

*VPP „Modernu funkcionālu materiālu mikroelektronikai, nanoelektronikai, fotonikai, biomedicīnai un konstruktīvo kompozītu, kā arī atbilstošo tehnoloģiju izstrāde”*

## 6. projekts

# „FUNKCIONĀLO MATERIĀLU/NANOKOMPOZĪTU DIZAINS, TEHNOLOĢIJU IZSTRĀDE UN TO ĪPAŠĪBAS,”



## 6. projekts „Funkcionālo materiālu/nanokompozītu dizains, tehnoloģiju izstrāde un to īpašības„

# SADARBĪBAS PARTNERI



RTU MLĶF Polimērmateriālu  
institūts

*J. Zicāns*



LU Polimēru mehānikas institūts

*J. Jansons*



RTU MLĶF Tehniskās fizikas  
institūts

*M. Knite*



LU Ķīmijas fakultāte

*V. Kaļķis*



RTU BF Materiālu un konstrukciju  
institūts

*A. Čate*



# PĒTĪJUMU STRUKTŪRA

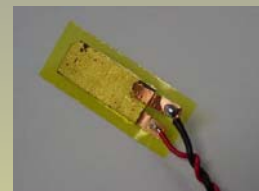
Nanokompozītu  
iegūšanas tehnoloģijas  
izstrāde



Struktūrīpašības  
Stiprības-  
deformācijas  
īpašības  
Sorbīvās īpašības  
Elektriskās īpašības



Nanokompozītu  
dizains un  
modelēšana



Nanokompozītu  
pārstrādes  
tehnoloģijas  
izstrāde



Īpašību  
prognozēšana  
un modelēšana

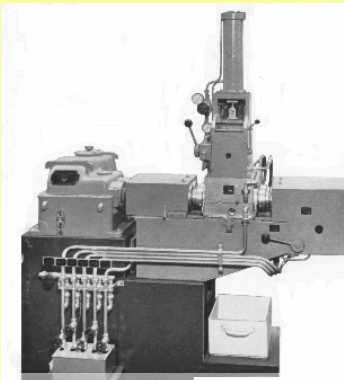
# NANOKOMPOZĪTU IEGŪŠANA UN ĪPAŠĪBAS

## POLIMĒRA MATRICA

## Samaisīšanas metodes

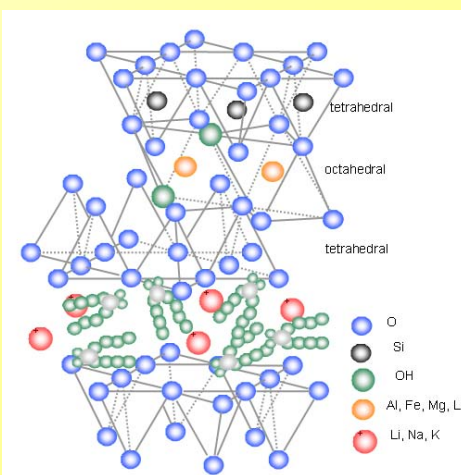
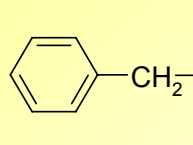
Polipropilēns (PP)	Kompatibilizators (PPgMA)
$\left[ \text{H}_2\text{C} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_n$	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{C} \quad \text{C} \\   \quad   \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH} \\   \quad   \\ \left[ \text{H}_2\text{C} - \text{C} \right]_n \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>3 m. % no PP</p>

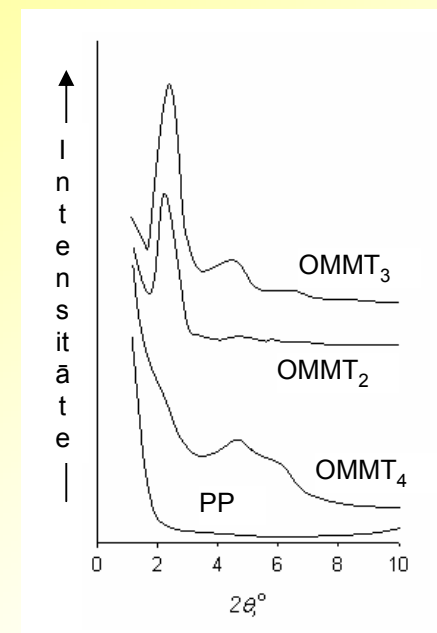
8-zonu divgliemežu ekstrudēris  
*Haake Rheomex PTW 25/32*



*Bunbury* maisītājs

## NEORGANISKĀ PILDVIELA

Montmorillonīta māli (MMT)	Apz.	Org. modifikators	OMMT, mais. ar PP
	$OMMT_2$ <i>D72</i>	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n - \overset{\text{CH}_3}{\underset{(\text{CH}_2)_n \text{CH}_3}{\text{N}^+}} - \text{CH}_3$ <p>c=37m%</p>	0; 1; 5; 10 m. %
	$OMMT_3$ <i>D67</i>	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n - \overset{\text{CH}_3}{\underset{(\text{CH}_2)_n \text{CH}_3}{\text{N}^+}} - \text{CH}_3$ <p>c=43 m%</p>	0; 1; 5; 10 m. %
	$OMMT_4$ <i>D43</i>	 <p>c=40 m%</p>	0; 1; 5; 10 m. %





# NANOKOMPOZĪTU IEGŪŠANA UN ĪPAŠĪBAS

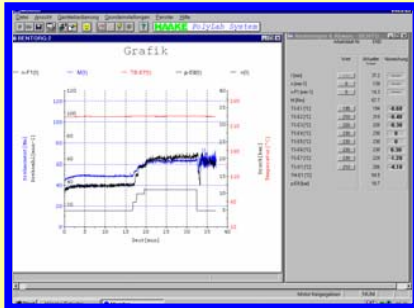
## Nolūkā izstrādāt

nanokompozītu optimālākos iegūšanas un pārstrādes kritērijus, ievērojot samaisāmo komponentu kausējuma viskozitāšu vērtības, mērķtiecīgi mainīja

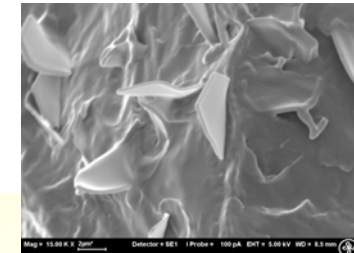
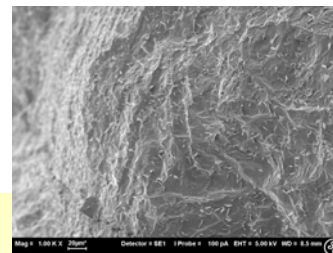
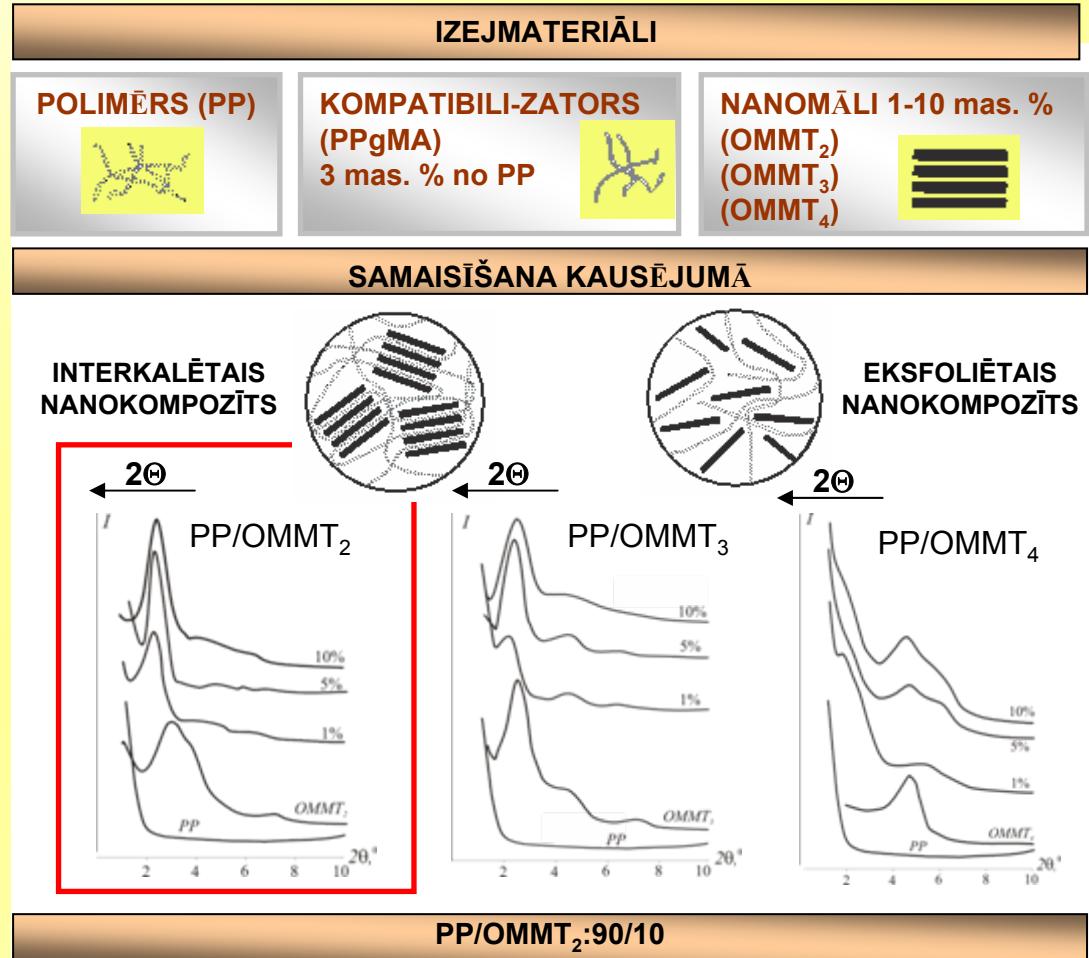
- 1) ekstrūzijas temperatūras sadalījuma profilu (robežās no 160-230°C);
- 2) kā arī ekstrūzijas procesa ātrumu (robežās no 100-200 apgr./min.)

## Pierādīts, ka

- samaisīšanas procesā nenotiek būtiska pārstrādājamo kompozīciju viskozitātes maiņa, kas norāda uz ieguves procesa stabilitāti.



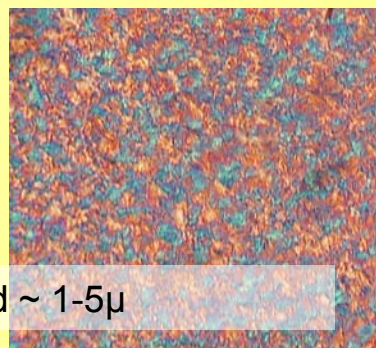
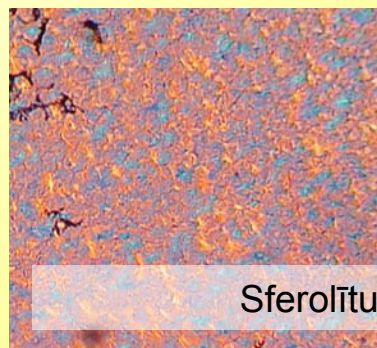
- kompatibilizatora klātbūtne būtiski ietekmē nanokompozīta savietojamību, kas uzlabo nanopildvielas disperģējamību.



# NANOKOMPOZĪTU IEGŪŠANA UN ĪPAŠĪBAS

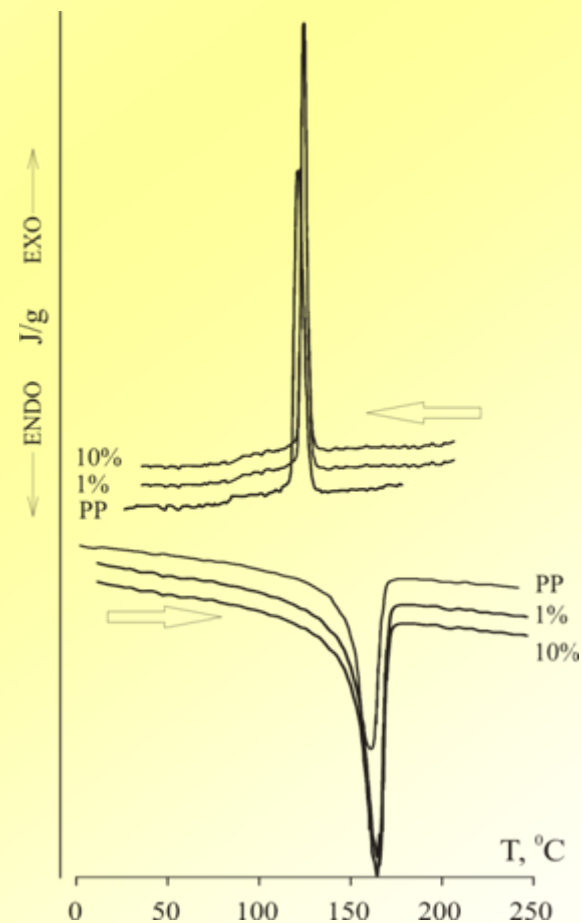
OMMT pildvielas ievadīšana izraisa PP/OMMT nanokompozītu kristāliskuma pakāpes samazināšanos, kas saistīta ar nanomālu ietekmi uz polimēra kristalizāciju,

OMMT saturs palielinās



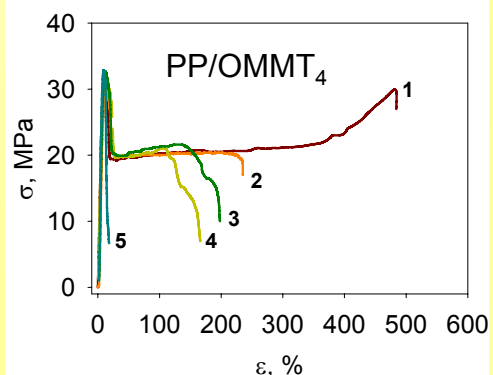
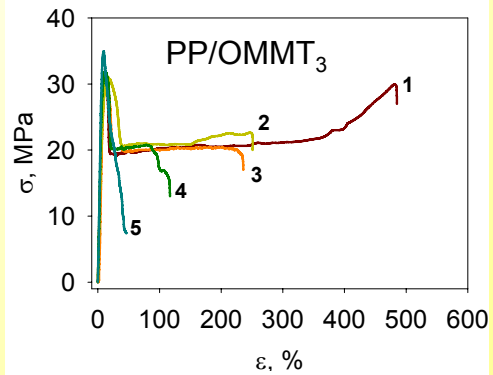
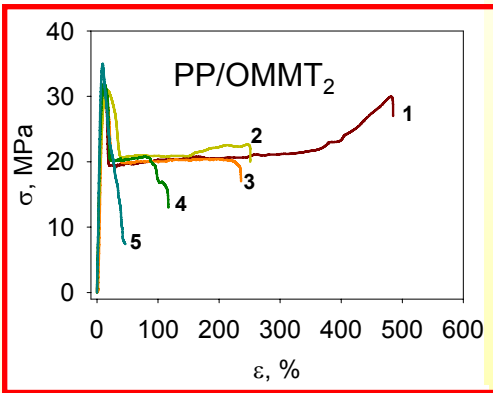
OMMT saturs palielinās

Nanomālu saturs, mas. %	Kristāliskuma pakāpe, %		
	PP/OMMT <sub>2</sub>	PP/OMMT <sub>3</sub>	PP/OMMT <sub>4</sub>
0,0	46,00	46,00	46,00
1,0	41,03	40,87	42,33
5,0	43,45	40,24	41,61
10,0	43,62	41,67	42,00



$C_{OMMT} \uparrow$  |  $T_{krist} \uparrow$

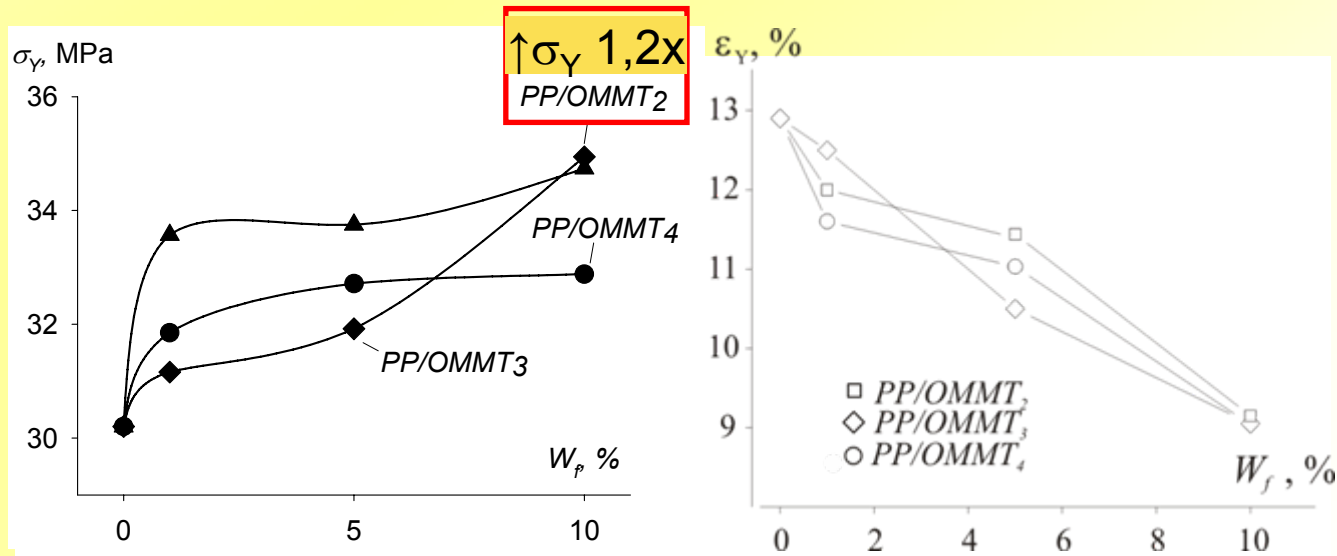
# NANOKOMPOZĪTU IEGŪŠANA UN ĪPAŠĪBAS



OMMT ievadīšana būtiski ietekmē arī nanokompozītu stiepes un lieces stiprības-deformācijas rādītājus, kā arī mikrociētību un triecienizturību:

Ievadot 10% OMMT, materiāla tecēšanas robežspriegums paaugstinās 1,2 reizes.

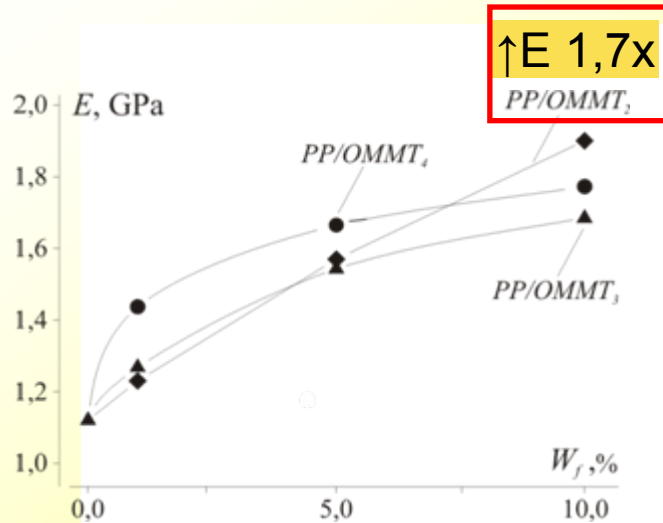
Savukārt PP/OMMT nanokompozītu stiepes tecēšanas pagarinājums pie šādas pildvielas satura samazinās, lai gan mazākā mērā nekā tradicionālos pildītos kompozītos.



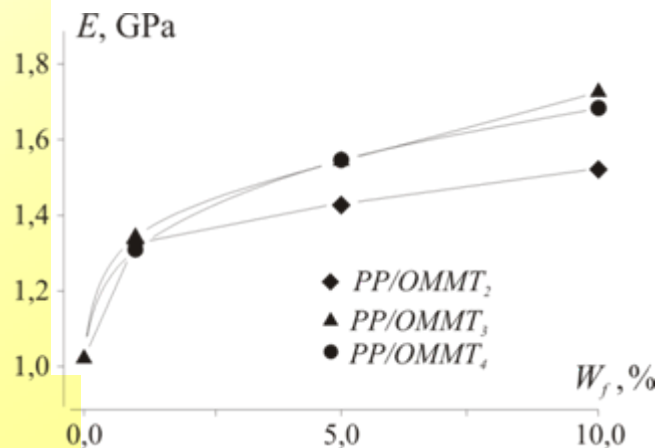
1- PP; 2- PPgMA; 3- PP99/OMMT;  
4- PP95/OMMT; 5- PP90/OMMT

PP/OMMT nanokompozītu stiepes tecēšanas stiprība un deformācija

# NANOKOMPOZĪTU IEGŪŠANA UN ĪPAŠĪBAS



PP/OMMT nanokompozītu stiepes E

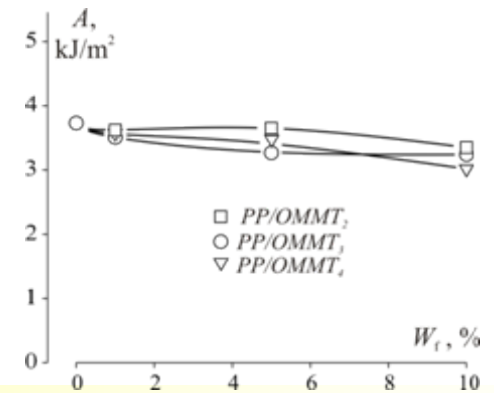
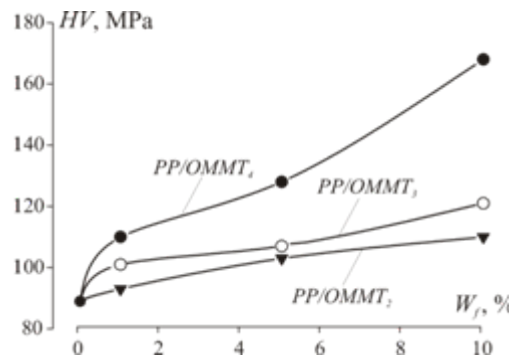


PP/OMMT nanokompozītu lieces E

PP/OMMT nanokompozītu elastības modulis, ievadot 10% OMMT, pieaug 1,7 reizes. Pie šādas pildvielas satura vienlaicīgi paaugstinās materiāla lieces elastības modulis.

OMMT ievadīšana ļauj palielināt arī nanokompozītu mikrociētību un triecienizturību:

Novērots, ka vislabākās īpašības uzrāda ar OMMT<sub>2</sub> modificēts polimēra nanokompozīts



PP/OMMT nanokompozītu mikrociētība un triecienizturība

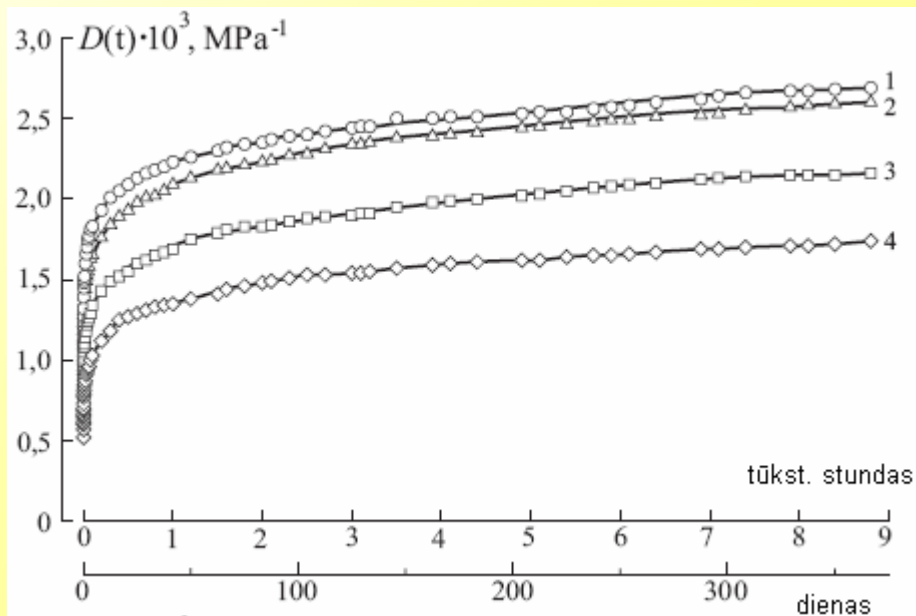


# NANOKOMPOZĪTU IEGŪŠANA UN ĪPAŠĪBAS

## PP/OMMT<sub>2</sub> pilnā padevība

$$D(t) = \varepsilon(t)\sigma = D_0 + \Delta D(t),$$

$D$ - pilnā padevība;  $D_0$ - elastīgā padevība;  $\Delta D$ - šļūdes padevība,  $t$ - laiks.



1- PP/PPgMA; 2- PP; 3- PP95/OMMT<sub>2</sub>5; 4- PP90/OMMT<sub>2</sub>10, mas. %.

