

# Latvijas Zinātnes padome

## APKOPOTS PĀRSKATS

### Par LZP finansēto pētījumu projektu inženierzinātnes un datorzinātnē galvenajiem zinātniskajiem sasniegumiem 2008. gadā

(Pārskatā daļēji ietverta informācija par sadarbības projektu rezultātiem)

#### