



Nano- ja mikrostruktuursed lisandid liimvaikude termiliste omaduste muutmiseks

Valter Reedo
Tartu Ülikooli Füüsika Instituut

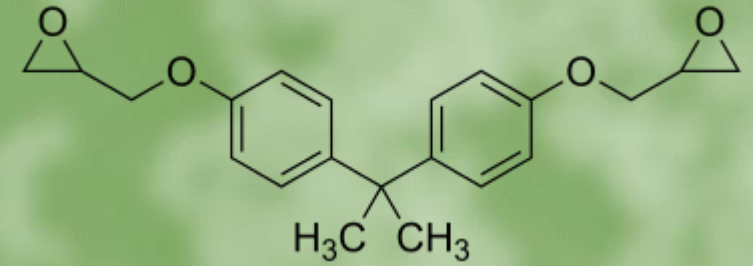
Motivatsioon

- Euroopa Liidu energiatõhususe direktiivi järgi peavad 2019. aastast olema kõik uued avalikud hooned liginullenergiamaajad ning alates 2021. aastast kehtib sama nõue ka teistele uutele hoonetele.
- Soojusmaterjali kinnitamiseks on vaja mehaaniliselt vastupidavaid, madala soojusjuhtivusega liimmaterjale.

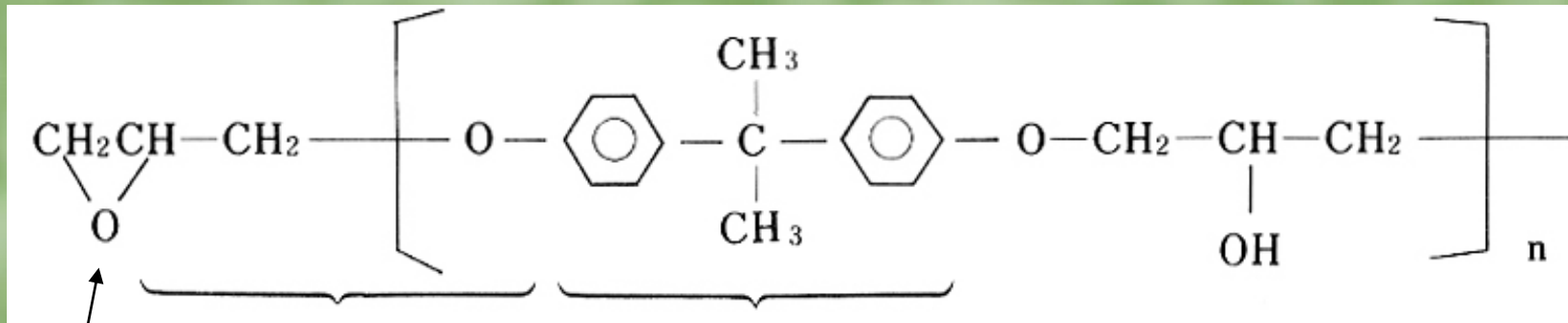
Lahendused

- Kasutada liimvaik-komposiite. (epoksiidmass)
- Soojusjuhtivuse vähendamiseks lisatakse liimile näiteks ränidioksiidaerogeeli või õõnsaid mikrosfääre.
- Mehaanilise vastupidavuse (löögikindlus, nake) suurendamiseks lisatakse liimvaikudele elastseid polümeere (PMMA).

Liimvaigud



Bisphenol A diglycidyl ether

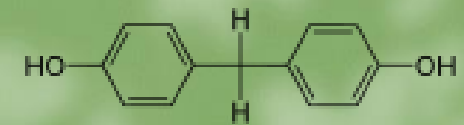
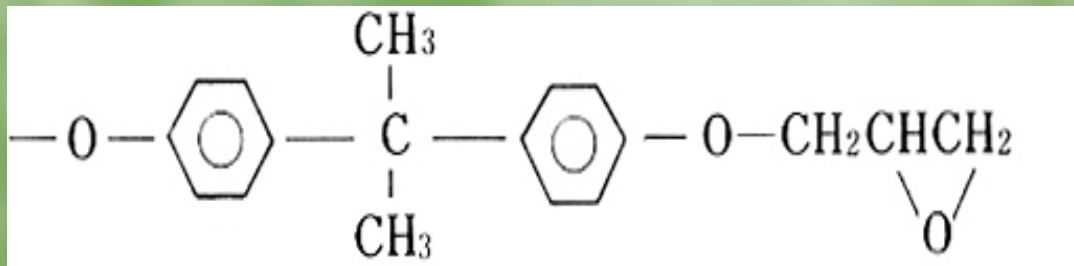


Annab paindlikkuse

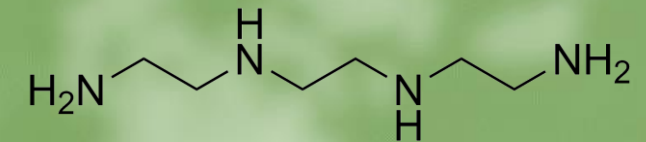
Annab temperatuuri-
taluvuse

Adhesioon (nake) pindadega

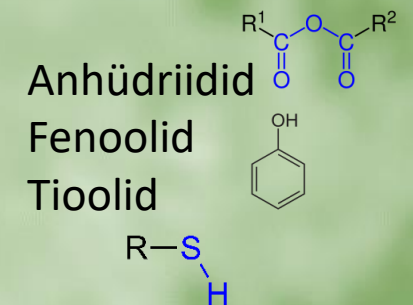
Reaktsiooni-
tsenter



Bisfenool F



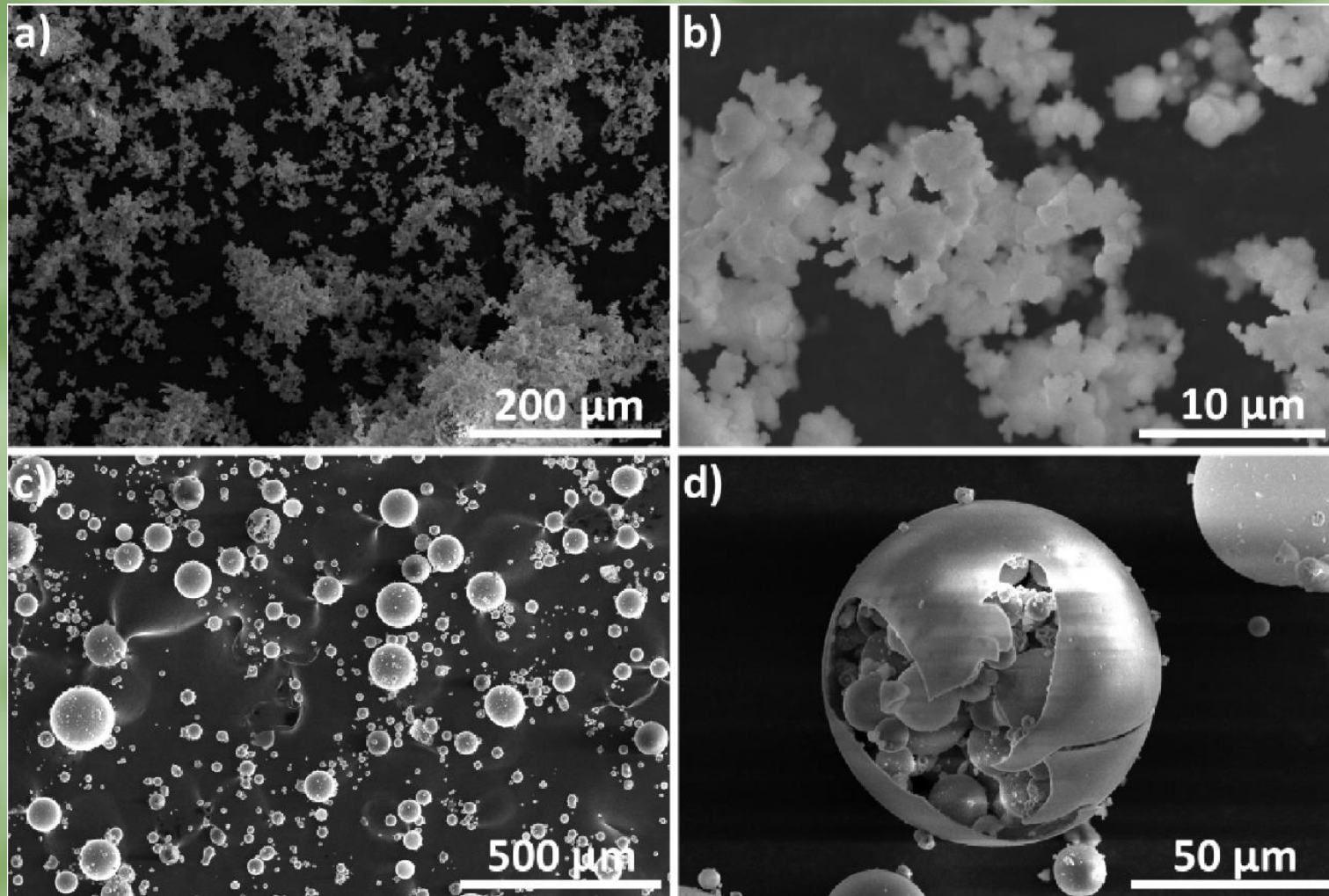
TETA-trietüüleentetraamiin



Liimvaigud kasutuses



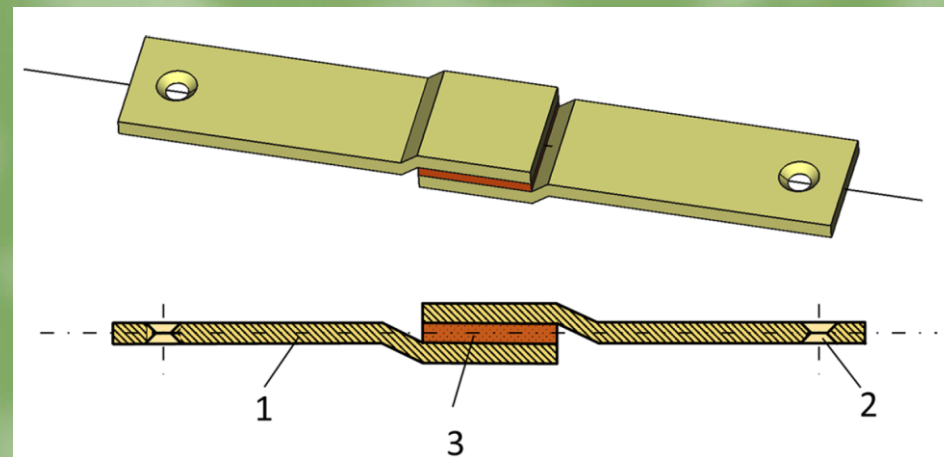
HGM (*Hollow glass microspheres*) – õõnsad klaasmikrosfäärid



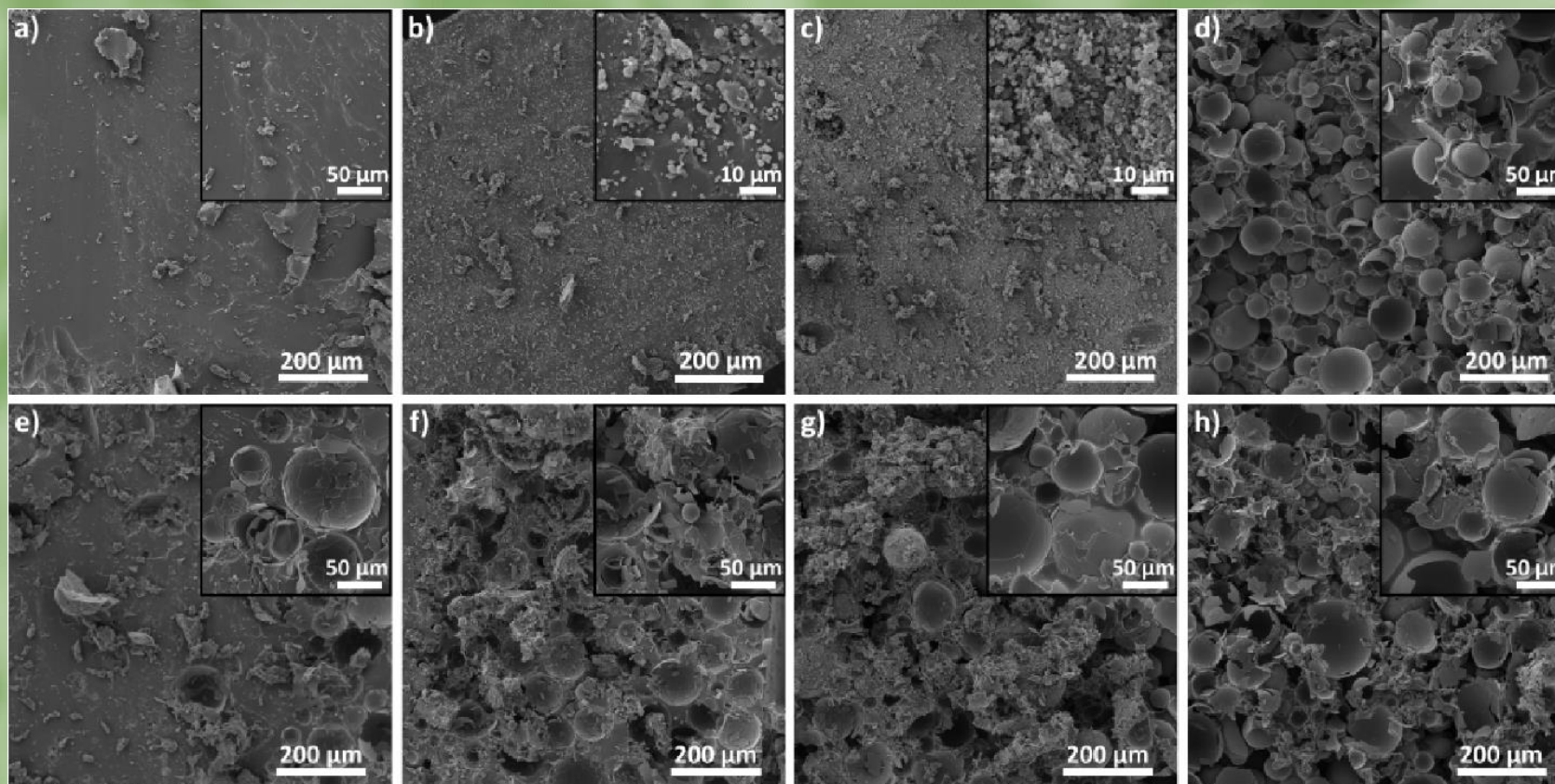
SEM kujutised ränioksiidaerogeelist (a) ja (b) ning õõnsatest klaasmikrosfääridest (c),(d)