OMMT ievadīšana ļauj uzlabot arī PP nanokompozīta šļūdes izturību,

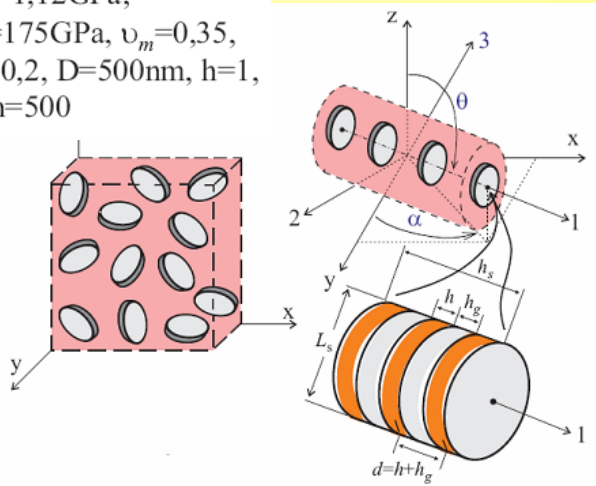
Pēc šļūdes eksperimenta kurš veikts viena gada laikā noteikts, ka nanokompozīta pilnā padevība  $D$  ir vairāk nekā pusotras reizes (1,6 x) mazāka kā izejas polimēram.



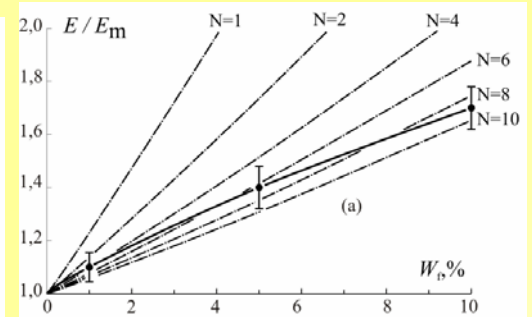
# PP/OMMT NANOKOMPOZĪTU IEGŪŠANA UN ĪPAŠĪBAS

Izstrādāts elastības konstanšu prognozēšanas modelis ortotropiskam kompozītam

$E_m = 1,12 \text{ GPa}$ ;  
 $E_f = 175 \text{ GPa}$ ,  $\nu_m = 0,35$ ,  
 $\nu_f = 0,2$ ,  $D = 500 \text{ nm}$ ,  $h = 1$ ,  
 $D/h = 500$



$$C_{\alpha\beta\gamma\delta} = \int_0^\pi \int_0^\pi C_{ijkl}^* l_{i\alpha} l_{j\beta} l_{k\gamma} l_{l\delta} f(\theta, \varphi) \sin \theta d\theta d\varphi$$

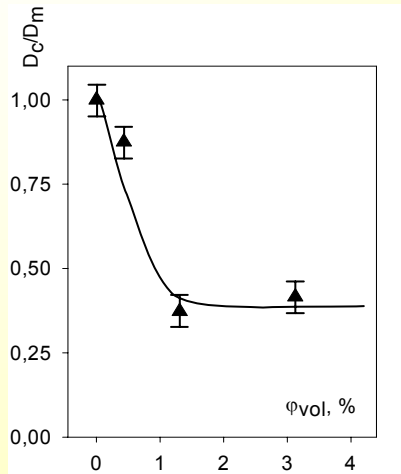


Punkti – eksperimentālo moduļu vērtību  $E$  un  $E_m$  attiecība; līnijas – aprēķinātās vērtības pie dažādiem  $N$  daudzumiem slāņainās pakešu daļiņās

Nanokompozītu *PP/OMMT* analīzes rezultāti atbilstoši struktūras modelim rāda, ka **elastības moduļa eksperimentālās vērtības atbilst aprēķinātajām**, ja pieņem, ka līdz ar *OMMT* satura palielināšanos no 1 līdz 10 masas % **elementāro slāņu skaits  $N$  interkalētās *OMMT* daļiņās palielinās no 4, ja  $W_f = 1\%$ , līdz 9, ja  $W_f = 10\%$ .**

# NANOKOMPOZĪTU IEGŪŠANA UN ĪPAŠĪBAS

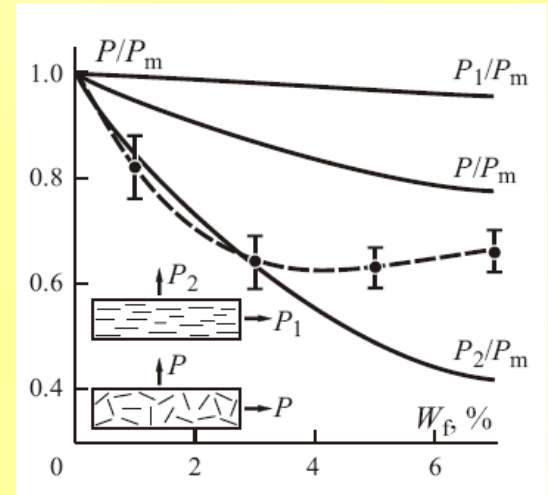
## H<sub>2</sub>O tvaiku difūzija un caurlaidība



$$P = 1/3(2P_1 + P_2)$$

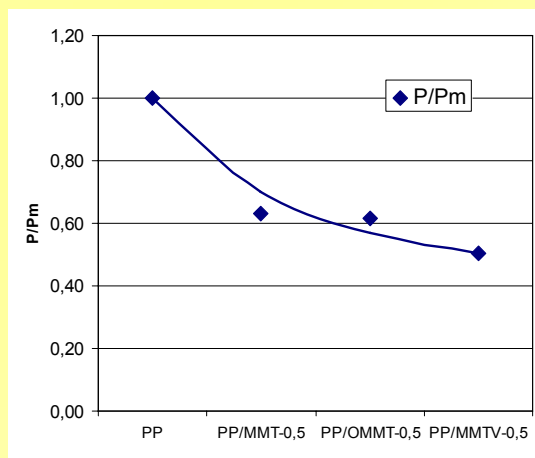
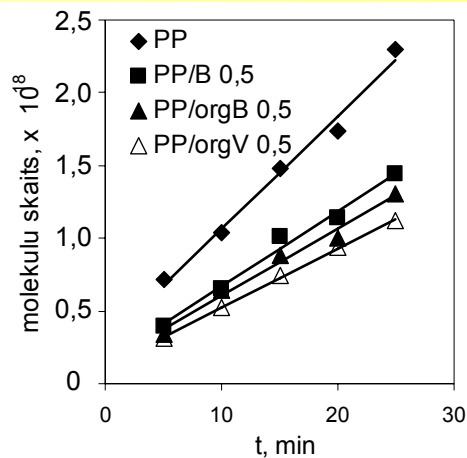
$P$ - kompozīta caurlaidība;  $P_m$ - matricas polimēra caurlaidība;  $P_1$ - caurlaidība paralēli daļiņu orientācijas virzienam;  $P_2$ - caurlaidība perpendikulāri daļiņu orientācijas virzienam;

Ūdens tvaiku relatīvā difūzija atkarībā no OMMT satura nanokompozītā.



Ūdens tvaiku relatīvā caurlaidība atkarībā no OMMT satura nanokompozītā: punkti – eksperimentālie dati; līnijas – aprēķina dati

## H<sub>2</sub> caurlaidība



- Mālu nanodaļiņu ievadīšanas rezultātā uzlabojas nanokompozītu barjēras īpašības – samazinās difūzijas un caurlaidības koeficienti;

- Nanokompozītu barjēras īpašību prognozēšanai piemērots no struktūras atkarīgs matemātisks modelis

- iegūtie eksperimentālie dati labi sakrīt ar teorētiskajiem

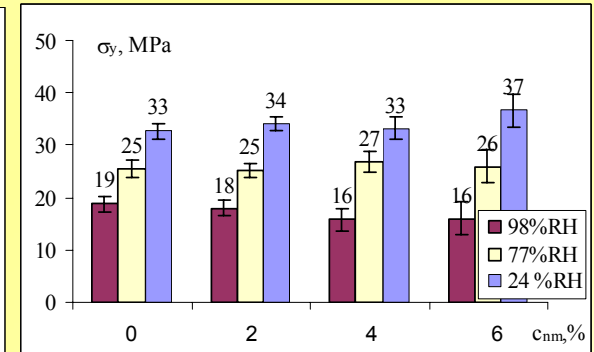
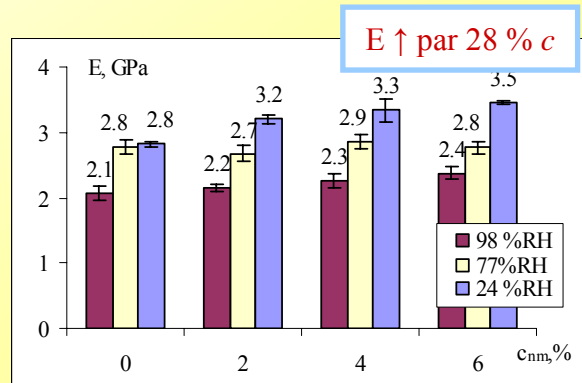
# EPOKSĪDA SVEĶU-ORGANISKI MODIFICĒTU MĀLU NANOKOMPOZĪTU SORBTĪVĀS UN STIPRĪBAS-DEFORMĀCIJAS ĪPAŠĪBAS

