

**Latvijas Universitātes
Polimēru mehānikas institūta gada
publiskais pārskats**

2006. gads

Saturs

Saturs	2
1. DARBĪBAS ILGTERMIŅA UN VIDĒJĀ TERMIŅA MĒRĶI	3
2. GALVENĀS FUNKCIJAS UN UZDEVUMI	4
3. JURIDISKAIS STATUSS UN STRUKTŪRA	5
4. ZIŅAS PAR ZINĀTNISKĀS DARBĪBAS REZULTĀTIEM 2006. GADĀ	6
4.1. Istenotie pētījumu projekti un to rezultāti	6
4.2. Zinātniskās publikācijas	16
4.2.1. Konferences tēžu krājums	16
4.2.2. Raksti žurnālos un konferenču rakstu krājumos	16
4.2.3. Konferenču referātu tēzes	18
4.3. Dalība zinātniskajās konferencēs	21
4.4. Veiktie līgumdarbi	21
4.5. Darbinieku izstrādātie vai vadītie maģistra un bakalauru darbi	22
4.6. Cita ar zinātnisko darbību saistīta informācija	22
4.6.1. Pētniecības infrastruktūra	22
4.6.2. Periodiskie izdevumi	22
4.6.3. XIV Starptautiskā konference “Kompozīto materiālu mehānika”	23
4.6.4. Apbalvojumi	23
3.5. PĀRSKATS PAR SAŅEMTO FINANSĒJUMU UN TĀ IZLIETOJUMU 2006. GADĀ	23

1. DARBĪBAS ILGTERMIŅA UN VIDĒJĀ TERMIŅA MĒRĶI

LU Polimēru mehānikas institūta pamatmērķi ir sekojoši:

- nodrošināt zinātnisko darbību;
- nodrošināt zinātniskās kvalifikācijas iegūšanu un celšanu;
- nodrošināt valsts pasūtījumu izpildi materiālu mehānikā un materiālzinātnē;
- veicināt inovatīvo darbību materiālzinātņu jomā.

Institūts ir centrs, kurā tiek veikti starptautiski atzīta līmeņa pētījumi materiālu mehānikā, kā arī tādas inovatīvas pielietojamās izstrādnes, kas sekmē zināšanu ekonomikas attīstību un konkurētspējīgu produktu ar augstu pievienoto vērtību ražošanu Latvijā.

Kā vidējā termiņa mērķus varētu uzskatīt sekojošo:

- attīstīt Kompozīto materiālu tehnoloģiju sektoru. Šim sektoram varētu būt svarīga loma, lai celtu institūtā izstrādāto projektu konkurētspēju ES IeP, ES Struktūrfondu, EUREKA, TOP u.c. programmu konkursos;
- apzināt Latvijā pastāvošās kompozīto materiālu ražotnes, izzināt to vajadzības produkcijas un tehnoloģiju inovācijā, lai uzsāktu daudzpusīgu sadarbību;
- apzināt pie institūta pastāvošos mazos un vidējos uzņēmumus (piem. SIA „Partneris L.V.”, SIA „Lakomp”; SIA „Baltic Instruments”, SIA „Lat NDT”, SIA „RA SO” u.c.) un iesaistīt tos LU PMI Inovāciju klasterī;
- izveidot materiālu tehnoloģijas struktūrvienību, kura nodarbotos ar institūta darbinieku izstrādņu ieviešanu, pilotiekārtu izgatavošanu;
- atbalstīt institūta darbinieku iesaistīšanos tādu jauno uzņēmumu veidošanā, kuru darbība būtu saistīta ar institūta pētniecisko tematiku;
- aktīvāk reklamēt institūta sasniegumus, kā arī piedāvātās inovatīvās izstrādnes institūta mājas lapā un informatīvajos materiālos, profesionālajās izstādēs Latvijā un ārpus tās u.c. Šīs aktivitātes veicināšanai jāparedz institūta budžetā līdzekļi reklāmas materiālu sagatavošanai.

2. GALVENĀS FUNKCIJAS UN UZDEVUMI

Institūta pētnieciskā darba pamatvirziens – „Materiālu mehānika” atbilst LR MK definētajai (LR MK rīkojums Nr.412; 06.06.2006.) prioritātei „*Materiālzinātne*” fundamentālo un lietišķo pētījumu finansēšanai 2006. – 2009. gadā.

Institūts veic pētījumus šādos materiālu mehānikas virzienos:

- deformēšanās procesu, t.sk. ilglaicīgo, izpēte;
- materiālu mehāniskās integritātes pētījumi;
- kompozīto materiālu pielietojumi mašīnbūvē un būvniecībā;
- kompozīto materiālu konstrukciju aprēķini;
- ārējās vides faktoru ietekme uz materiālu mehāniskajām īpašībām;
- fizikālās metodes struktūras pētījumos materiālu mehānikā;
- ilglaicīgo īpašību prognozēšanas metodes;
- nesagraujošās pārbaudes metodes;
- kompozīto materiālu tehnoloģiju pētījumi.

Lai identificētu pētniecībā, kā arī tautsaimniecībā īpaši aktuālās un finansiāli atbalstāmās materiālzinātnes attīstības tēmas, institūts sistemātiski seko jaunajiem virzieniem materiālzinātnēs Latvijas un Eiropas mērogā, kā arī Latvijā pieņemtajiem jaunajiem programmdokumentiem zinātnes, pētniecības un inovāciju jomā. institūta jaunie, kā arī pastāvošie pētnieciskā darba virzieni tiek saistīti ar šīm tematikām.

3. JURIDISKAIS STATUSS UN STRUKTŪRA

LU Polimēru mehānikas institūts ir Latvijas Universitātes aģentūra “Latvijas Universitātes Polimēru mehānikas institūts”, reģistrēts LR Izglītības un zinātnes ministrijas zinātnisko institūciju reģistrā 2006.gada 1.jūnijā.

Institūta struktūrā ir 5 zinātniski pētnieciskās laboratorijas, 2 pētnieku grupas, 1 specializētais sektors (mehānisko pārbaužu sektors); administrācija un ēku ekspluatācijas nodaļa.

Zinātniski pētnieciskās laboratorijas ir Institūta struktūras pamatelementi. Laboratorijas veidotas, lai apvienotu pētniecisko potenciālu darbam institūtam definētajos pamatvirzienos ilglaicīgam laika periodam.

Pētnieku grupas izveidotas atsevišķu projektu izpildei un to darbības laiks ir ierobežots ar projekta izpildes termiņu.

Mehānisko pārbaužu sektors nodrošina institūta zinātniskās infrastruktūras nozīmīgākās daļas – pārbaužu iekārtu ekspluatāciju.

Administrācija veicina Institūta pamatuzdevumu izpildi un tās sastāvā ietilpst direktors, direktora vietnieks, zinātniskais sekretārs, personāldaļas vadītājs, grāmatvedība un informācijas sektors (bibliotēka, kopētava).

Ēku ekspluatācijas nodaļa nodrošina Institūta ēku uzturēšanu, saglabāšanu, remontu un pilnveidošanu, atbild par pašlaik neizmantoto platību apsaimniekošanu, slēdzot sadarbības līgumus ar firmām un citām zinātniskām institūcijām, kā arī atbild par ugunsdrošības ievērošanu institūtā un veic attiecīgos profilakses pasākumus.

4. ZIŅAS PAR ZINĀTNISKĀS DARBĪBAS REZULTĀTIEM 2006. GADĀ

4.1. Istenotie pētījumu projekti un to rezultāti

1) projekts 04.1037 "Kompozītmateriālu tehnoloģijas pamatterminu skaidrojošā vārdnīca latviešu valodā" (2004-2007), vad. K.Cīrule.

Turpināts darbs kompozītmateriālu tehnoloģijas pamatterminu un to skaidrojumu latviešu valodā sagatavošanā, sagatavoti šo terminu tulkojumi angļu, vācu un krievu valodā. Veikta sagatavoto terminu pilnveidošana, papildināšana un rediģēšana atbilstoši noteiktām prasībām, kas tiek izvirzītas zinātniskam terminam – sistēmiskums, nozīmes precizitāte un īsums, viennozīmīgums u.c. Izdarīta sagatavoto terminu datorapstrāde Microsoft Access sistēmā. Apstrādāti un ievadīti TRADOS sistēmā kompozītmateriālu tehnoloģijas 200 papildus pamattermini latviešu, angļu, vācu un krievu valodā ar atsaucēm. Sagatavota iespiešanai izdevniecībā „Zinātne” *Mašīnbūves terminu vārdnīca*. Termini 4 valodās: latviešu, angļu, vācu, krievu / Autoru kolektīva vadītāja Ksenija Cīrule. – Rīga: Latvijas Nacionālā Mehānikas komiteja, 332 lpp.

2) projekts 04.1098 "Svarīgāko komplicēto šķidrumu struktūras izmaiņas plūsmā un to izpaušme reoloģijā" (2004-2006), vad. E.Jākobsons.

Pētīti kompleksie šķidrumi (KŠ), kas atšķirās no klasiskajiem ar to, ka tajos veidojās struktūras elementi, kuru izmēri daudzkārt lielāka par molekulu izmēriem. KŠ plaši lieto pārtikas rūpniecībā, farmakoloģijā, kosmētikā. Tie tiek lietoti kā starpposms šķiedru, plēvju un citu izstrādājumu ražošanā. Daudzie piemēri no pārtikas rūpniecības, kosmētikas un veselības aprūpes industrijas parāda, ka ražojuma panākumus vai neveiksmi nosaka to reoloģiskās īpašības. Pat ja gala produktā KŠ reoloģiskās īpašības nav būtiskas, viņas bieži ietekmē izstrādājuma izgatavošanas procesu. It sevišķi tas attiecināms uz polimēru pārstrādi un keramikas ražošanu.

Pēdējā laikā tehniskā keramikā, elektronikā, medicīnā u.c. nozarēs arvien plašāku pielietojumu ieguvuši kompozīti, kuru izgatavošanai izmanto augsti dispersus pulverus ar daļiņu izmēriem mērvienībās nanometros. Neskatoties uz šādu nanokompozītu virkni priekšrocībām, viņu plašāku ieviešanu kavē problēma ar pildvielas viendabīgu disperģēšanu matricā.

Pētījumiem izmantoti plazmā sintezēti alumīnija oksīda nanopulvēri attiecīgi ar īpatnējām virsmām 32, 36 un 55 m²/g. Par kompozītu matricām izmantoti parafīna vasks (nopolāra vide) un epoksīdu sveķi (polāra vide). Iepriekšējie pētījumi parādīja ka no visām pārbaudītām virsmas aktīvām vielām (VAV) tikai olīnskābe un Hypermer LP1 (ISI surfactants) izrādījās piemērotas koncentrētu dispersiju pagatavošanai. Veikti atšķirīga dispersitātes alumīnija oksīda pulveru parafīna suspensiju reoloģiskie pētījumi ar dažādām testēšanas sistēmām. Vieni un tie paši suspensiju paraugi pētīti ar rotācijas viskozimetru Rheotest 2 un reogonimetru Waissenberg R18. Mērījumi parādīja, ka paraugu slīdēšana uz minēto iekārtu darba virsmām nav būtiska un iegūtie rezultāti raksturo materiālu. Konstatēts, ka nepolārā vidē visefektīvākā ir kompleksā VAV kas uzrāda iespēju sasniegt pildījuma pakāpi 53 tilpuma %, un šādu suspensiju iespējams izmantot kvalitatīvu keramisko izstrādājumu izgatavošanai. Lineārās viskoelastības mērījumi parādīja, ka suspensijā veidojas pildvielas režģveida telpisks tīkls.