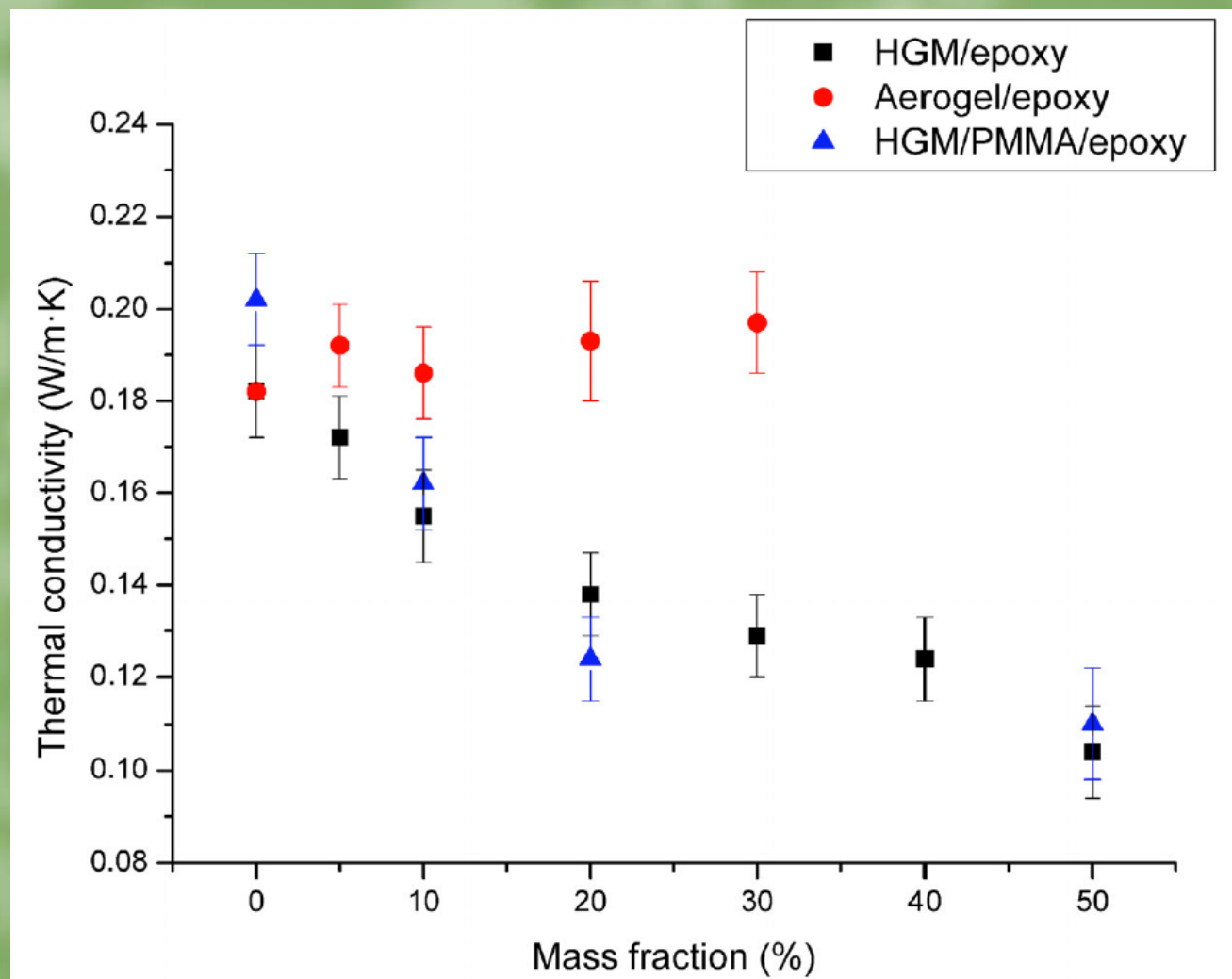
Fotod liimvaik-komposiidi termiliste omaduste määramiseks kasutatud katsekehadest



Liimvaigu nakkuvusomaduste selgitamiseks kasutatud eksperimendiseade

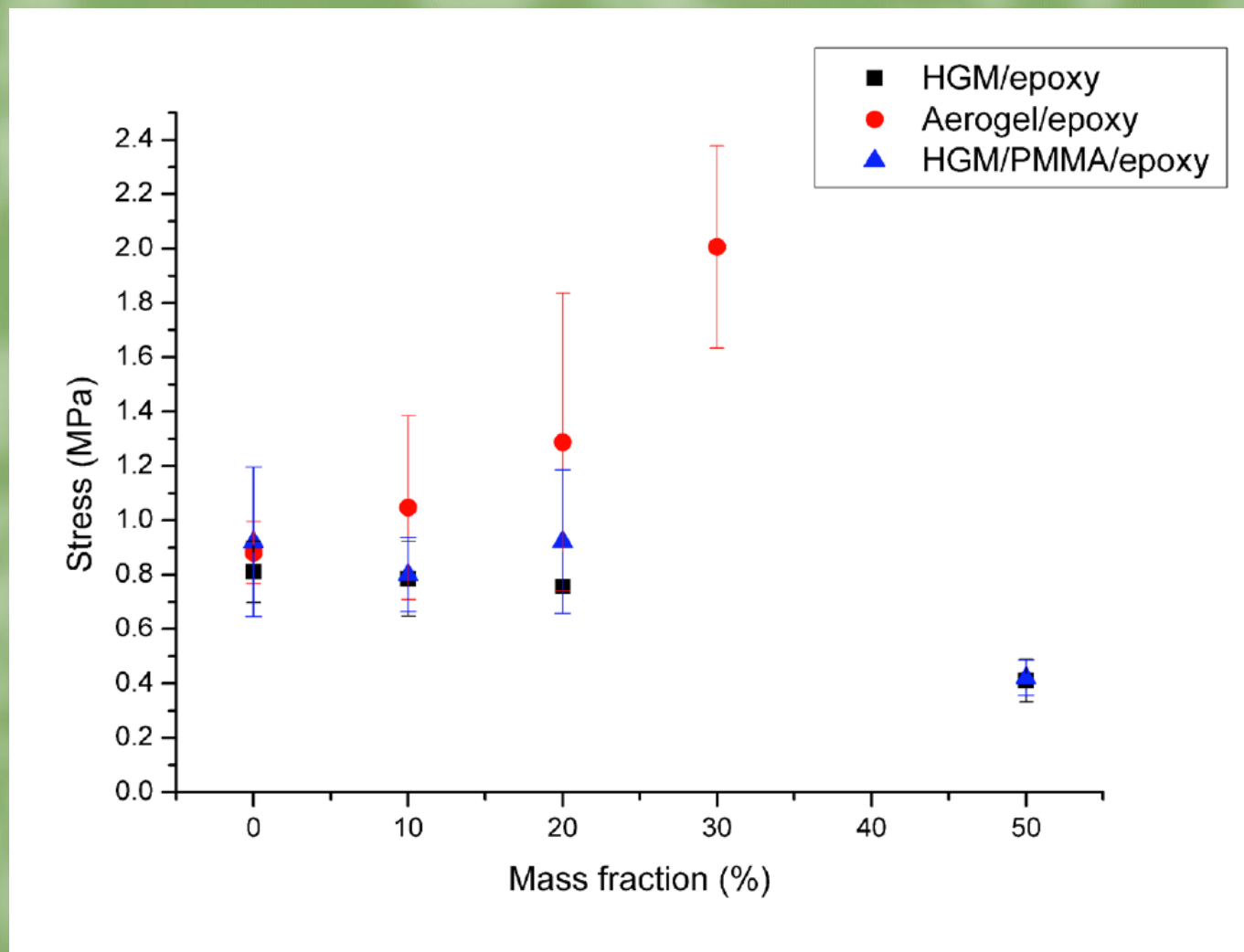


SEM kujutised liimvaigumassist (a) ja 5%(b), 30% (c) rändioksiidaerogeeli lisandiga liimvaigukomposiidist; 50% HGM/liimvaik/PMMA-komposiit (d); 5% (e), 10% (f), 30% (g) ja 50% (h) HGM/liimvaik-komposiidist.



Erinevate liimvaik-komposiitide soojusjuhtivuste sõltuvus lisatud täitematerjali massiprotsendist

Vahtrus, Mikk; Oras, Sven; Antsov, Mikk; Reedo, Valter; Mäeorg, Uno; Lõhmus, Ants; Saal, Kristjan; Lõhmus, Rünno. (2017). Mechanical and thermal properties of epoxy composite thermal insulators filled with silica aerogel and hollow glass microspheres. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 66 (4), 339–346.10.3176/proc.2017.4.03.