- Veikti pētījumi par epoksīda sveķu-mālu nanokompozītu stiprības-deformācijas īpašībām

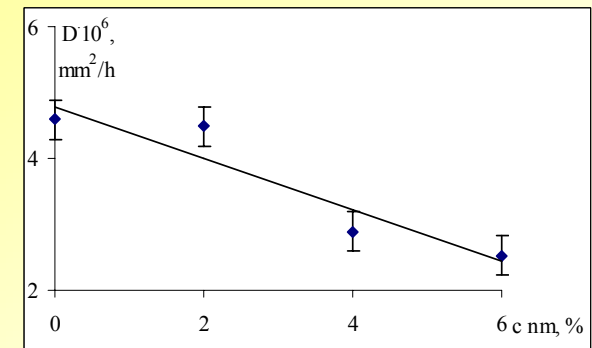
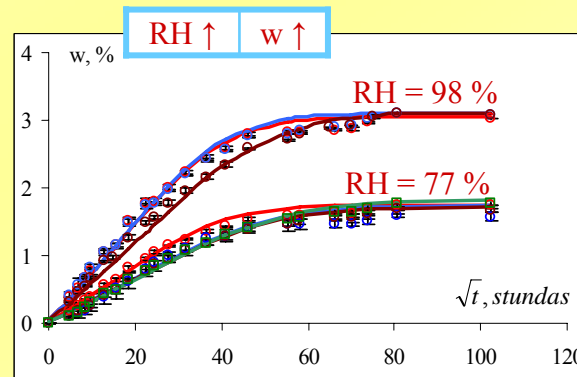
*Eksperimentāli pierādīts, ka palielinoties nanomālu saturam kompozītā neatkarīgi no mitruma satura pieaug to elastības modulis un stiprība;*

- Veikti pētījumi par epoksīdu sveķu-mālu nanokompozītu mitruma sorbciju atmosfērās ar dažādu relatīvo mitruma saturu (RH=24; 77; 98%).

*Konstatēts, ka nanokompozītu difūzijas koeficients samazinās neatkarīgi no mitruma satura*



Epoksīda sveķu-mālu nanokompozītu stiepes īpašības



Epoksīda-sveķu-mālu nanokompozītu sorbcijas īpašības

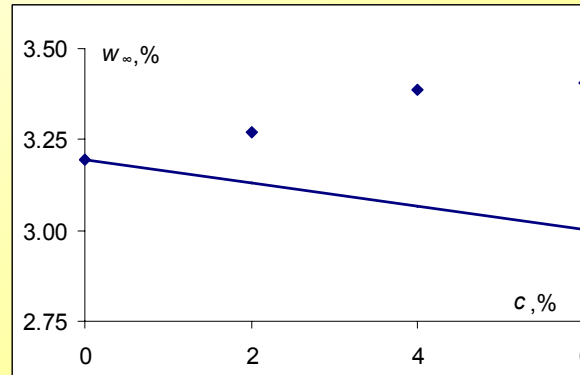


# EPOKSĪDA SVEĶU-ORGANISKI MODIFICĒTU MĀLU NANOKOMPOZĪTU SORBTĪVĀS UN STIPRĪBAS-DEFORMĀCIJAS ĪPAŠĪBAS

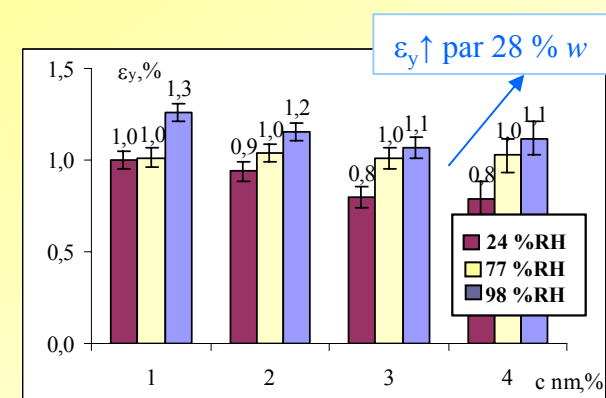
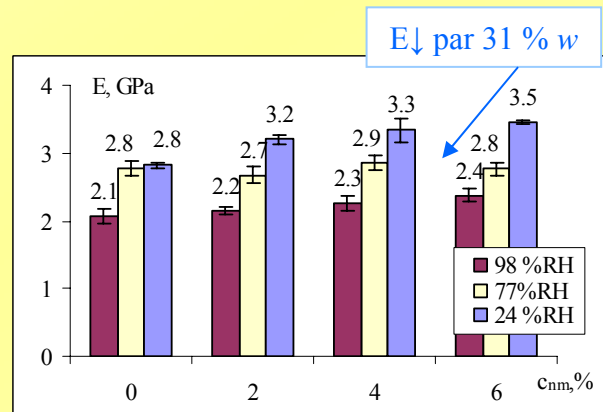
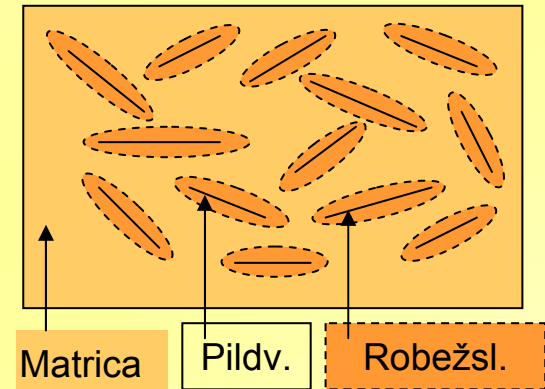
Vienlaicīgi konstatēts, ka sorbētais ūdens daudzums pieaug, palielinoties nanomālu saturam (lielāks par aditīvo);

Robežslānī veidojas irdenāka struktūra, kurā uzkrājas sorbētais ūdens,

Rezultātā, palielinoties mitruma saturam, samazinās nanokompozītu elastības modulis un stiprība, bet pieaug sagraušanas relatīvais pagarinājums: mitrums atstāj ievērojamu plastificējošu ietekmi uz pētāmo kompozītu īpašībām



◆ Eksperimentālie punkti — Maisījuma likums



Epoksīda sveķu-mālu nanokompozītu stiepes īpašības

# ELASTOMĒRA-OGLEKĻA NANOCAURULĪŠU KOMPOZĪTA IEGŪŠANA UN ĪPAŠĪBAS

Lai veiktu plānotos eksperimentus sensormateriālu izveidē tika

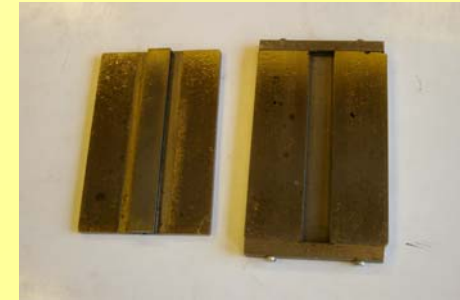
- izstrādāta EONK plānu paraugu izgatavošanas tehnoloģija, izmantojot specifisku vulkanizāta sagatavošanas procedūru, kā arī īpaši konstruētu presformu.

- izstrādāta šķīduma iegūšanas tehnoloģija elastomēra – oglekļa nanocaurulīšu kompozītam (EONCK) (plēvītes, sastāva tabula, )

- izgatavoti un agresīvās vidēs aprobeiti divu veidu elektrodi:

- pie kompozīta plāksnītes mehāniski piespiesti vara folijas elektrodi, kuri no visām pusēm tika pārklāti ar speciālu adhezīvu, lai aizsargātu elektrodu un kompozītu savienojuma vietas no organisko šķīdinātāju tvaiku ietekmes;

- pie kompozīta plāksnītes noteiktās vietās paraugu izgatavošanas laikā pievulkanizēti misiņa elektrodi.