Alumīnija oksīda nanopulvera daļiņu mijiedarbības izvērtēšanai parafīna suspensijā, izmantojot Ļifšica teoriju, tika aprēķināta Hamakera konstante alumīnija dioksīdam parafīnā. Tas ļāva noteikt van der Velsa (VDW) potenciālu suspensijā. Pieņemot, ka suspensijā dominējošie ir VDW pievilksnās un adsorbētā slānīša atgrūšanās spēki, aprēķināts minimālais adsorbētā slānīša biežums stabilas suspensijas iegūšanai. Aprēķināts slānīša biežums gadījumam kad uz daļiņu virsmas adsorbējusies oleīnskābe. Aprēķini parāda, ka suspensijā veidojas flokulas kas pie noteiktiem bīdes ātrumiem sagrūst.

Lai noteiktu optimālo Hypermer LP1 daudzumu epoksīda sveķu kompozītā (sv. % uz sausas pildvielas saturu), tika veikti iepriekšēji mērījumi ar kompozītiem, kas satur 20 tilpuma % pildvielas. Par olinskābes daudzumu tika izvēlēta optimālā koncentrācija no iepriekšējiem pētījumiem. Lai noteiktu VAV ietekmi uz Al_2O_3 nanopulvera-epoksīda sveķu suspensijas reoloģiju, kompozīcijām tika noteiktas tecēšanas līknes un lineārās viskoelastības īpašības. Eksperimentālie dati parādīja, ka dotajos kompozītos pie koncentrācijas $C_p > 10$ tilp. % veidojās pildvielas telpiska struktūra. Konstatēts, ka pie $C_p \leq 10$ tilp. % VAV klātbūtne maz ietekmē suspensijas tecēšanas īpašības.

Jau vairāk kā desmit gadus betona konstrukciju remontam plaši pielieto kompozītus kuros par matricu izmanto reaktoplastus. Uz epoksīdu sveķu bāzes nesen tika radīts kompozīts, kas sacietē slapjā vidē. Pie galvenajiem trūkumiem jāpieskaita šķidra kompozīta zemo sedimentācijas stabilitāti, un tā rezultātā sacietējušās sistēmas neviendabīgums pēc augstuma. Bez tam jāatzīmē matricas iztecēšanas iespēja ja liešanas veidne nav pietiekami blīva. Tāpēc praksē pielieto piedevas kas kuras izmaina matricas reoloģiskās īpašības tā lai pie bīdes ātrumiem, kas atbilst reāliem pārstrādes apstākļiem, kompozīcijas būtu pēc iespējas zemas viskozitātes šķidrums, bet pie maziem bīdes spriegumiem – vāja elastīga cietviela. Kā plaši izplatītu piedevu tiksatropo īpašību piedošanaī matricai praksē lieto pirogēno silīcija dioksīdu. Par matricu tika izvēlēti epoksīdu sveķi DGEBA kuriem tiksatropo īpašību iegūšanai pievienots pirogēnais silīcija dioksīds Airosil 300. Konstatēts, ka jau pie maziem piedevas daudzumiem matrica iegūst tiksatropās īpašības, un pie 2.0 tilp. % suspensija pāriet no sola uz gēlu, kas raksturojās ar bīdes robežspriegumu. Pieņemot ka suspensijā dominējošie ir WDW pievilkšanās un adsorbētā slānīša atgrūšanās spēki, izmantojot Ļiřsica teoriju, tika aprēķināta Hamakera konstante airosilam epoksīdu sveķos. Tas ļāva noteikt WDW potenciālu suspensijā. Adsorbētā slānīša biezuma aprēķināšanai izmantota viskozitātes pie lieliem ātrumiem atkarība no piedevas daudzuma. Konstatēts, ka kompozīta tecēšanas līknes atkarīgas ne tikai no pildījuma pakāpes, bet arī no piedevas daudzuma matricā. Izmantojot Teresku kritēriju, novērtēts minimālais piedevas daudzums kinētiski stabila kompozīta iegūšanai.

Iepriekšējie pētījumi, kas veikti ar mikrokristāliskās celulozes dispersijām dažādās vidēs parādīja, ka pie noteiktas mikrocelulozes koncentrācijas C_k , vidē veidojas fizikāls gēls kurā celulozes šķiedras sakārtotas nemantiskā fāzē. Pārskata periodā tika līdz sākotnējās polimerizācijas pakāpei destrukts hitozāns, izsēdināts no šķidruma, veidoti to ūdens šķīdumi un to reoloģiskās īpašības. Salīdzinot dināmisko un bīdes viskozitātes, kā arī no periodiskās bīdes lineārās deformācijas konstatēts, ka jau pie 2 % hitozāna ūdenī šķīdums veido vāju fizikālu gēlu. Tāpat veikti pētījumi ar kompozīcijām, kas veidotas no šķidri kristāliskā mikrokristāliskās celulozes un hitazāna fizikāliem gēliem. Atrasts, ka šķidri kristāliskiem polimēriem raksturīgas reoloģiskās īpašības kompozīts uzrāda tikai tad, kad mikrocelulozes gēls kompozītā veido nepārtrauktu vidi. No pētītajām kompozīcijām, iztvaikojot ūdeni, iegūtas filmas un noteiktas to mehāniskās īpašības. Atrasts, ka līknei elastības modulis – sastāvs ir maksimums kas atbilst minimumam uz relatīvā sagrašanās deformācija – sastāvs līknes. Parādīts, ka palielinoties MKC saturam, pieaug plēvju paraugu trūkšanas spriegums un elastības modulis un samazinās ūdens tvaiku uzbriešana ūdenī. Rezultāti ļāva secināt, ka hitazāna klātbūtne un daudzums izmaina sasaistīguma veidu. Mazu amplitūdu periodiskas bīdes deformāciju mērījumi ar frekvenci 0.25 Hz parādīja, ka 10 svara % hitazāns taukskābē palielina kompozīcijas kristalizācijas temperatūru T_C , pie kam hitazāna destrukcijas pakāpe simbadi palielina T_C . Tas sakrīt ar plata leņķa X-staru difrakcijas mērījumiem par taukskābes kristālu izmēriem kompozīcijās. Tas norāda, ka sasaistīguma veids atkarīgs ne tikai no hitazāna daudzuma kompozīcijā, bet arī no viņa destrukcijas pakāpes.

Pēdējās publikācijas hemoreoloģijā liecināja, ka asins reoloģiskās īpašības nosaka diskotisko daļiņu – eritrocītu šķidri kristāliskās “stabiņu” struktūras (columnar structures). Analīze ļāva secināt, ka diskotisko daļiņu šķidri kristāliskās “stabiņu struktūras” reoloģiski, tecēšanas pretestību bīdes spriegumu ietekmē var aprakstīt ar nemantiskās sakārtotības šķidri kristālisko materiālu stāvokļa vienādojumu. Akaja-Lesli šķidri kristālisko viskoelastīgo vielu fenomenoloģiskais modelim tika atrisināts uzdevums par mazām periodiskām deformācijām, kā arī

to uzlikšanu uz bīdes tecēšanu. Pats modelis tika vispārināts diskrētām viskoelastīgās relaksācijas spektram. Mūsu pilnveidojums ļāva būtiski uzlabot prognozes aplēses atbilstību eksperimentālo datu aprakstīšanai un tecēšanas noturības zuduma kritērija (laminārās tecēšanas augšējās robežas) noteikšanai. Laka M., Chernyavskaya S., and Jākobson E. *Rheological properties of chitosan gels*. XIVth International conference on Mechanics of Composite Materials. May 29 – June 2, 2006 Riga, Latvia. Book of abstracts, pp. 107-108.

Eksperimentālie pētījumi un teorētiskie aprēķini apkopoti rakstā Толкс А., Якобсонс Э. *Реологические свойства композиций для процессов формования изделий в мокрой среде*, kas sagatavots publicēšanai žurnālā *Механика композитных материалов*.

3) projekts 05.1434 “Putuplastu ar zemu telpas aizpildījuma koeficientu mehānisko un fizikālo īpašību teorētiska un eksperimentāla izpēte” (2005-2008), vad. I.Beverte.

Sadarbības partnera - Vācijas *Institut fuer Verbundwerkstoffe (IVW)* piegādātajiem poliuretāna putuplastu (ar zemu telpas aizpildījuma koeficientu) blokiem veikti bīdes deformācijas pētījumi, realizējot bīdes eksperimentus, kuros bīdes spēku pāris ir pielikts:

- paralēli putošanas virzienam O3;
- perpendikulāri putošanas virzienam O3 (paralēli O2);
- perpendikulāri putošanas virzienam O3 (paralēli O1).

Deformācijas procesu realizēja mazo, kā arī lielo deformāciju apgabalā līdz pat graužošās slodzes sasniegšanai. Pētīta deformācijas ātruma, līmes, paraugu turētāju materiāla, biezuma un formas ietekme uz rezultātiem.

Tika noteikti moduļi, stiprība un graužoša deformācija atkarībā no bloku blīvuma. Katras paraugu grupas datiem ir aprēķināta standartnovirze un variāciju koeficients. Vērtējot pēc bīdes raksturlielumiem putuplastu bloki ir nedaudz ortotropi. Iegūtie rezultāti kļūdu robežās sakrīt ar citu autoru eksperimentālajiem datiem, taču eksperimenta realizācija prasa pilnveidošanu maksimāli precīzai tīras bīdes izpētei. Optimālai tīras bīdes eksperimenta realizācijai tika ņemti vērā standartu DIN 53 427, ISO 1922 un LVS EN 12090 ieteikumi.

Tika pētīta lieces deformācijas ietekme tīras bīdes eksperimentā, tās cēloņi, lielums un iespējas lieci novērst vai mazināt. Secināts, jo biežākas iekaru plāksnes, jo lieces ietekme ir mazāka, toties ir jāsaņem vērā iekaru pašsvars P_{iek} .

Izstrādāti matemātiskie modeļi izotropu un transversāli izotropu putu materiālu bīdes procesam un raksturlielumu aprēķinam, kā arī modelēti stiprības kritēriji šādiem materiāliem, ja simetrijas ass ir O3.

Par rezultātiem ziņots 3 referātos divās 2006.gada notikušās starptautiskās konferencēs.

4) projekts 05.1435 "Konstrukciju materiālu elastības īpašību degradācija, nelineārā deformēšanās un sabrukums dispersu mikrobojājumu un paliekošu deformāciju veidošanās procesā” (2005-2008), vad. A. Lagzdīņš.

Izstrādāts matemātisks modelis paliekošu tilpuma un formas maiņas deformāciju aprakstīšanai un prognozēšanai konstrukciju materiāliem apstākļos, kad bez parastajām vienass slodzēm uz tiem iedarbojas ievērojams hidrostatisks spiediens (trīsasu slodzēšana). Modeļa pamatā ir inkrementālā plastiskuma teorija ar noslēgtu, izliektu un gludu (nepārtraukti diferencējamu) plastiskuma virsmu sprieguma tenzoru telpā.

Uzkonstruēti arī atbilstoši vienādojumi paliekošo deformāciju aprēķināšanai sākotnēji izotropiem materiāliem patvaļīga kvazistatiska slogojuma gadījumā. Turpinās darbs pie attiecīgas datorprogrammas izveidošanas, kas, pamatojoties uz eksperimentāliem datiem, ļaus atrast nezināmās modeļa konstantes un pārbaudīt tā atbilstību reālu konstrukciju materiālu mehāniskajai uzvedībai. Iegūtos rezultātus un secinājumus paredzēts noformēt zinātniska raksta veidā.

Pabeigts darbs pie cilindriskas kompozītmateriāla čaulas optimizācijas gadījumā, kad uz to darbojas ārējais spiediens un garenvirziena termiskie spriegumi. Optimizējamie kvalitātes kritēriji ir kritiskais sānu spiediens un termiskie spriegumi, bet variējamie parametri ir stiegru daudzums

čaulas garenvirzienā un čaulas biezums. Ar skaitlisko modelēšanu ir noteikti pieļaujamo atrisinājumu un Pareto kompromisa apgabali. Iegūtie rezultāti ir izklāstīti zinātniskā rakstā.

Aplūkota daudzņēmņu optimizācijas problēma daudzslāņu kompozītai plātnei, kas pakļauta termiskai un bīdes slodzes iedarbībai. Izmantojot zināmās monoslāņa īpašības, kā arī variējamās struktūras un ģeometriskos parametrus, ir noteiktas anizotropā materiāla mehāniskās īpašības. Optimizējamie parametri ir kritiskā bīdes slodze un temperatūras spriegumi. Optimizējamo kritēriju telpā ir atrasts pieļaujamo atrisinājumu apgabals un Pareto optimālais apakšapgabals. Pētījuma rezultāti ir noformēti zinātniskā raksta veidā, kas iesniegts publicēšanai žurnālā MCM.

Izveidots matemātisks struktūrmodelis elastības konstanšu aprēķināšanai kompozītiem materiāliem, kas sastāv no izotropas matricas un tajā izkliedētām cita elastīga materiāla daļiņām īsu taisnu šķiedriņu vai plānu plāksnīšu veidā. Ja matricas un stiegrojošo daļiņu elastības konstantes ir zināmas, kā arī ir uzdots šo daļiņu orientāciju telpiskais sadalījums, tad kompozīta konstantes tiek atrastas ar orientatīvās vidējošanas metodi. Pieņemot, ka daļiņas ir orientētas transversāli izotropi, ir konstruēta attiecīga orientatīvā sadalījuma funkcija. Ar izveidotā modeļa palīdzību ir iegūtas un salīdzinātas ar eksperimentu datiem elastības konstantes reāliem nanokompozītiem. Pētījuma rezultāti ir noformēti zinātniska raksta veidā un par tiem ir ziņots starptautiskajā konferencē Mechanics of Composite Materials 2006.gadā Jūrmalā Latvija.

5) projekts 05.1663 “Kompozītmateriālu ilglaicīgās īpašības un to prognozēšanas metodes” (2005-2008), vad. J.Jansons.

Projekta ietvaros turpināti polimēru maisījumu un polimērsilikātu nanokompozītu eksperimentālie pētījumi, kā arī izstrādāti modificēti modeļi pētāmo materiālu īpašību prognozēšanai.

1. Izpētītas mehāniskās īpašības polietilēna maisījumam ar elastomeru. Maisījumos izmantots augsta blīvuma polietilēns (ABPE) un elastīgais etilen-oktena kopolimers (EOK). Iegūti dati par maisījuma sastāva ietekmi uz kompozīta elastības moduli, tecēšanas robežspriegumu, stiprību un robeždeformāciju sabrukšanas brīdī. Bez tam tiek pētīta šo kompozītu ilglaicīgā (līdz 5 000 stundām) šļūde. Konstatēts, ka salīdzinoši nelielas (~10 mas.%) EOK piedevas ļauj būtiski palielināt ABPE deformējamību; stiepes robeždeformācijas palielinās līdz 700% un vairāk. Noskaidrots arī maisījumu sastāvu diapazons, kurā kompozīta ABPE/EOK stiprība pārsniedz tā atsevišķo komponentu stiprību, t.i., ir novērojams stiprības pozitīvā sinerģisma efekts. Elastības moduļa atkarības liknei no maisījuma sastāva nav novērojams fāzu inversijas gadījumā raksturīgais S-veida pārliekums, kas liecina par maisījuma morfoloģijas pakāpenisku maiņu. Iegūtie rezultāti ļauj regulēt ABPE/EOK kompozīta galvenos mehānisko īpašību rādītājus, mērķtiecīgi mainot tā sastāvu. Ilglaicīgās šļūdes datus plānots izmantot par kontroles datiem, vērtējot ilglaicīgās šļūdes prognozēšanas precizitāti pēc īslaicīgo pārbaužu rezultātiem.

2. Pētīti polimēru nanokompozīti, kuros par pildvielām izmantoti divu tipu montmorillonīta māli (MMT): nemodificēti MMT (Vadakste, Latvija) un organiski modificēti OMMT (SYNPO, Čehija). Nanokompozītu matrica bija stirola akrila kopolimērs. Iegūti dati par MMT un OMMT koncentrācijas ietekmi uz iegūto materiālu mehāniskajām īpašībām. Konstatēts, ka salīdzinoši neliels māla pildvielas daudzums ļauj būtiski uzlabot materiāla mehānisko īpašību rādītājus. Piemēram, ievadot 7 masas procentus nemodificētā MMT, kas atbilst tikai 3,2% tilpuma saturam, tecēšanas robežspriegums σ_y , stiprība σ_b un elastības modulis E palielinās atbilstīgi 1,5, 1,2 un 2,5 reizes. Ievadot tādu pašu modificēto mālu OMMT daudzumu, šie rādītāji ir vēl augstāki un attiecīgi vienādi ar 3,5, 1,6 un 2,6. Jāatzīmē, ka šo rādītāju atšķirību var izraisīt ne tikai mālu organiskā modificēšana, bet arī tas, ka izmantotajos MMT un OMMT bija atšķirīgi monoslāņu izmēri, bet tas savukārt nozīmīgi ietekmē materiāla stiegrojošo efektu. Svarīga nozīme ir arī tam, ka izmantotajos MMT un OMMT koncentrācijas diapazonos iegūtie nanokompozīti nekļūst trausli, atšķirībā no parastajiem pildītājiem polimēriem.

3. Lai gan par nanokompozītiem ir daudz publikāciju, tādu materiālu literatūrā piedāvātie modeļi ir visai vienkāršoti un neļauj ņemt vērā daudzus faktorus, kuri raksturo šo materiālu

sarežģīto struktūras hierarhiju. 2006. gadā projekta ietvaros izstrādāts polimērsilikātu nanokompozīta modificēta modeļa variants un piedāvāts algoritms to elastības īpašību raksturlielumu izskaitļošanai. Piedāvātā metode sastāv no diviem pamatetapiem: vispirms nosaka neatkarīgās elastības konstantes transversāli-izotropajiem struktūrelementiem ar komplānāri izvietotām pildvielas daļiņām, pēc tam atrastās konstantes tiek vidējotas visos iespējamās virzienos atbilstoši kompozītu mehānikā izmantojamai orientācijas vidējošanas metodei. Šī varianta novitāte ir tāda, ka precīzāk tiek ievērota materiāla sarežģītās nanodispersās struktūras hierarhija un daudzi parametri, kas ietekmē tā īpašības: pildvielas koncentrāciju kompozītā, pildvielas un polimēru matricas īpašību attiecības, pildvielas plāksņveida daļiņu formas parametru (*aspect ratio*), slāņaino daļiņu interkalācijas un eksfoliācijas pakāpi un daļiņu telpiskās orientācijas sadalījumu kompozītā. Piedāvātais modelis izmantots un pārbaudīts, analizējot eksperimentālos datus par izotropu un monotropu nanokompozītu elastības īpašībām. Turpinot šo darbu, paredzēts papildināt algoritmu ortotropu nanokompozītu īpašību noteikšanai.

4. Apgūtās materiālu pārbaudes metodes un zinātniskās iestrādes ļāva veiksmīgi izpildīt līgumu ar AS „Latvenergo” par elektrotehniskajās ierīcēs izmantojamo plastmasu izpēti. Iegūti salīdzinoši dati par klimatisko faktoru ietekmi uz četrus aizrobežu izstrādājumu plastmasām (no Vācijas, Spānijas, Norvēģijas un Polijas) un izstrādātas rekomendācijas par izpētīto plastmasu piemērotību ekspluatācijai Latvijas apstākļos.

5. Tika turpināta dažādu polimēru viskoelastīgas uzvedības izpēte un izanalizētas dažādas pieejas lineārās viskoelastības (LVE) robežas novērtēšanai. Vispārināta LVE robežu noteikšanas metodika ar kvazistatiskas un šķūdes izpētes piemēriem dažiem termoplastiskiem un termoreaktīviem polimērmateriāliem. Parādīts, ka LVE sprieguma robeža ir laika funkcija un ir atkarīga no temperatūras un materiāla mitruma stāvokļa, kā arī no izpētes veida. Aprobēta enerģētiskā pieeja LVE robežas noteikšanai un parādītas tās priekšrocības, salīdzinot ar tradicionālajām metodēm. Noskaidrots, ka LVE enerģijas robeža izslēdz laika atkarību un ir vienāda dažādiem izpētes veidiem. Tā nav atkarīga arī no temperatūras un mitruma iedarbības. Noteiktas un salīdzinātas dažādu polimēru enerģētiskās robežas un parādīts, kā ticami novērtēt LVE teorijas pielietojamības apgabalu plašos spriegumu un deformāciju intervālos.

Projekta ietvaros iegūtie rezultāti izklāstīti piecos 2006. gadā publicētos zinātniskos rakstos un septiņos konferenču referātos.

6) projekts 05.1664 “Kompozītmateriālu bojājumu mehānikas pētījumi” (2005-2008), vad. V.Tamužs.

1. Izveidots matemātiskais modelis ar ogļuplastu aptītu betona kolonnu mehānisko īpašību prognozēšanai. Parādīts, ka sāniskās spiedes rezultātā palielinās betona stiprība un atrasts attiecīgais proporcionalitātes koeficients. Parādīts, ka slogojot aptīta betona kolonnas virs parastā betona izturības līmeņa, materiālā notiek pārstrukturēšanās. Tās rezultātā pieaug kompozīta čaulas sāniskā spiede uz betonu tik daudz, lai materiāls varētu izturēt pieaugušo slodzi. Šis process turpinās līdz kompozīta čaulas saplīšanai. Iegūta vienkārša formula aptītu betona kolonnu spiedes prognozēšanai.

Betona pārstrukturēšanās rezultātā mainās tā Puasona koeficients. Konstatēts, ka pie attīstītām deformācijām Puasona koeficients iegūst asimptotisku vērtību. Asimptote atkarīga no neaptīta betona stiprības un kompozīta aptinuma biezuma un elastības moduļa. Iegūta empīriskā formula asimptotiskā Puasona koeficienta noteikšanai un atrasta formula aptīta betona maksimālās deformācijas prognozei.

Publicēti 3 raksti un 3 raksti iesniegti publicēšanai.

Iegūtie rezultāti apkopoti Fib rekomendācijām Eiropas celtniecības normu izstrādei / Properties of FRP-confined circular concrete columns under axial compressive loading/.

2. Izveidots austa kompozīta deformāciju un cikliskā noguruma mikromehāniskais modelis. Modelis ievēro bojājumu uzkrāšanos matricā kā arī šķiedru anizotropo saplīšanu. Rezultāti salīdzināti ar eksperimentāliem datiem un iegūta apmierinoša sakritība. Pieteikts referāts starptautiskā konferencē 2007.gadā Sant-Pēterburgā, Krievija.

7) projekts 05.1933 “Nanokompozītu ar neelastīgu matricu deformatīvo un stiprības īpašību izpēte” (2005-2008), vad.J.Jansons.

Projekta ietvaros turpināti polimēru maisījumu un polimērsilikātu nanokompozītu eksperimentālie pētījumi, kā arī izstrādāti modificēti modeļi pētāmo materiālu īpašību prognozēšanai.

1. Pētīti polimēru nanokompozīti, kuros par pildvielām izmantoti divu tipu montmorillonīta māli (MMT): nemodificēti MMT (Vadakste, Latvija) un organiski modificēti OMMT (SYNPO, Čehija). Nanokompozītu matrica bija stirola akrila kopolimērs. Iegūti dati par MMT un OMMT koncentrācijas ietekmi uz iegūto materiālu mehāniskajām īpašībām. Konstatēts, ka salīdzinoši neliels māla pildvielas daudzums ļauj būtiski uzlabot materiāla mehānisko īpašību rādītājus. Piemēram, ievadot 7 masas procentus nemodificētā MMT, kas atbilst tikai 3,2% tilpuma saturam, tecēšanas robežspriegums σ_y , stiprība σ_b un elastības modulis E palielinās atbilstīgi 1,5, 1,2 un 2,5 reizes. Ievadot tādu pašu modificēto mālu OMMT daudzumu, šie rādītāji ir vēl augstāki un attiecīgi vienādi ar 3,5, 1,6 un 2,6. Jāatzīmē, ka šo rādītāju atšķirību var izraisīt ne tikai mālu organiskā modificēšana, bet arī tas, ka izmantotajos MMT un OMMT bija atšķirīgi monoslāņu izmēri, bet tas savukārt nozīmīgi ietekmē materiāla stiegrojošo efektu. Svarīga nozīme ir arī tam, ka izmantotajos MMT un OMMT koncentrācijas diapazonos iegūtie nanokompozīti nekļūst trausli, atšķirībā no parastajiem pildītajiem polimēriem.

2. Lai gan par nanokompozītiem ir daudz publikāciju, tādu materiālu literatūrā piedāvātie modeļi ir visai vienkāršoti un neļauj ņemt vērā daudzus faktorus, kuri raksturo šo materiālu sarežģīto struktūras hierarhiju. 2006. gadā projekta ietvaros izstrādāts polimērsilikātu nanokompozīta modificēta modeļa variants un piedāvāts algoritms to elastības īpašību raksturlielumu izskaitļošanai.

3. Turpināti ar dispersām mālu nanodaļiņām pildītu epoksīdu fizikāli-mehānisko īpašību pētījumi mitruma iedarbības apstākļos. Ar termoanalītiskām metodēm parādīts, ka mitrums plastificē matricu, pamazina stiklošanās temperatūru un aktivē citas relaksācijas parādības.

Projekta ietvaros iegūtie rezultāti izklāstīti sešos publicētos zinātniskos rakstos un piecos konferenču referātos.

8) projekts 05.1934 “Polimērkompozītu plaisāšanas mehānika un plaisu ietekme uz to mehāniskajām īpašībām” (2005-2008), vad. J.Andersons.

1. Izstrādāts modelis plāna trausla pārklājuma fragmentācijai pie lielām substrāta deformācijām, ievērojot plaisu dinamisku zarošanos. Konstatēts, ka plaisu zarošanās gadījumā fragmentu sadalījums kvalitatīvi atšķiras no binārajā fragmentācijā novērotā. Modelis pielietots stikla pārklājuma fragmentācijas datiem SiO_x/PET divasīgā stiepes slogojumā, noteikti zarošanās un sprieguma pārnese parametri. Iesniegts raksts publicēšanai žurnālā.

2. Uzsākti sakarības pētījumi starp stiprības sadalījumu un defektu raksturlielumiem un veidošanās kinētiku trauslos pārklājumos un šķiedrās. Modelējot trauslu sabrukšanu kā divstadiju procesu, ko veido defektu iniciācija un lielākā defekta izplatīšanās, iegūta “weakest link” stiprības sadalījumu kopa. Sadalījumi pielietoti stikla un līnu šķiedru stiprības aprakstam. Konstatēts, ka jaunie teorētiskie sadalījumi apraksta stiprības mēroga efektu precīzāk, nekā klasiskais Veibula sadalījums. Rezultāti atspoguļoti divos žurnālu rakstos un trijās publikācijās konferenču materiālos.

3. Izveidots slāņaina stiegrota kompozīta nelineāras deformēšanās modelis monotonam vienasīgā slogojumam, kas balstās uz ortotropa materiāla plastiskuma sakarībām, elementāro laminātu teoriju un atsevišķa slāņa īpašībām. Modelis aprobēts krusteniski stiegotam stiklplastam stiepē dažādos leņķos pret ortotropijas asīm. Iesniegts raksts publicēšanai žurnālā, rezultāti publicēti konferences materiālos.

4. Novērtēta šķērsslāņa starpplaisu attālumu izkliedes ietekme uz ortogonāli stiegrota stiklplasta elastības parametru redukciju. Konstatēts, ka plaisu izkliede pie liela plaisu blīvuma

tikai nenozīmīgi ietekmē elastības parametrus salīdzinot ar vienmērīgu plaisu izvietojumu. Iesniegts raksts publicēšanai.

5. Uzsākti ar dobām oglekļa nanošķiedrām (carbon nanotubes) pildītu polimēru elektrovadītspējas pētījumi.

9) projekts 05.1436 "Viļņveida procesu ietekme uz spriegumiem slāņaino kompozītu konstrukciju elementos" (2005-2008), vad. V.Poļakovs.

Pētīti raksturotāji pie šķērsvirziena īsviļņu iedarbības nevienmērīgā slāņainas struktūras materiālā, izmantojot izstrādāto aprēķina modeli. Attiecībā uz sendviča tipa konstrukciju elementiem šāda pieeja ir motivēta, ievērojot pildslāņu zemo pretestību deformācijām, salīdzinot ar nesošiem slāņiem. Viļņu procesiem, kuri izplatās šķērsvirzienā attiecībā pret slāņiem, lietišķie risinājumi praktiski nav izstrādāti, atšķirībā no garo vilnu procesiem, paralēli slāņu plaknēm.

Kā tipisks objekts struktūras ietekmes pētīšanai uz viļņveida pašsvārstību frekvenci čaulas normāles virzienā, izvēlēta slēgta sfēra. Iekšējā dobuma diametrs nosaka ierobežojumus sendviča sienas biezumam, bet pildslāņa ("core") biezums – nesošo slāņu biezumam. Robežuzdevums trīs slāņu struktūras pašsvārstībām risināts pie brīvām un iestiprinātām sfēras robežvirsmām. Analītisks pētījums veikts vienvirziena (pa radiālo koordināti) uzdevumam.

Pielietotās analītiskās metodes pamatā ir izstrādātais harmoniskais risinājums. Raksturotājmetode, kura izmantota projekta iepriekšējos etapos pie deformācijas atkarības no laika grafiska apraksta stieņiem, izrādījās nepielietojama čaulas svārstības vienvirziena uzdevumā čaulas izliekuma dēļ. Pielietotā risinājuma metode, (jauktā uzdevuma nostādņē), ļāva iegūt transcendentos vienādojumus, nepieciešamus pašfrekvenču noteikšanai.

Iegūtas pašsvārstību frekvenču izteiksmes izmantojamas risinājuma iegūšanai trīs slāņu sfēras robežierosmes gadījumā (nestacionāra noteikuma gadījumā – sprādziena tipa, vai pie periodiska slogojuma) kā arī akustisku trokšņu noteikšanas uzdevumos.

Par iegūtajiem rezultātiem sagatavota publikācija žurnālā, nolasīts referāts konferencē un iesniegts referāts konferencē 2007.gadā.

10) projekts 05.1437 "Slodzes pārnese uz augstas stiprības kompozītmateriālu konstrukciju elementiem" (2005-2008), vad. G.Portnovs.

Izmantojot analītiskas un skaitliskas (galīgo elementu) metodes, ir izpētītas spriegumu koncentrācijas iestiprinājumu tuvumā plakanos un cilindriskos augstas stiprības vienvirziena kompozītu pārbaudes paraugos vienass stiepē. Analītiskajā analīzē izmantoti gan tuvināti (plakanajam paraugam), gan precīzi (cilindriskam paraugam) vienādojumi. Atrastie atrisinājumi uzrādīja singularitāti robežnosacījumu pārrāvuma punktā ar bīdes slodzi noslogotajā plaknē. Praksē tas nozīmē, ka ar galīgo elementu metodi aprēķinātais maksimālais spriegums pieaugs reizē ar tīkla blīvuma pieaugumu, kas neļauj izmantot spriegumu koncentrācijas koeficientu, lai novērtētu spriegumu stāvokli iestiprinājuma tuvumā. Iegūtā fiziski nereālā sprieguma singularitāte ir sekas tiem pieņēmumiem, kas nav izbēgami risinot uzdevumu lineārās elastības teorijas ietvaros. Lai novērst šo pretrunu, piedāvāts izmantot „vidējos spriegumus virsmas robežslānī”, ko var izskaitļot ar neīsta integrāla palīdzību. Pat ja slāņa biezums ir ļoti mazs, šī sprieguma lielums galīgs, un to var lietot lai novērstu spriegumstāvokli parauga iestiprinājuma tuvumā. Ir izanalizēta slogošanas veida kā arī ģeometrisko un fizisko parametru ietekme uz šo spriegumstāvokli. (G.Portnovs)

Ar parametrisko galīgo elementu metodi, ņemot vērā saistvielas elastiski-plastisko uzvedību, detalizēti izpētītas ierosināta spriegumstāvokļa īpatnības plakanā paraugā vienass stiepe slodzes pārnese zonā. Konstatēts ka saistvielas plastiskuma ievērošana būtiski izmaina tangenciālo spriegumu epūru un veicina spriegumu koncentrācijas pazemināšanos paraugā. Aplūkotas dažādas slogošanas shēmas un paraugu konfigurācijas. Skaitlisko rezultātu analīze ļāva atrast optimālu konfigurāciju, kas praktiski novērš bīstamo spriegumu koncentrāciju paraugu iestiprinājumu tuvumā. (V. Kulakovs, G. Portnovs, A. Arnautovs)

Veiktās eksperimentālās pārbaudes apstiprināja to, ka spriegumi iestiprinājuma malā ir stipri lielāki par to vidējiem lielumiem parauga darba zonā (A. Arnautovs)

Iegūtie rezultāti tika iekļauti trijos referātos MCM-2006 konferencē un trijās sagatavotās publikācijās.

11) projekts 05.1433 “Informācijas tehnoloģijas attīstīšana materiālu pētniecībai” (2005-2008), vad. V.Štrauss.

Projekta mērķis ir materiālu pētniecības uzdevumiem paredzētas informācijas tehnoloģijas un signālapstrādes metožu, programmatūras un aparāt līdzekļu izstrādāšana un pilnveidošana. Lai sasniegtu izvirzīto mērķi, veikti pētījumi šādos galvenajos virzienos:

- esošo informācijas tehnoloģiju pārnese un modificēšana materiālu pētniecības uzdevumiem,
- materiālu pētniecībai paredzētas signālapstrādes teorijas un metožu izstrādāšana,
- metožu un algoritmu izstrādāšana lietotāju interesējošu materiālu raksturlielumu kvantitatīvai noteikšanai no mērījumu un nesagraujošās testēšanas rezultātiem,
- kopsakaru noteikšana starp lietotāju interesējošiem materiālu raksturlielumiem un nesagraujošās testēšanas rezultātiem,
- nesagraujošās testēšanas mērlīdzekļu prototipu izstrāde, izgatavošana un aprobācija.

Pētījumu rezultātā attīstīta materiālu pētniecībai paredzēta informācijas tehnoloģija un signālapstrādes metodes, izstrādātas jaunas materiālu struktūras un ekspluatācijas raksturojošo parametru noteikšanas metodes, kā arī radīti oriģinālas nesagraujošās testēšanas aparatūras prototipi, kuru izmantošana paaugstinās materiālu, izstrādājumu un inženierkonstrukciju testēšanas un pārbažu efektivitāti un drošumu. Iegūtas jaunas zināšanas par materiālu fizikālo raksturojumu sakarībām ar dažādiem struktūras un ekspluatācijas raksturojošiem parametriem. Izstrādātie jaunie intelektuālie nesagraujošās testēšanas līdzekļi paaugstinās materiālu, izstrādājumu un inženierkonstrukciju testēšanas un pārbažu kvalitāti un drošumu. Pētījumi veicinās inovatīvu uzņēmējdarbību ar augstu pievienoto vērtību.

Rezultāti publicēti 2 rakstos starptautiski citējamos žurnālos, 1 rakstā konferences rakstu krājumā, par tiem ziņots 3 konferencēs un 2 raksti iesniegti publicēšanai.

12) projekts 04.1136 “Jaunu pretvēža terapeitisko metožu izstrādāšana, izmantojot pastāvīga magnētiskā lauka ietekmi uz molekulāri iespiestām polimēru nanodaļiņām un šūnu membrānām” (2004-2006), vad. J.Rodins.