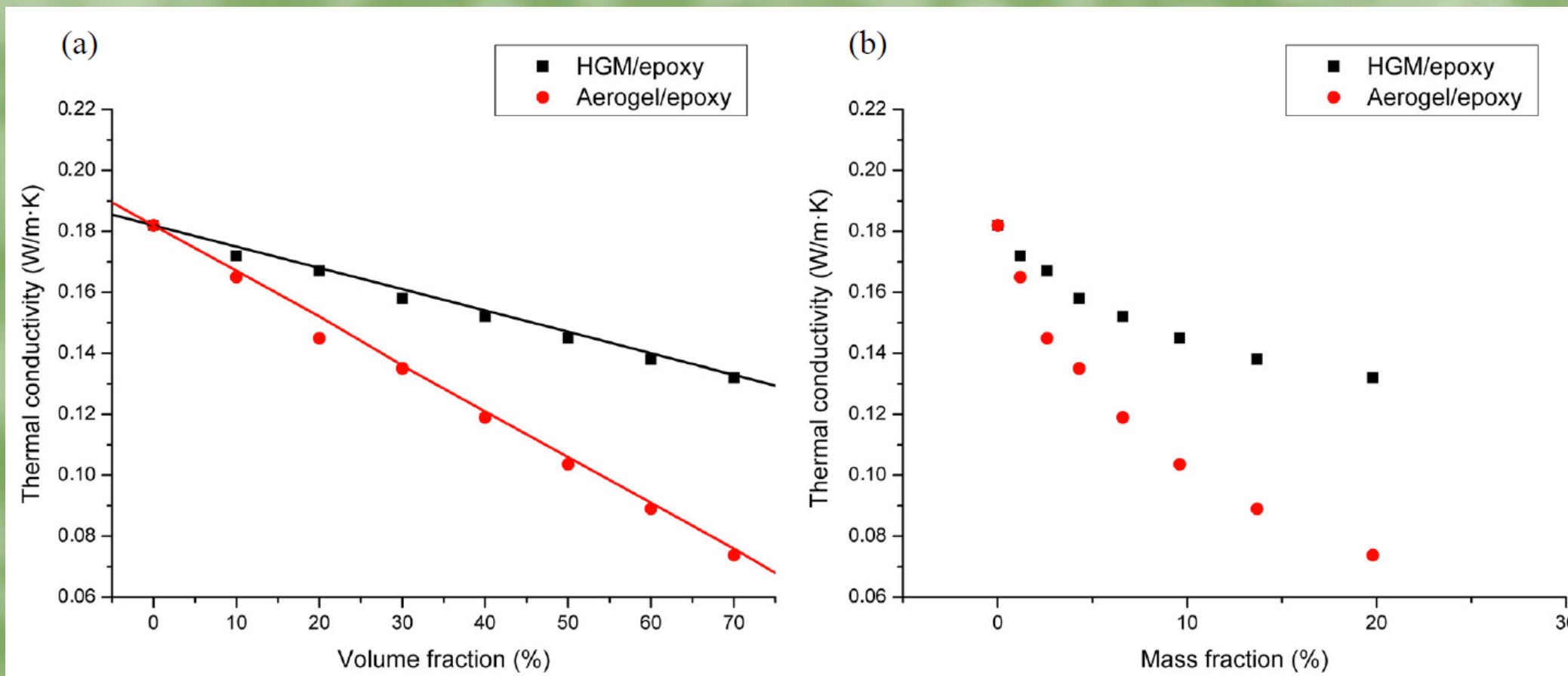


Kontakti lõhkumiseks vajamineva pinge sõltuvus liimis sisalduva täiteaine massiprotsendist

Vahtrus, Mikk; Oras, Sven; Antsov, Mikk; Reedo, Valter; Mäeorg, Uno; Lõhmus, Ants; Saal, Kristjan; Lõhmus, Rünno. (2017). Mechanical and thermal properties of epoxy composite thermal insulators filled with silica aerogel and hollow glass microspheres. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 66 (4), 339–346.10.3176/proc.2017.4.03.

Epoksiidkomposiidi omaduste **FEM** (*finite element method*) modelleerimine

FEM (*tõlge: diskreetsete elementide meetod*) on numbriline meetod inseneritehniliste ja materjalifüüsika probleemide lahendamiseks.



FEM simulatsioon epoksiidkomposiidi soojusjuhtivuse muutumise kohta nii massi kui ruumala suhtes

Kokkuvõte

- Töös kasutati liimvaikmaterjali soojusjuhtivuse vähendamiseks ränioksiidaerogeeli ja õõnsaid klaasmikrosfääre.
- SEM kujutiste analüüs näitas, et liimvaiku viidud lisandmaterjal on selles jaotunud homogeenselt.
- Näidati, et rändioksiidaerogeeli lisamine liimvaigule suurendab soojusjuhtivust ja õõnsate mikrosfääride lisandamine vähendab materjali soojusjuhtivust.
- Näidati et FEM analüüsiga saab rahuldavalt kirjeldada liimvaigu ja õõnsate klaasmikrosfääride komposiidi soojusjuhtivusomadusi. Väljatöötatud FEM mudelit saab rakendada sarnaste süsteemide simuleerimiseks ja omaduste ennustamiseks.

Tänan kuulamast!



Activities of this work was supported by the Estonian Centre of Excellence in Zero Energy and Resource Efficient Smart Buildings and Districts, ZEBE, grant 2014-2020.4.01.15-0016 funded by the European Regional Development Fund.