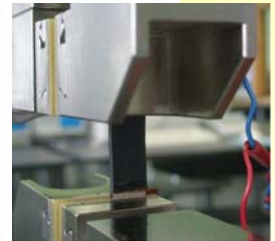
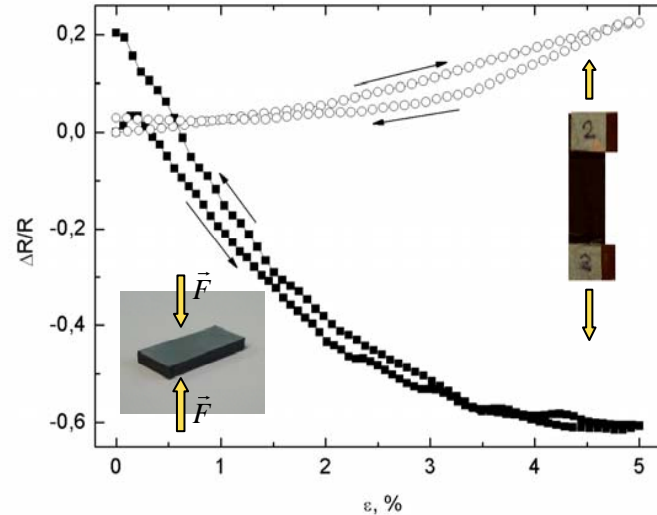
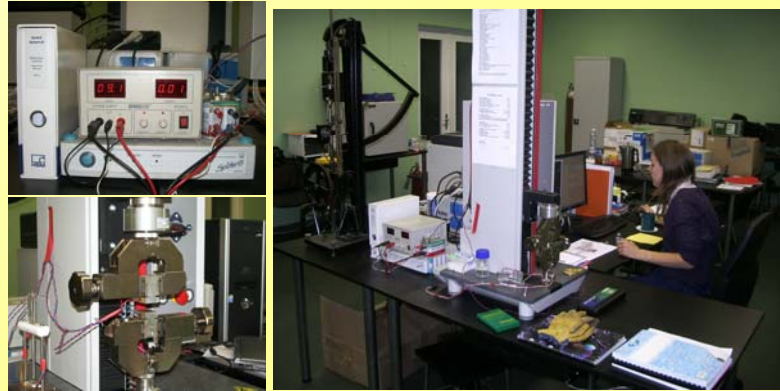
Matrica -poliizoprēns	“Thick Pale Creppe”
Pildviela – daudzsienu oglekļa nanocaurulītes	“Aldrich 636835”
Vulkanizācijas aģentu sistēma	



# ELASTOMĒRA-OGLEKĻA NANOCAURULIŠU KOMPOZĪTA IEGŪŠANA UN ĪPAŠĪBAS

Lai īstenotu sekmīgus pētījumus sensormateriālu izveidē tika izveidots **modificēts un datorizēts mēriekārtu komplekss polimēru materiālu mehānisko un elektrisko parametru mērīšanai**, šim nolūkam

- iegādāta HBM Spider universālā datu vizualizācijas un saglabāšanas interfeisa iekārta, kas paredzēta Zwick/Roell Z2.5 universālās materiālu mehānisko īpašību testēšanas iekārtas saslēgšanai ar elektrisko parametru mērīšanas mērierīcēm;
- iegādāts HQ stabilizētu sprieguma avots;
- **izstrādātas datorprogrammas mēriekārtu kompleksai vadībai.**



# ELASTOMĒRA-OGLEKĻA NANOCAURULĪŠU KOMPOZĪTA IEGŪŠANA UN ĪPAŠĪBAS

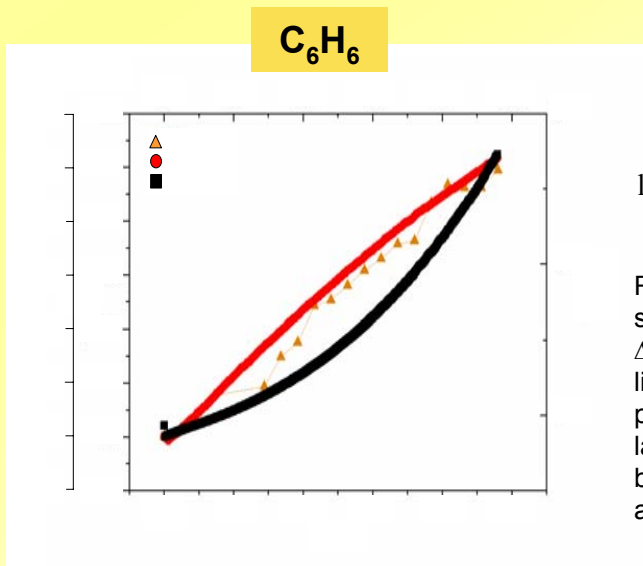
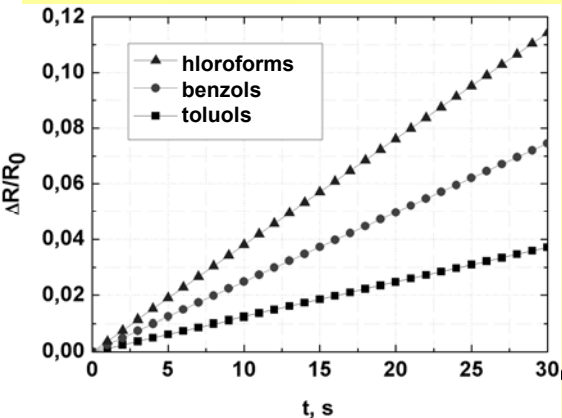
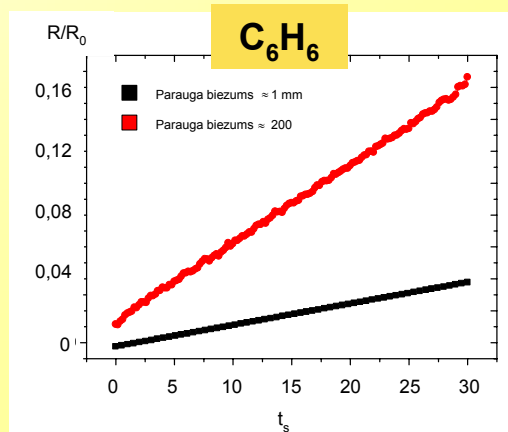
Izmantojot izstrādātās tehnoloģijas tika izgatavoti EONCK paraugi un tika konstatēts, ka

- samazinot nanokompozīta paraugu biezumu no līdz  $\sim 200 \mu$  organisko šķīdinātāju tvaiku sensorefekta jutība pieaug gandrīz 7 reizes.

- vislielākā materiāla jutība uz organisko šķīdinātāju tvaiku klātbūtni ir paraugiem ar 15 masas daļām oglekļa nanocaurulīšu pulvera pildvielas.

- kompozīts spēj „atšķirt” vismaz trīs šķīdinātāju – hloroforma, benzola un toluola – tvaikus.

Izstrādāts **teorētisks modelis**, kas pamatojas uz poliizoprēna un oglekļa nanostrukturētu daļiņu kompozītu paraugu izmēru, masas un elektriskās pretestības maiņas (organiskā šķīdinātāju piesātinātu tvaiku ietekmē) sinhronizētiem mērījumiem



$$\ln R = \ln R_0 + \ln \left( 1 + \frac{\Delta l}{l_0} \right) + A_0 \left( \frac{\Delta l}{l_0} \right)$$

R;  $R_0$  – kompozīta tekošā un sākuma elektriskā pretestība,  $l_0$ ,  $\Delta l$  – kompozīta sākuma izmēri un lineāro izmēru izmaiņa,  $A_0$  – parametrs, kas ir atkarīgs no lādiņnesēju potenciālās enerģijas barjeras sākotnējā platuma un augstuma.

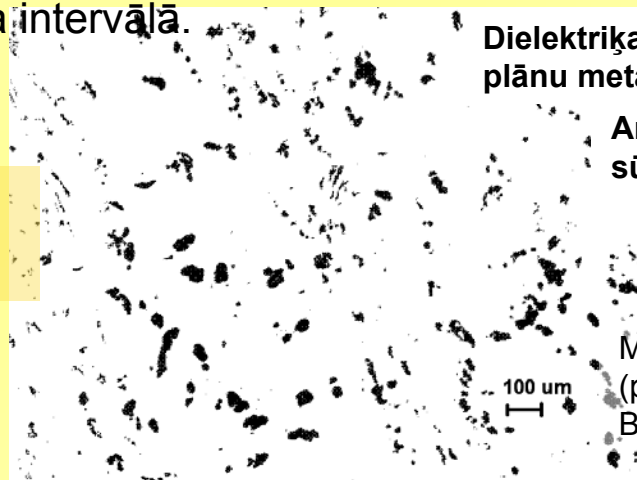


# ELASTOMĒRA-OGLEKĻA NANOCAURULIŠU KOMPOZĪTA IEGŪŠANA UN ĪPAŠĪBAS

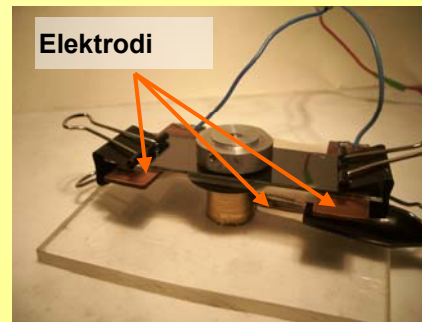
Izstrādāta elektroerozigrāfijas metode un iekārta, kura ļauj novērtēt elektrovadošo kanālus klātesamību un to sadalījuma blīvumu materiālā/nanokompozītā, fiksējot to uz dielektriska plates.

Ar elektroerozigrāfijas paņēmieni pētīts oglekļa nanodaļiņu sadalījums EONK dažādā kompozītu sastāva intervālā.

Elektrovadošo nanodaļiņu caurejošo kanālu šķēsgriezumu attēls



## Elektroerozigrāfa mēršūna



Dielektriska plāksne ar plānu metāla kārtu

Ar elektrolītu piesūcināts papīrs

Elektrods

Pētāmais paraugs




Melnie abgabali - paraugam caurejošo (perkolējošo) elektrovadošo oglekļa kanāli.  
Baltie abgabali – poliizoprēna matrica.

Par elektroerozigrāfijas metodes un iekārtas izgudrojumu elektrovadošo kanālu pierādīšanai materiālā **LR Patentu Valdē** iesniegts izgudrojuma apraksts.

# DAŽĀDU SVĀRSTĪBU SLĀPĒŠANA, IZMANTOJOT MFC

Noteica aktuātora - makrošķiedru kompozīta (MFC) - spēju slāpēt atsevišķus svārstību veidus dažādiem konstrukcijas materiāliem, tostarp, izotropiem homogēniem materiāliem un anizotropiem heterogēniem materiāliem.

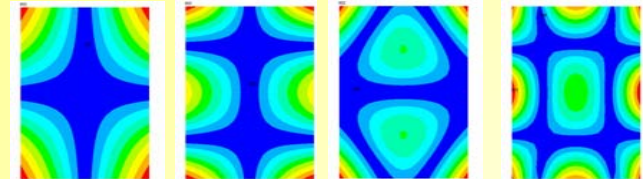
Pārbaudes objekts – konstrukciju materiāla plāksne

Sv. ierosmes avoti:		Sv. slāpētājs:
ģenerators;	triecienāmurs.	makrošķiedru kompozītu (MFC);
		

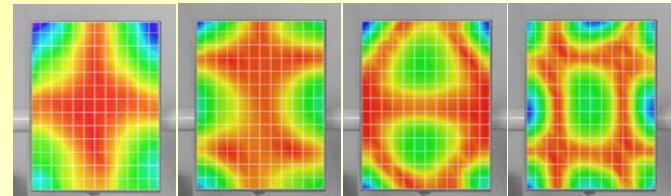
Salīdzinot eksperimentu rezultātus ar skaitliski aprēķinātajiem, kurus ieguva programmā ANSYS ar galīgo elementu metodes palīdzību, **KONSTATĒTS**, ka tie praktiski neatšķiras, kas ļāva konstatēt, ka izstrādātais konstrukcijas kompjūtermodelis ir pareizs.



Modelēšana **ANSYS** programā

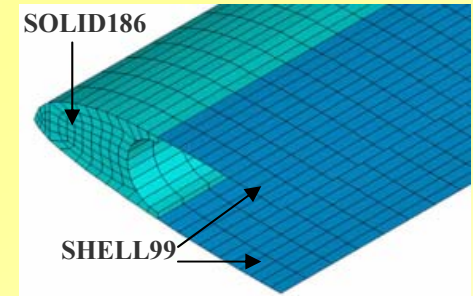
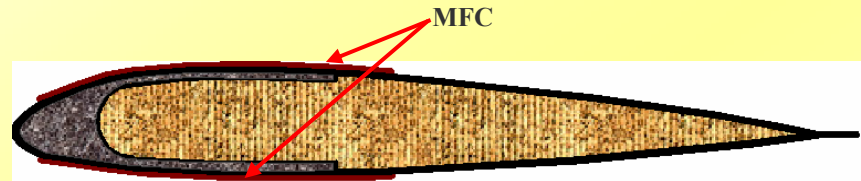


Eksperimentāla modeļa pārbaude ar **Polytec PSV – 400B** vibroiekārtu



# DAŽĀDU SVĀRSTĪBU SLĀPĒŠANA, IZMANTOJOT MFC

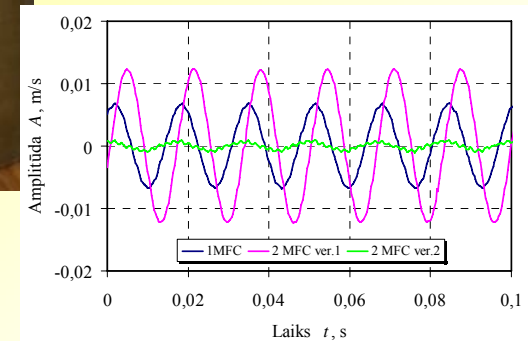
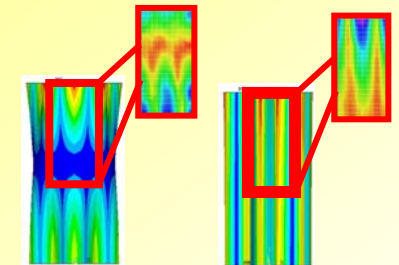
Izstrādāja MFC saturošu reālu sarežģītu konstrukciju matemātiskos modeļus, kas modelē svārstību amplitūdas samazināšanas iespējas rezonanses frekvenču apgabalā.



**ANSYS** programmas galīgo elementu tipi: SHELL99, SOLID46, SOLID186, SOLSH190 un SHELL281

Reāla izstrādājuma prototips – ar uztīšanas paņēmienu izgatavota cilindriskas formas stikla šķiedras-nepiesātināto poliestersveķu caurule (SIA «VALMIERA-ANDREN»).

Veicot eksperimentus saskaņā ar aprēķinos iegūtiem datiem izdevās pilnīgi slāpēt atsevišķas svārstību formas, kas ļāva secināt, ka izstrādātā metodika ir piemērota arī reālu izstrādājumu svārstību slāpēšanai.



# Publikācijas SCI zinātniskajos izdevumos

1. **Максимов Р. Д., Гайдуков С., Калнинь М., Зицанс Я., Плуме Э.** Механические свойства и влагопроницаемость полимерного нанокompозита на основе глины // Пластические массы. – 2007. - № 2. – С. 40-44.
2. **Glaskova, T., Aniskevich, A., Jansons, Yu.,** ‘Organoclay-Epoxy Nanocomposite: Properties Modeling Including Interphase Layer’, Composites Science and Technology. Submitted
3. **M.Knite, I.Klemenok, G.Shakale, V.Teteris, J.Zicans,** Polyisoprene-carbon nano-composites for application in multifunctional sensors, Journal of Alloys and Compounds, 2007, V434-435, 850-853.
4. **M.Knite, V.Tupureina, A.Fuith, J.Zavickis, V.Teteris,** Polyisoprene – multi-wall carbon nanotube composites for sensing strain, Materials Science & Engineering C, 2007, V27, 1125-1128.
5. **M.Knite, K.Ozols, G.Shakale, V.Teteris,** Polyisoprene and high structure carbon nanoparticle composite for sensing organic solvent vapours, Sensors and Actuators B Chemical, 2007, V126, 209-213 ( <http://www.sciencedirect.com/science>)
6. **M.Knite, G.Shakale, I.Klemenoks, K.Ozols and V.Teteris,** Investigation of mevhanism of organic solvent vapours sensing effect in polyisoprene-high structure carbon black composite, European Journal of Physics, iesniegts publicēšanai, 6 lpp.