Agrāk veikto pētījumu rezultāti liecina, ka statisko magnētisko lauku (SML) var izmantot kā efektīvu iedarbības līdzekli uz polimēru struktūru un īpašībām. Atklātās likumsakarības varētu būt attiecināmas arī uz bioloģisko polimēru sistēmām. Viens no piemērotākajām objektiem ir šūnu membrānas, kas sastāv no olbaltuma polimēru molekulām, kuras ir ietvertas lipīdu struktūrās. Sadarbībā ar Latvijas eksperimentālās un klīniskās medicīnas institūtu (LEKMI) eksperimentos ar audzēju šūnām *in vitro* tika parādīts, ka SML ar intensitāti līdz 1 T spēj būtiski mainīt šūnu metabolisko aktivitāti. Tajā pašā laikā ir konstatēts, ka šūnas pēc pretvēža terapijas ir spējīgas izdzīvot attīstoties mikrošūnām no kodola ķermeņiem un iegūstot jaunas īpašības. Viena no augsti izteiktajām šūnas īpašībām ir endocitoze, kuru var izmantot sekundārajā pretvēža terapijā. Lai šūna varētu uztvert pretvēža aģentu, tam jābūt iekļautam nanodaļiņā, kuras fagocitoze varētu krasi paaugstināt terapijas efektivitāti. Jauna pieeja problēmai ir saistīta ar tā sauktajiem molekulāri imprintētiem polimēriem (MIP). Izejot no iepriekšminētā, galvenais projekta uzdevums bija izpētīt kā SML iespaido polimerizācijas procesu. MIP var pieskaitīt pie jaunas „intelektuālo” polimēru klases ar mākslīgi izveidotām receptoriem līdzīgām saitēm. Monomēri tiek polimerizēti šablona molekulas klātbūtnē, ar kuras palīdzību polimērā tiek imprintēta (iedrukāta) vajadzīgā strukturālā informācija. Metode dod iespēju izgatavot materiālus, kuri ir spējīgi atpazīt „viesu” molekulas (līdzīgi kā slēdzene atpazīst atslēgu). Sadarbībā ar Krenfildas universitātes Biozinātnes un tehnoloģijas institūtu Lielbritānijā tika veikti eksperimenti ar efedrīna molekulu atpazīšanu. Tika

izmantota populāra struktūra uz hidroksila metakrilata pamata, kurš bija imprintēts ar (-)-efedrīnu. Fotopolimerizācija tika veikta magnētiskajā laukā ar intensitāti līdz 0,75 T. Tika konstatēts, ka magnētiskais lauks būtiski iespaido polimēra morfoloģiju un uzlabo tā atpazīšanas spējas. Rezultātā iegūtais polimērs tika pētīts, izmantojot sekojošas eksperimentālās metodes:

- Rentgena staru difrakcija,
- infrasarkanu staru spektroskopija,
- specifiskās virsmas platības noteikšana, izmantojot Brunauera-Emmeta-Tellera metodi,
- poru daudzuma noteikšana, izmantojot metanola absorbcijas izotermas,
- metanola uzsūkšanas ātruma analīze,
- augstas izšķiršanas spējas šķidrums hromatogrāfija.

Iegūtie rezultāti liecina par anizotropas sakārtotas struktūras augstāku polimerizācijas pakāpi veidošanos SML iespaidā. Polimēriem, kuri sintezēti magnētiskajā laukā, ir zemāki tādi parametri kā uzsūkšanās ātrums un specifiskā virsmas platība, bet augstāks blīvums.

Lai izpētītu MIP atpazīšanas spējas, sintezētais materiāls tika ievietots hromatogrāfiskajā kolonnā un tika pārbaudīta tā jūtība pret (-) un (+)-efedrīnu. Analizējot iegūtās hromatogrammas ar skaitliskām metodēm, tika konstatēta krasi separācijas faktora palielināšanās SML iedarbības rezultātā. Tas ir nopietns priekšnosacījums magnētiski modificēto MIP pielietošanai efektīvu biosensoru ražošanā. Ar nolūku optimizēt SML iedarbības parametrus tika iegūta sintezēto MIP īpašību atkarības līkne no magnētiskā lauka intensitātes. Tiek turpināti pētījumi paraugu sērijai, kas sintezēta SML ar intensitāti līdz 1,5 T.

2. Vienlaikus ar MIP pētīšanu LEKNI turpināti eksperimenti ar cilvēka vēža (sarkomas) HT 1080 līnijas šūnām. Eksperimentālās grupas šūnas tika ievietotas KMR magnētiskajā laukā (blakus pacientam uz pacienta galdiņa). No iegūtajiem rezultātiem redzams, ka magnētiskie lauki ietekmē HT 1080 līnijas sarkomas šūnas. Visās šūnu grupās eksperimentālās apakšgrupas statistiski ticami atšķiras.

Par rezultātiem referēts 9. Vispasaules biosensoru konferencē 2006. gadā Toronto, Kanāda un aizstāvēts maģistra darbs.

13) projekts 06.0029.2.01 "Kompozītmateriāli un nanokompozīti" (2006-2009), vad. J.Jansons (projekta 06.0029 "Inovātivi strukturāli integrēti kompozītmateriāli: dizains, iegūšanas un pārstrādes tehnoloģijas, ilgmūžība" (2006-2009) apakšprojekts).

1. Iegūti nozīmīgi rezultāti polimērsilikātu nanokompozītu izpētē sadarbībā ar RTU Polimēru materiālu institūtu (PMI). Par pildvielām iegūtajos nanokompozītos izmantoti divu tipu montmorillonīta māli (MMT): nmodificēti MMT (Vadakste, Latvija) un organiski modificēti OMMT (SYNPO, Čehija). Abos gadījumos nanokompozītu polimēru fāze bija stirola akrila kopolimērs (SAK). Konstatēts, ka salīdzinoši neliels māla pildvielas daudzums ļauj būtiski uzlabot materiāla mehānisko īpašību rādītājus. Jāatzīmē, ka šo rādītāju atšķirību var izraisīt ne tikai mālu organiskā modificēšana, bet arī tas, ka izmantotajos MMT un OMMT bija atšķirīgi monoslāņu izmēri, bet tas savukārt nozīmīgi ietekmē materiāla stiegrojošo efektu. Svarīga nozīme ir arī tam, ka izmantotajos MMT un OMMT koncentrācijas diapazonos iegūtie nanokompozīti nekļūst trausli, atšķirībā no parastajiem pildītajiem polimēriem (R. Maksimovs kopā ar RTU PMI).

Iegūti dati par barjerīpašību (caurlaidības, šķīdības un difuzitātes) rādītājiem, ūdens tvaikiem iedarbojoties uz nanokompozītu OMMT/SAK. Konstatēts, ka nanokompozītu ūdens tvaiku caurlaidības barjeras īpašības būtiski uzlabojas. Noskaidrots, ka ūdens tvaiku caurlaidība ievērojami samazinās, ievadot tikai 3-5 masas procentus montmorillonīta, kas atbilst 1,3-2,2 tilpuma procentiem. Pie šī pildvielas daudzuma nanokompozītu OMMT/SAK caurlaidības koeficients samazinās 1,7 reizes (R. Maksimovs kopā ar RTU PMI).

Izstrādāts polimērsilikātu nanokompozīta modificēta modeļa variants un piedāvāts algoritms to elastības īpašību raksturlielumu izskaitļošanai (R. Maksimovs, A. Lagzdīņš, E. Plūme).

Izstrādāta tehnoloģija un izgatavoti paraugi materiāla mehāniskām pārbaudēm kompozītiem ar atkārtotas pārstrādes termoplastu (PET) matricu. Turpināti pētījumi moderno

kompozītu – nanokompozītu mehānisko īpašību noteikšanai un prognozēšanas metožu izstrādāšanai. Publicēti 2 raksti (A. Aniskevičs, V. Leitlands).

2. Novērtēta ārējās slodzes pielikšanas veida ietekme uz spriegumu koncentrāciju plakanos paraugos no augstas stiprības kompozītiem pie vienasīgas stiepes. Analīzes rezultāti, kas iegūti gan analītiski, gan skaitliski (ar galīgo elementu metodi), parādīja, ka bīstamo spriegumu koncentrāciju slodzes pārnese zonā kompozītu pārbaudes paraugos vienasīgā stiepē var būtiski pazemināt, vai nu samazinot bīdes sprieguma maksimumu uzliktņu sākuma malā vai arī nobīdot to pie ārējās malas. Noteikti ģeometriskie parametri un materiāla īpašības, kas ļāva realizēt šo efektu. Veiktas eksperimentālas pārbaudes (G. Portnovs, V. Kulakovs, A. Arnautovs).

3. Pamatota racionāla komponentu izvēle kompozītām vantīm ar paaugstinātu īpatnējo stiprību un noteikta pakārtoto konstrukciju veida ietekme uz vanšu materiāla patēriņu. Veikts to pētījumu apskats, kas veltīti enkurojuma projektēšanai vantīm un betonkonstrukciju slodzi nesošām stiegrām. Izmantojot šo apskatu un izanalizējot ārējās slodzes pielikšanas veida ietekmi uz spriegumu koncentrāciju stieptos konstrukciju elementos no augstas stiprības kompozītiem, tika izprojektēts atbilstošs enkurojums (G. Portnovs, A. Arnautovs, N. Žmuds).

14) projekts 06.0029.3.1 “Kompozītu un citu nehomogēno materiālu ilgmūžība un to bojājumu mehānika” (2006-2009), vad. V.Tamužs (projekta 06.0029 “Inovātivi strukturāli integrēti kompozītmateriāli: dizains, iegūšanas un pārstrādes tehnoloģijas, ilgmūžība” (2006-2009) apakšprojekts).

1. Izveidots matemātiskais modelis ar ogļuplastu aptītu betona kolonnu mehānisko īpašību prognozēšanai. Parādīts, ka sāniskās spiedes rezultātā palielinās betona stiprība un atrasts attiecīgais proporcionalitātes koeficients. Parādīts, ka slogojot aptīta betona kolonnas virs parastā betona izturības līmeņa, materiālā notiek pārstrukturēšanās. Tās rezultātā pieaug kompozīta čaulas sāniskā spiede uz betonu tik daudz, lai materiāls varētu izturēt pieaugušo slodzi. Šis process turpinās līdz kompozīta čaulas saplīšanai. Iegūta vienkārša formula aptītu betona kolonnu spiedes prognozēšanai.

Betona pārstrukturēšanās rezultātā mainās tā Puasona koeficients. Konstatēts, ka pie attīstītām deformācijām Puasona koeficients iegūst asimptotisku vērtību. Asimptote atkarīga no neaptīta betona stiprības un kompozīta aptinuma biezuma un elastības moduļa. Iegūta empīriskā formula asimptotiskā Puasona koeficienta noteikšanai un atrasta formula aptīta betona maksimālās deformācijas prognozei.

Publicēti 3 raksti un 3 raksti iesniegti publicēšanai.

Iegūtie rezultāti apkopoti Fib rekomendācijām Eiropas celtniecības normu izstrādei / Properties of FRP-confined circular concrete columns under axial compressive loading/.

2. Izveidots austa kompozīta deformāciju un cikliskā noguruma mikromehāniskais modelis. Modelis ievēro bojājumu uzkrāšanos matricā kā arī šķiedru anizotropo saplīšanu. Rezultāti salīdzināti ar eksperimentāliem datiem un iegūta apmierinoša sakritība. (Pieteikts referāts starptautiskā konferencē Sant-Pēterburgā.).

3. Izstrādāts modelis plāna trausla pārklājuma fragmentācijai pie lielām substrāta deformācijām, ievērojot plaisu dinamisku zarošanos. Konstatēts, ka plaisu zarošanās gadījumā fragmentu sadalījums kvalitatīvi atšķiras no binārajā fragmentācijā novērotā. Modelis pielietots stikla pārklājuma fragmentācijas datiem divasīgā slogojumā, noteikti zarošanās un sprieguma pārnese parametri. Iesniegts raksts publicēšanai.

