem tallu eļļas polioliem, ir uzsākts darbs pie to ražošanas ekonomiskā aprēķina. Tiek turpināts darbs pie cietā PU/PIR putuplasta materiālu tirgus un literatūras datu izpēti.

Projekta īstenošanas vieta –

Latvijas Valsts Koksnes Ķīmijas Institūts (LV KĶI),

Dzērbenes iela 27, Rīga, LV-1006 (<http://www.kki.lv>, koks@edi.lv).

Plānotais kopējais projekta īstenošanas ilgums – 36 mēneši.

Projekta zinātniskais vadītājs: Dr.Sc.Ing. Uģis Cābulis (cabulis@edi.lv).

Projekts uzsākts: 02.01.2017.

Pārskats sagatavots: 29.03.2019.