6. projekts:

RTU



LU





# Publikācijas citos zinātniskajos izdevumos

7. **Gaidukov S., Maksimov R. D., Zicans J., Kalnins M.** Investigation of mechanical and barrier properties of acrylic copolymer / organically modified montmorillonite nanocomposites // Materiālzinātne un lietišķā ķīmija = Material Science and Applied Chemistry / Rīgas Tehniskās universitātes zinātniskie raksti = Scientific Proceedings of Riga Technical University; sēr. 1. – Rīga: RTU, 2007. – 14. sēj., 69-75. lpp.
8. **M.Knīte, I.Klemenoks, G.Shakale, V.Teteris,** Chemical sensing properties of bulk nanostructured elastomer-carbon composite, Acta Metallurgica Slovaca, 2007, V13, 196-200
9. **Kovalovs A., Barkanov E., Gluhihs S.** 2007. Active Control of Lightweight Composite Structures. Scientific Proceedings of Riga Technical University, ser 1, issue 14, 2007, 39-47.
10. **Kovalovs A., Barkanov E., Gluhihs S.** 2007 Active Twist of Model Rotor Blades with D-spar Design. TRANSPORT, Vol XXII , Nr 1, 2007, 38-44.
11. **Kovalovs A., Barkanov E., Gluhihs S.** 2007. Active control of structures using Macro-Fiber Composite (MFC). Journal of Physics: Conference Series (in press).
12. **Kovalovs A., Barkanov E. Gluhihs S.** 2007. Numerical optimization of helicopter rotor blade design for active twist control. AVIATION, Vol XI , Nr 3, 2007, 3-9.
13. **Kovalovs A. Barkanov E. Gluhihs S.** 2007. Comparative study of optimal active twists for helicopter rotor blades with C and D-spars. European Rotorcraft Forum; Proceedings of 33rd European Rotorcraft Forum, (33rd ERF), Kazan, 11-13 September 2007. CD-ed.: 11 pages.

	doktorandi
	studenti

6. projekts:

RTU



LU



# Publikācijas starptautisku konferenču materiālos

1. **N. Lilichenko, V. Tupureina, J. Zicans, T. Ivanova, Z. Roja.** Starch based biocomposites with nanofiller: preparation and stress-strain properties. Abstracts of the *Baltic Polymer Symposium 2007*, September 19.-21., 2007, Druskininkai, Lithuania, p. 43.
2. **A. Shutka, R. Merijs Meri, M. Kalnins, V. Kalkis.** Stress-strain and calorimetric properties of elastomer toughened polycarbonate composites and nanocomposites. Abstracts of the *Baltic Polymer Symposium 2007*, September 19.-21., 2007, Druskininkai, Lithuania, p. 44.
3. **I. Elksnite, R. Merijs Meri, V. Kalkis, Z. Roja** Development and characterization of novel LCP composites. Abstracts of the 4<sup>th</sup> International Conference *SDSMS'04*, September 11.-13., 2007, Palanga, Lithuania, p. 20.-22.
4. **Gaidukov S., Maksimov R. D., Zicans J., Kalnins M.** Structure and mechanical properties of melt intercalated polypropylene-organomontmorillonite nanocomposites // Intern. Conf. *Functional Fillers for Advanced Applications – EUROFILLERS-2007*, Zalakaros, Hungary, August 26-30, 2007: Abstract Book. – P. 68.
5. **Zicans J., Maksimov R., Kalnins M., Gaidukov S., Plume E.** Polypropylene/ layered silicate nanocomposite: preparation, testing, and properties // Intern. Baltic Sea Region Conf. *Functional materials and nanotechnologies – 2007*, Riga, April 2-4, 2007. Book of Abstracts. – P. 92.
6. **Зицанс Я., Максимов Р., Гайдуков С., Мерий Мери Р., Калькис В.** Свойства нанокомпозиата, содержащего полипропилен и модифицированную глину // Материалы 27-ой междунар. конф. *Композиционные материалы в промышленности*, Ялта, Крым. 28 мая – 1 июня 2007. – С. 373-374.
7. **Анискевич А. Н., Гласкова Т. И.,** Деформативность эпоксидного композита наполненного наночастицами глины, *Композиционные материалы в промышленности (Славполиком)*, 28 мая –1 июня 2007 г., г. Ялта, Крым, с. 372.
8. **Glaskova, T., Aniskevich, A., Jansons, Yu.,** Organoclay-Epoxy Nanocomposite: Properties Modeling Including Interphase Layer, *International Conference on Structural Analysis of Advanced Material ICSAM-2007, Book of Abstracts*, September 2-6, 2007, Patras, Greece, p. 42.
9. **J.Zavickis, M.Knite, V.Tupureina, V.Teteris, S.Zike,** Processing of polyisoprene-nanostructured carbon black composite cells for pressure sensors, *Abstracts of International Baltic Sea Region conference “Functional materials and nanotechnologies 2007”*, Riga, Latvia, 2-4 April 2007, p. 95

	doktorandi
	studenti

6. projekts:

RTU



LU



# Publikācijas starptautisku konferenču materiālos

10. **G.Shakale, M.Knite, I.Klemenoks, K.Ozols, V.Teteris**, Investigation of mechanism of organic solvent vapors sensing effect in polyisoprene-high structured carbon nanoparticles composite, *Abstracts of International Baltic Sea Region conference "Functional materials and nanotechnologies 2007"*, Riga, Latvia, 2-4 April 2007, p. 94
11. **M.Knite, V.Tupureina, D.Erts, G.Krexner, A.Hill, V.Bouvtun**, Elastomer nanostructured carbon composites for mechanical and chemical sensing, *Abstracts of Nanotech Northern Europe 2007*, Helsinki, Finland, 27-29 March 2007, p.93
12. **K.Ozols, V.Tupureina, I.Klemenoks, M.Knite**, Research of polyisoprene – multi – wall carbon nanotybe composite as an organic solvent vapours sensor control, *Abstracts of the E-MRS 2007 Spring Meeting*, Strasbourg, France – May 28<sup>th</sup> to June 1<sup>st</sup>, 2007, Symposium L , L/P –111.
13. **J. Zavickis, A. Fuith, M. Knite, and V. Tupureina**, Elastomer – Carbon Nanotube Composites as Novel Materials for Pressure Sensing, *Abstract book of International Conference on Materials for Advanced Technologies 2007 (ICMAT 2007)*, Singapore, 1 - 6 July 2007, p. 73
14. **M.Knite, K.Ozols, J.Zavickis, I.Klemenok, V.Tupureina**, Elastomer – carbon nanotubes composites as multifunctional sensing materials, *Abstracts of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Surfaces, Coatings and Nanostructured Materials (NanoSMat 2007)*, Alvor, Algarve, Portugal, July 9-11 2007, p.43
15. **S.Allmann, G.Krexner, M.Prem, M.Knite, J.Zavickis, and A.Len**, Investigation of tensile strain sensing effect in polyisoprene – carbon nanocomposites by mean of small angle neutron scattering method, *Abstracts of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Surfaces, Coatings and Nanostructured Materials (NanoSMat 2007)*, Alvor, Algarve, Portugal, July 9-11 2007, p.146-147
16. **Kovalovs A., Barkanov E., Gluhihs S.** 2007. Active control of structures using Macro-Fiber Composite (MFC). *3rd Latvian conference Functional materiāls and nanotechnologies, FM&NT-2007, Riga, Latvia, April 2-4, 2007.*
17. **Kovalovs A., Barkanov E. Gluhihs S.** 2007. Numerical optimization of helicopter rotor blade design for active twist control. *International Conference AVIATION-2007, Vilnius, Lithuania, April 18, 2007*
18. **Kovalov A. Barkanov E. Gluhih S.** 2007. Comparative study of optimal active twists for helicopter rotor blades with C and D-spars. European Rotorcraft Forum, 33rd ERF, Kazan, Russia , 11-13 September, 2007
19. **Kovalovs A. Barkanov E. Gluhihs S.** 2007. Active twist performance for optimal design of helicopter rotor blade with D-spar. 4th International Conference Strength, Durability and Stability of Materials and Structures, SDSMS – 2007, Palanga, Lithuania , 11-13 September, 2007, p. 28.

	doktorandi
	studenti

6. projekts: RTU



LU



## SUMMĀRIE 6. PROJEKTA REZULTATIVITĀTES INDIKATORI

Kopējais publikāciju skaits <b>SCI</b> zinātniskajos izdevumos	<b>6</b>
t.sk. ar <b>STUDENTU</b> un <b>DOKTORANTU</b> piedalīšanos	6
Kopējais publikāciju skaits <b>cit</b> os zinātniskajos izdevumos	<b>7</b>
t.sk. ar <b>STUDENTU</b> un <b>DOKTORANTU</b> piedalīšanos	7
Kopējais <b>starptautiskās konferencēs</b> prezentēto referātu skaits	<b>19</b>
t.sk. ar <b>STUDENTU</b> un <b>DOKTORANTU</b> piedalīšanos	17
Intelektuālie īpašumtiesību dokumenti ( <b>patenti</b> )	<b>RTU Patentu daļā iesniegts izgudrojuma pieteikums</b>
Promocijas darbi	<b>2008. gada I kvartālā tiks aizstāvēta doktora disertācija</b>

RTU



LU





**PALDIES PAR  
SADARBĪBU!**