4. Veikta kompozīto spararatu struktūras optimizācija ar mērķi izveidot ekoloģiski tīrus elektrobuses. Darbi veikti Eureka projekta ietvaros.

5. Uzsākti sakarības pētījumi starp stiprības sadalījumu un defektu raksturlielumiem un veidošanās kinētiku trauslos pārklājumos un šķiedrās. Modelējot trauslu sabrukšanu kā divstadiju procesu, ko veido defektu iniciācija un lielākā defekta izplatīšanās, iegūta „weakest link” stiprības sadalījumu kopa. Sadalījumi pielietoti stikla un linu šķiedru stiprības aprakstam. Konstatēts, ka iegūtais sadalījums apraksta stiprības mēroga efektu precīzāk nekā klasiskais Veibula sadalījums. Rezultāti atspoguļoti 2 žurnāla rakstos un 3 publikācijās konferenču materiālos.

6. Izveidots slāņaina stiegrota kompozīta nelineāras deformēšanās modelis monotonam vienasīgam sloojumam, kas balstās uz ortotropa materiāla plastiskuma sakarībām, elementāro laminātu teoriju un atsevišķa slāņa īpašībām. Modelis aprobēts krusteniski stiegrotam stikloplastam stiepē dažādos leņķos pret ortotropijas asīm. Iesniegts raksts žurnālā un publikācija konferences materiālos.

7. Veikta integrēto sensorsistēmu attīstības un izmantošanas stāvokļa un tendenču analīze inženierkonstrukciju stāvokļa monitoringam un bojājumu defektēšanai. Izstrādāta metode dielektriskās spektrometrijas mērījumu rezultātu vizualizācijai frekvenču apgabalā.

8. Izstrādāti ciparalgoritmi Krāmersa-Kroniga integrālpārveidojumu veikšanai, izpētīta dažādu pārveidotāju tipu precizitāte un trokšņa transformācija, kā arī dažādu faktoru ietekme uz tiem.

9. Izstrādāti norādījumi mērinstrumentu atbilstības novērtēšanai, ievērojot ES Mērinstrumentu direktīvas 2004/22/EC prasības.

4.2. Zinātniskās publikācijas

4.2.1. Konferences tēžu krājums

1. Fourteenth International Conference Mechanics of Composite Materials, May 29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. **V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins**; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., (2006) – 236 p.

4.2.2. Raksti žurnālos un konferenču rakstu krājumos

1. **Andersons J. and Spārniņš E.** Stiffness and Strength of Flax Fiber/polymer Matrix Composites.// Polymer Composites –Vol. 27, N 2 (2006), p. 221-229.

2. **Grapis O., Tamuzs V., Ohlson N.-G., and Andersons J.** Overcritical High-speed Rotor Systems, full Annular Rub and Accident // Journal of Sound and Vibration – N 290 (2006), p. 910-927.

3. **Lagzdins A. And Zilaucs A.** Description of the Elastic Deformation and Degradation of Elastic Properties of Dispersedly Failing Isotropic Materials. – Bibliogr.: p. 140 (8 ref.) // Mech. Compos. Mater. – Vol. 42, No. 2 (2006), p. 129-140: ill.

Лагздинь А., Зилауц А. Описание упругого деформирования и деградации упругих свойств дисперсно разрушающихся изотропных материалов. – Библиограф.: с. [208] (8 назв.). – Аннот. На англ. Яз. // Мех. Композ. Матер. – Т. 42, N 2 (2006), с. 193-[208]: рис.

4. **Lagzdins A., Maksimov R. D., and Plume E.** Elasticity of Composites with Irregularly Oriented Shape-Anisotropic Filler Particles. – Bibliogr.: p. 207-208 (13 ref.) // Mech. Compos. Mater. – Vol. 42, No. 3 (2006), p. 197-208: ill

Лагздинь А., Максимов Р. Д., Плуме Э. Упругость композитов с разноориентированными анизометрическими частицами наполнителя. – Библиограф.: с. [300] (13 назв.). – Аннот. На англ. Яз. // Мех. Композ. Матер. – Т. 42, N 3 (2006), с. 285-[300]: рис.

5. **Maksimov R. D., Gaidukovs S., Kalnins M., Zicans J., and Plume E.** A Nanocomposites Based on a Styrene-Acrylate Copolymer and Native Montmorillonite Clay. 1. Preparation, Testing, and Properties. – Bibliogr.: p. 53-54 (34 ref.) // Mech. Compos. Mater. – Vol. 42, No. 1 (2006), p. 45-54: ill.

Максимов Р. Д., Гайдуков С., Калнинь М., Цицанс Я., Плуме Э. Нанокompозит на основе стирол-акрилового сополимера и природной монтмориллонитовой глины. 1. Изготовление, испытания, свойства. – Библиограф.: с. 72-[74] (34 назв.). – Аннот. На англ. Яз. // Мех. Композ. Матер. – Т. 42, N 1 (2006), с. 61-[74]: рис.

6. **Maksimov R. D., Gaidukovs S., Kalnins M., Zicans J., and Plume E.** A Nanocomposites Based on a Styrene-Acrylate Copolymer and Native Montmorillonite Clay. 2. Modeling the Elastic Properties. – Bibliogr.: p. 171-172 (19 ref.) // Mech. Compos. Mater. – Vol. 42, No. 2 (2006), p. 163-172: ill.

Максимов Р. Д., Гайдуков С., Калнинь М., Зицанс Я., Плуме Э. Наноккомпозит на основе стирол-акрилового сополимера и природной монтмориллонитовой глины. 2. Моделирование упругих свойств. – Библиограф.: с. 245-[246] (19 назв.). – Аннот. На англ. Яз. // *Мех. Композ. Матер.* – Т. 42, N 2 (2006), с. 235-[246]: рис.

7. **Maksimov R. D., Gaidukovs S., Zicans J., Kalnins M., Plume E., Spacek V., and Svirglerova P.** Nanocomposites Based on a Styrene-Acrylate Copolymer and Organically Modified Montmorillonite. 1. Mechanical Properties. – Bibliogr.: p. 272 (9 ref.) // *Mech. Compos. Mater.* – Vol. 42, No. 3 (2006), p. 263-272: ill.

Максимов Р. Д., Гайдуков С., Зицанс Я., Калнинь М., Плуме Э., Шпачек В., Швиглерова П. Наноккомпозиты на основе стирол-акрилового сополимера и органомонтмориллонита. 1. Механические свойства. – Библиограф.: с. 397-[388] (17 назв.). – Аннот. На англ. Яз. // *Мех. Композ. Матер.* – Т. 42, N 3 (2006), с. 375-[388]: рис.

8. **Maksimov R. D., Gaidukovs S., Zicans J., Kalnins M., Plume E., Spacek V., and Svirglerova P.** Nanocomposites Based on a Styrene-Acrylate Copolymer and Organically Modified Montmorillonite. 2. Barrier and Thermal Properties. – Bibliogr.: p. 360-362 (27 ref.) // *Mech. Compos. Mater.* – Vol. 42, No. 4 (2006), p. 353-362: ill.

Максимов Р. Д., Гайдуков С., Зицанс Я., Калнинь М., Плуме Э., Шпачек В., Швиглерова П. Наноккомпозит на основе стирол-акрилового сополимера и органомонтмориллонита. 2. Барьерные и термические свойства. – Библиограф.: с. 514-[516] (27 назв.). – Аннот. На англ. Яз. // *Мех. Композ. Матер.* – Т. 42, N 4 (2006), с. 503-[516]: рис.

9. **Paramonov Yu. and Andersons J.** A New Model Family for the Strength Distribution of Fibers in Relation to Their Length. – Bibliogr.: p. 128 (16 ref.) // *Mech. Compos. Mater.* – Vol. 42, No. 2 (2006), p. 119-128: ill.

Парамонов Ю., Андерсонс Я. Новое семейство моделей распределения прочности волокон в зависимости от их длины. – Библиограф.: с. 191-[192] (16 назв.). – Аннот. На англ. Яз. // *Мех. Композ. Матер.* – Т. 42, N 2 (2006), с. 179-[192]: рис.

10. **Paramonov Y. and Andersons J.** New Weakest link Distribution Family. In: *Proceedings of the International Conference “Statistical Methods for Biomedical and Technical Systems”*, Limassol, Cyprus (2006), p.415-420.

11. **Portnov G., Kulakov V., and Arnautov A.** A Refined Stress-Strain Analysis in The Load Transfer Zone of Flat Specimens of High-Strength Unidirectional Composites in Uniaxial Tension. 1. Theoretical analysis – Bibliogr.: p. 553-554 (10 ref.) // *Mech. Compos. Mater.* – Vol. 42, No. 6 (2006), p. 547-554: ill.

Портнов Г., Кулаков В., Арнаутов А. Уточненный анализ напряженно-деформированного состояния в зоне передачи нагрузки при одноосном растяжении плоских образцов из высокопрочных однонаправленных композитов. 1 Теоретический анализ. – Библиограф.: с. 796 (11 назв.). – Аннот. На англ. Яз. // *Мех. Композ. Матер.* – Т. 42, N 6 (2006), с. 787-796: рис.

12. **Sapozhnikov S., Anisktvich A., and Tsarevskii V.** Numerical Modeling of Deformation and Fracture of a Multiphase Polymer Concrete. – Bibliogr.: p. 576 (8 ref.) // *Mech. Compos. Mater.* – Vol. 42, No. 6 (2006), p. 571-576: ill.

Сапожников С., Анискевич А., Царевский В. Численное моделирование деформирования и разрушения многофазного полимербетона. – Библиограф.: с. 824 (8 назв.). – Аннот. На англ. Яз. // *Мех. Композ. Матер.* – Т. 42, N 6 (2006), с. 817-824: рис.

13. **Tamuzs V., Dzelzitis K., and Reifsnider K.** Predication of the Cyclic Durability of Woven Composite Laminates. 16th European Conference of Fracture (EFCF16), Alexandroupolis, Greece, July 3-7 (2006).

14. **Tamuzs V., Tepfers R., Chi-Sang You, Rousakis T., Repelis I., Skruls V., and Vilks U.** Behavior of Concrete Cylinders Confined by Carbon-Composite Tapes and Prestressed Yarns. 1.

Experimental Data.. – Bibliogr.: p. 32 (7 ref.) // Mech. Compos. Mater. – Vol. 42, No. 1 (2006), p. 13-32: ill.

Тамужс В., Тепферс Р., Чи-Санг Ю, Русакис Т., Репелис И., Скрулс В., Вилкс У. Поведение бетонных цилиндров с обмоткой из углепластика. 1. Экспериментальные данные. – Библиограф.: с. [44] (7 назв.). – Аннот. На англ. Яз. // Мех. Композ. Матер. – Т. 42, N 1 (2006), с. 165-[178]: рис.

15. **Tamuzs V., Tepfers R., and Sparnins E.** Behavior of Concrete Cylinders Confined by a Carbon Composite. 2. Prediction of Strength. – Bibliogr.: p. 314 (9 ref.) // Mech. Compos. Mater. – Vol. 42, No. 4 (2006), p. 303-314: ill.

Тамужс В., Тепферс Р., Спарниньш Э. Поведение бетонных цилиндров с обмоткой из углепластика. 2. Предсказание прочности. – Библиограф.: с. 176-[178] (18 назв.). – Аннот. На англ. Яз. // Мех. Композ. Матер. – Т. 42, N 1 (2006), с. 21-[44]: рис.

16. **Tamuzs V., Tepfers R., Zile E. and Ladnova O.** Behavior of Concrete Cylinders Confined by a Carbon Composite. 2. Deformability and the Ultimate Axial Strain. – Bibliogr.: p. 117-118 (18 ref.) // Mech. Compos. Mater. – Vol. 42, No. 2 (2006), p. 109-118: ill.

Тамужс В., Тепферс Р., Зиле Э., Ладнова О. Поведение бетонных цилиндров с обмоткой из углепластика. 3. Деформативности предельная осевая деформация. – Библиограф.: с. [448] (9 назв.). – Аннот. На англ. Яз. // Мех. Композ. Матер. – Т. 42, N 4 (2006), с. 433-[448]: рис.

17. **Teters G.** Multicriteria Optimization of a Composite Cylindrical Shell under an External Pressure and Longitudinal Thermal Stresses. – Bibliogr.: p. 352 (10 ref.) // Mech. Compos. Mater. – Vol. 42, No. 4 (2006), p. 347-352: ill.

Тетерс Г. Многокритериальная оптимизация композитной цилиндрической оболочки под внешним давлением и продольными термическими и напряжениями. – Библиограф.: с. [502] (10 назв.). – Аннот. На англ. Яз. // Мех. Композ. Матер. – Т. 42, N 4 (2006), с. 495-502: рис.

18 **Zicans J., Maksimov R., Gaidukov S., and Meri. R. M.** Properties of Acrylic Copolymer/Organomontmorillonite Nanocomposites – Bibliogr.: p. 34-35 (6 ref.) // Latvian Journal of Physics and Technical Sciences = Latvijas Fizikas un Tehnisko Zinātņu Žurnāls = Латвийский физико-технический журнал. – No. 2 (2006). – [Pt.] I: p. 30-35.

4.2.3. Konferenču referātu tēzes

1. **Aniskevich A., Glaskova T., Spacek V., and Sviglerova P.** (No. 090) Effet of Moisture on Deformability of Epoxy/Montmorillonite Nanocomposite // ECCM 12: 12th European Conference on Composite Materials, Biarritz, France, 29th – 1st September 2006: From the Science of Composites to Engineering Applications: the Dawning Future of Composites: Programme and Abstracts. – [S. I.], [S. a.]. – P. 101.

2. **Arnautov A. and Zhmud N.** On the 3-point Flexure Test of Thin Specimens made of High – strength Reinforced Plastics at Large Deflections // Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 17.

3. **Beverte I., Zeltinsh V., Stirna U., Cabulis U., and Yakushin V.** Physical and Mechanical Properties of Water – Blown Polyuretane Foams obtained from Renewable Vegetable Oils // Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 32-33.

4. **Elksnite I., Pizele D., Ivanova T., Maksimov R. D., Kalkis V., and Plūme E.** Mechanical Properties of Blends of High-Density Polyethylene with Thermoplastic Elastomer // Baltic Polymer Symposium 2006, Birini Castle, September 20-22, 2006. – Riga: RTU, 2006. – P. 61.

5. **Gaidukov S., Lilichenko N., Maksimov R. D., Zicans J., and Plume E.** Mechanical and Barrier Properties of Acrylic Copolymer/Organically Modified Montmorrillonite Nanocomposites // Baltic Polymer Symposium 2006, Birini Castle, September 20-22, 2006. – Riga: RTU, 2006. – P. 9.

6. **Gaidukovs S., Maksimov R., Zicans J., Kalnins M., and Plume E.** Acrylic Copolymer/ unmodified Clay Nanocomposites: Preparation, Testing, and Properties // Fourteen International

Conference Mechanics of Composite Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 56.

7. **Glaskova T., Aniskevich A., Starkova O., Merijs Meri R., and Zicans J.** Mechanical Performance of Organoclay-Epoxy Nanocomposite under Moisture Effect // Baltic Polymer Symposium 2006, Birini Castle, September 20-22, 2006. – Riga: RTU, 2006. – P. 59.

8. **Glaskova T., Aniskevich A., Špaček V., and Svirgelova P.** Effect of Moisture Sorption on the Mechanical Properties of an Epoxy / montmorillonite Nanocomposite // Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 58-59.

9. **Guedes R., Morais J., and Aniskevich A.** A Comparative Study of Moisture Transport Models Applied to an Epoxy Resin // Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 70.

10. **Kalnroze Z. and Aniskevich A.** Measuring the Biaxial Deformations of Thin Films in long-term Mechanical Tests // Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 86.

11. **Kerch G. and Korkhov V.** On the Mechanisms of Formation of Mechanical and Barrier Properties of Chitosan-based Films // Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 88-89.

12. **Korkhov V. and Faitelson E.** Influence of Environmental Factors Such as γ -irradiation, Moisture, and Temperature on the Structure of a Carbon-reinforced Plastic with a Polysulfone Binder // Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 95.

13. **Kulakov V. and Arnautov A.** A Refined Stress-strain Analysis in the Load Transfer Zone under uniaxial Tension of high-strength Unidirectional CFRP // Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 102.

14. **Ladnova O. and Zile E.** Nonlinear Deformation and Failure of CFRP-confined Concretes // Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 105.

15. **Lagzdins A., Maksimov R., and Plume E.** Elasticity of Composites with Irregularly Oriented Shape-anisotropic Filler Particles // Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 106.

16. **Laka M., Chernavskaya S., and Jakobsons E.** Rheological Properties of Chitosan Gels // Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 107-108.

17. **Leitlands V., Aniskevich A., and Viderkers A.** Prediction of the Physical and Mechanical Properties of Polymer Concretes with Thermoplastic Binders // Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 109.

18. **Paramonov Yu. and Andersons J.** Weakest-link Model Family for the Fibre Strength as a Function of Fibre Length // Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 159-160.

19. **Polyakov V., Shlitsa R., Khitrov V., and Zhigun V.** Interference of Transverse Stress Waves in a Sandwich Structure // Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 172.

20. **Portnov G.** The Influence of Clamping Conditions on the Stress Concentration in the Vicinity of Grips in Tension Tests of Composites // Fourteen International Conference Mechanics of Composite

Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 175.

21. **Shtrauss V.** Application of Fiber Optical Sensor Technology to the Structural Health Monitoring: an Overview // Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 190.

22. **Sparnins E.** and **Andersons J.** (261) Nonlinear Response Description of Composite laminates by Plasticity Theory // ECCM 12: 12th European Conference on Composite Materials, Biarritz, France, 29th – 1st September 2006: From the Science of Composites to Engineering Applications: the Dawning Future of Composites: Programme and Abstracts. – [S. l.], [S. a.]. – P. 79. – Title only (!).

23. **Starkova O., Jansons J.,** and **Aniskevich A.** (No. 095) Energy Limit of Linear Viscoelastic Behavior of Polymers // ECCM 12: 12th European Conference on Composite Materials, Biarritz, France, 29th – 1st September 2006: From the Science of Composites to Engineering Applications: the Dawning Future of Composites: Programme and Abstracts. – [S. l.], [S. a.]. – P. 212.

24. **Starkova O., Yang Jing-Lei,** and **Zhang Zhong.** Modeling the Long-term Creep of Polyamide 66 Filled with Nanoparticles of Various Size // Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 194-195.

25. **Starkova O., Yang J.-L.,** and **Zhang Z.** Deformability of PA66 Based Nanocomposites under Various Loading, Temperature, and Moisture Conditions // Baltic Polymer Symposium 2006, Birini Castle, September 20-22, 2006. – Riga: RTU, 2006. – P. 60.

26. **Tamuzs V.** and **Reifsnider K.** Prediction of Cyclic Durability of Woven Composite Laminates // Fracture of Nano and Engineering Materials and Structures: Proceedings of the 16th European Conference of Fracture, Alexandroupolis, Greece, July 3-7, 2006 / ed. By E. E. Gdoutos. – Dordrecht: Springer, 2006. – P. 1287-1288.

27. **Tamuzs V., Tefpers R.,** and **Spārniņš E.** Mechanical Behavior of Cylindrical Concrete Specimens Confined by a Composite Jacket. Prediction of Strength. // Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 201.

28. **Tarasovs S., Andersons J., Tornare G.,** and **Leterrier Y.** Evaluation of Adhesion of Thin Films to Compliant Substrates by Analyzing the Buckling Pattern in Fragmentation Tests. // Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 202.

29. **Valdmanis V., Tamuzs V., Gylltoft K.,** and **Tefpers R.** Stability and Strength of Reinforced Concrete Columns Confined by Tangential External CFRP Wrappings. // Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials, May29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamuzs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P. 212-213.

30. **Viderkers A., Leitlands V.,** and **Aniskevich A.** Prediction of Physical and Mechanical Properties of Polymer Concrete with Thermoplastic Binder // Baltic Polymer Symposium 2006, Birini Castle, September 20-22, 2006. – Riga: RTU, 2006. – P. 59.

31. **Zicans J., Maksimov R., Merijs Meri R., Gaidukov S.,** and **Plume E.** Acrylic Copolymer/Organically Modified Montmorillonite Nanocomposite: Mechanical, Barrier, and Thermal Properties // Abstracts: FM&NT-2006: 2nd Latvian Conference “Functional Materials and Nanotechnologies”: Riga, March 27-28, 2006. – Riga, [2006]. – PO-34. – P. 84.

32. **Zicans J., Maksimov R., Ivanova T., Merijs Meri R.,** and **Plume E.** Mathematical Modeling of the Elastic Properties of Polymer/Montmorillonite Nanocomposites // 15th International Baltic Conference Engineering Materials & Tribology BALTMATRIB – 2006, October 5-6, 2006, Tallinn, Estonia. – [S. l.], [S. a.]. – P. 35.

33. **Zile E.** and **Tamužs V.** (No. 416) Mode II Delamination of Unidirectional Carbon Fiber/Epoxy Composite in Four Point Bend End-Notched Flexure Test // ECCM 12: 12th European Conference on Composite Materials, Biarritz, France, 29th – 1st September 2006: From the Science of Composites to Engineering Applications: the Dawning Future of Composites: Programme and Abstracts. – [S. l.], [S. a.]. – P. 66.

34. **Zile E.** Mode II Delamination of a Unidirectional Carbon Fiber/epoxy Composite in Four-point Bend end-notched Flexure Tests. // Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials,

May 29 – June 2, 2006: Book of Abstracts / eds. V.Tamužs, K.Cirule, and A.Lagzdins; Institute of Polymer Mechanics, University of Latvia. – R., 2006. – P.229.

4.3. Dalība zinātniskajās konferencēs

1. 2nd Latvian Conference „Functional Materials and Nanotechnologies”, Riga, Latvia, March 27 – 28, 2006 (1 dalībnieks, 1 referāts).
2. International Symposium „Directions in Damage and Durability of Composite Materials” in honour of Prof. Ramesh Talreja, May 18-20 2006 (1 dalībnieks, 1 referāts).
3. Fourteen International Conference Mechanics of Composite Materials, Riga, Latvia, May 29 – June 2, 2006. (38 dalībnieki, 21 referāts).
4. 16th European Conference of Fracture, Alexandroupolis, Greece, July 3 – 7, 2006 (1 dalībnieks, 1 referāts).
5. 12th European Conference on Composite Materials, Biarritz, France, August 29 – September 1, 2006 (1 dalībnieks, 1 referāts).
6. 4th Conference of the International Dielectric Society & 9th International Conference on Dielectric & Related Phenomena, Poznań, Poland, September 2 – 9, 2006. (1 dalībnieks, 1 referāts).
7. Baltic Polymer Symposium, Birini Castle, Latvia, September 20 – 22, 2006. (3 dalībnieki, 4 referāti).
8. 15th International Baltic Conference Engineering Materials & Tribology „BALTMATRIB”, Tallinn, Estonia, October 5 – 6, 2006 (1 dalībnieks, 1 referāts).

4.4. Veiktie līgumdarbi

1. EC 6th „FlexiDis” (koordinātors Philips Applied Technologies, Nīderlande), 01.10.2004–01.10.2006, vad. J.Andersons.
2. EC 6th „EN – CORE” (koordinātors The University of Sheffield, Anglija), 01.01.2005 – 31.12.2008, vad. V.Tamužs.
3. EC 6th „PreCarBi” (koordinātors Cranfield University, Anglija), 01.05.2005 – 01.05.2006, vad. V.Tamužs.
4. EUREKA projekts EU -1841 EUROBOGIE „Kompozītmateriālu atspere” 5.daļa, 01.05.2005 – 01.05.2006, vad.V.Tamužs.
5. EUREKA projekts E! – 2462 „TRUS”, 01.12.2005- 01.12.2006, vad.V.Tamužs.
6. EUREKA projekts E! – 3446 „Kvalitatīvi būvmateriāli no polimēru atkritumiem”, 01.08.2005 -31.07.2007, vad. V.Leitlands.
7. Valsts pētījumu programma „Modernu funkcionālu materiālu mikroelektronikai, nanoelektronikai, fotonikai, biomedicīnai un konstruktīvo kompozītu, kā arī atbilstošo tehnoloģiju izstrāde”, 07.02.2006 -30.06.2006, vad. J.Jansons.
8. EN – CORE / European Network for Composite Reinforcement/ (Kompozītu stiprinājumu Eiropas sadarbības tīkls), 12.12.2005 -31.12.2006, vad.V.Tamužs.
9. „ERA – NET Materiāli (MATERA)”, 05.12.2005 – 10.12.2006, vad. J.Jansons.
10. „ERA – NET Materiāli – sagatavošanas fāze”, 13.12.2005 – 20.12.2006, vad. J.Jansons.
11. „Triecienslodzes amortizatori”, LR IZM, 01.11.2005 -30.12.2006, vad. A.Tolks.
12. „Betona celtniecības konstrukciju pastiprināšana, izmantojot kompozītu materiālus”, LR IZM, 01.09.2005- 01.09.2006, vad. V.Tamužs.
13. „Pētījumi polimērbetonu sanitārās tehnikas darinājumu sastāvu optimizācijai un ilgzinātības palielināšanai ūdens un ciklisku temperatūru iedarbības apstākļos”, LR IZM, 20.07.2006 – 20.07.2007, vad. M.Kilēvics.
14. „Tests to determine the modulus of elasticity for CFRP confined concrete columns in stage above the bearing capacity of unconfined concrete”, Chalmers University of Technology, Sweden, 01.09.2005 -30.04.2006, vad. V.Tamužs.

15. „To work at and present the obtained test results in the done investigation with CFRP confined columns during 2001 – 2006 and if necessary, perform eventual needed test for correct interpretation of obtained results”, Chalmers University of Technology, Sweden, 27.03.2006, vad. V.Tamužs.
16. „For five fatigue tests up to 250000 cycles of SikaFlex 2K/MS specimens provided by Glasfiber”, LM Glasfiber A/S, Dānija, 30.01.2006, vad. J.Andersons.
17. „Mechanical properties of PRR (Particles Reinforced Rubber), The Yokohama Rubber Co, Ltd, 27.10.2006 – 31.08.2007, vad. A.Aniskevičs.
18. „Elektroietaisēs pielietojamo plastmasu sadaļņu korpusu piemērotība ekspluatācijai Latvijas apstākļos”, AS „Latvenergo”, 31.01.2006 -30.04.2006, vad. R.Maksimovs.

4.5. Darbinieku izstrādātie vai vadītie maģistra un bakalauru darbi

1. **Dzelzītis K.** Noguruma procesi austos slāņainos kompozītmateriālos: [Fizi980046] / Latvijas Universitāte, Fizikas un matemātikas fakultātes fizikas nodaļa, Fizikas maģistra studiju programma; darba vad. prof., Dr.habil.sc.ing. **V. Tamužs.** – Rīga, 2006. – 39.lpp.

2. **Šukels A.** Bojājumu modelēšana austos kompozītos materiālos: Fizi000023 / Latvijas Universitāte, Fizikas un matemātikas fakultātes fizikas nodaļa, Fizikas maģistra studiju programma; darba vad. prof., Dr.habil.sc.ing. **V. Tamužs.** – Rīga, 2006. – 48. lpp.

3. **Ladnova O.** Ar kompozītmateriāliem pastiprinātu betona kolonnu nelineāras deformācijas un sabrukšanas analīze. Bakalaura darbs: [Fizi020042] / Latvijas Universitāte, Fizikas un matemātikas fakultātes fizikas nodaļa; darba vad. Dr.habil.sc.ing., prof. **V. Tamužs.** – Rīga, 2006. – 39. lpp.

4. **Viderkers A.** Polimērbetona ar termoplastisku saistvielu fizikāli mehānisku īpašību prognozēšana. Bakalaura darbs: [Fizi020044] / Latvijas Universitāte, Fizikas un matemātikas fakultātes fizikas nodaļa; darba vad. Dr.sc.ing. **A.Aņiskevičs** – Rīga, 2006. – 32. lpp.

5. **Bekasovs D.** Poliimīda plēves viskoelastība un plastiskums pie šļūdes zem stiepes slodzes iedarbības. Bakalaura darbs: [Fizi02004] / Latvijas Universitāte, Fizikas un matemātikas fakultātes fizikas nodaļa; darba vad. Dr.sc.ing. **A.Aņiskevičs** – Rīga, 2006. – 29. lpp.

4.6. Cita ar zinātnisko darbību saistīta informācija

4.6.1. Pētniecības infrastruktūra

Institūtā ir eksperimentālā mašīnzāle materiālu un konstrukciju mehānisko īpašību noteikšanai un pētīšanai. Institūtā darbojas akreditēta Konstrukciju materiālu mehāniskās testēšanas laboratorija, kas izpilda uzņēmumu un citu organizāciju pasūtījumus materiālu un izstrādājumu testēšanā, veicot kā standarta, tā nestandarta pārbaudes. Eksperimentālās mašīnzāles un testēšanas laboratorijas aprīkojumā ir servohidrauliskā materiālu pārbaudes sistēma MTS 809.40, servohidrauliskā materiālu pārbaudes sistēma MTS 5T, hidrauliskā prese ИПС 500, pārbaudes mašīna Zwick – 2,5, pārbaudes mašīna ZD – 40, elektromehāniskā pārbaudes mašīna 2166 P – 5 un ilglaicīgo eksperimentu stendi speciāli aprīkotās telpās.

4.6.2. Periodiskie izdevumi

Žurnāls: "Механика композитных материалов / Mechanics of Composite Materials" - / 2006/ Т. 42 / V.42, Nr.Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6. - Lpp. 1 – 846. Metiens 400. Žurnāls tiek

izdots krievu un angļu valodā, izdevējs LU Polimēru mehānikas institūts. Žurnāls tiek tulkots angļu valodā, izdevējs Kluwer Academic / Plenum Publishers (ASV, ISSN 0191-5665).

Žurnāls tiek anotēts vai indeksēts Material Science Citation Index; Reaction Citation Index, Chemical Abstracts, Chemical Titles, ISMEC, Applied Mechanics Reviews, INSPEC-Physics Abstracts, PRA Report: Polymer Contents, and Current Contents Engineering: Computing and Technology SciSearch, and Applied Sciences, Engineering Materials Abstracts & Metals Abstracts Rapra Abstracts Database, Engineering Materials Abstracts, METADEX (METals Abstracts / Alloy InDEX).

4.6.3. XIV Starptautiskā konference “Kompozīto materiālu mehānika”

2006.gadā no 29.maija līdz 2.jūnijam Rīgā tika organizēta XIV Starptautiskā konference “Kompozīto materiālu mehānika” (<http://www.pmi.lv/html/ConfInf.htm>). Organizētāji un atbalstītāji – Latvijas Universitātes Polimēru mehānikas institūts, Latvijas Zinātņu Akadēmija, Latvijas Zinātnes padome, Latvijas Nacionālā Mehānikas komiteja, Latvijas Universitāte, Rīgas Tehniskā universitāte, žurnāla “Mechanics of Composite Materials” redkolēģija, Lakomp.

Kompozīto materiālu mehānikas konferences ir tradicionālas starptautiskas zinātnieku sanāksmes, ko Polimēru mehānikas institūts regulāri organizē kopš 1965.gada. Šo konferenču mērķis ir apspriest jaunus pētījumu rezultātus kompozīto materiālu mehānikā, kā arī apmainīties domām par iespējamiem turpmākiem pētījumu virzieniem.

Pēdējos gados ir mainījušās tendences kompozītu izlietošanā. Ja agrāk par galveno mērķi uzskatīja efektīvu materiālu radīšanu aviakosmiskajai tehnikai, neraugoties uz cenu, tad tagad bez šiem mērķiem ir arī uzdevums plašāk ieviest modernos materiālus tautsaimniecībā, neaizmirstot arī ekoloģijas problēmas. Šos mērķus īsi var formulēt “efektīvāk, lētāk, “zaļāk” ” un šiem uzdevumiem bija lielā mērā veltīta konferences programma. Atsevišķa sēde tika veltīta kompozītiem ar nanostruktūru, kas pēdējā laikā kļūst arvien populārāki.

Konferences ietvaros notika arī atsevišķa simpozija sēde “Kompozīto materiālu bojājumu un plīsumu mehānika”, veltīta LZA īstenā locekļa V. Tamuža 70 gadu jubilejai un kurā piedalījās daudzi viņa audzēkņi no dažādām valstīm

Konferences sagatavošanas laikā bija saņemtas 189 tēzes ar 423 autoriem un pieteikumi uz piedalīšanos konferences darbā no 37 valstīm. Konferences darbā ar referātiem piedalījās 174 dalībnieki no 27 valstīm – ASV, Austrālijas, Azerbaidžānas, Baltkrievijas, Čehu Republikas, Dānijas, Francijas, Grieķijas, Igaunijas, Itālijas, Ķīnas, Korejas Republikas, Krievijas, Latvijas, Lielbritānijas, Lietuvas, Polijas, Portugāles, Rumānijas, Somijas, Spānijas, Taivānas, Turcijas, Ukrainas, Ungārijas, Vācijas un Zviedrijas.

Konferencē nolasīti 2 plenārie referāti, 13 referāti simpozijā, 83 referāti 8 sekcijās un 46 referāti bija pārstāvēti stenda formā. Prof. A. Bogdanoviča (ASV) un prof. M. Kalniņa (Latvija) plenārie referāti bija veltīti sasniegumiem un problēmām nanokompozītu tehnoloģijā, kā arī to īpašībām un iespējamai pielietošanai.

No dalībnieku puses konference tika augsti novērtēta un tika pieņemts lēmums 2008.gada jūnijā atkal Rīgā organizēt nākošo kompozīto materiālu mehānikas konferenci.

4.6.4. Apbalvojumi

L'OREAL Latvijas stipendija „Sievietēm Zinātnē” ar UNESCO Latvijas Nacionālās komisijas un Latvijas Zinātņu akadēmijas atbalstu, 2006./2007. piešķirta **Oļesjai Starkovai**. (Zinātnes Vēstnesis Nr.10 (323), 2006.g. 22.maijs).

3.5. PĀRSKATS PAR SAŅEMTO FINANSĒJUMU UN TĀ IZLIETOJUMU 2006. GADĀ

1. Institūta kopējais finansējums

Ls 588 045

Tajā skaitā:

1.1. grantu un programmu finansējums

Ls 155 614

1.2. cits finansējums no valsts budžeta (TOP u.c.)	Ls 184 675
1.3. finansējums no starptautiskiem avotiem	Ls 45 688
1.4. ienākumi no telpu nomas (īres)	Ls 97 033
1.5. pārējie ienākumi no ārpusbudžeta avotiem (iepriekšējo gadu līgumdarbu avansi, soda naudas u.c.)	Ls 105 035

2. Institūta kopējie izdevumi **Ls 540 298**

Tajā skaitā:

2.1. algu fonds	Ls 289 324
2.2. sociālās nodrošināšanas iemaksas	Ls 64 372
2.3. infrastruktūras uzturēšana (ēku ekspluatācijas izdevumi, apkure, elektroenerģija, ūdens, gāze, telefons u.c.)	Ls 77 483
2.4. izdevumi zinātniskajai aparatūrai, instrumentiem u.c.	Ls 89 207
2.5. pārējie izdevumi (komandējumi u.c.)	Ls 19 912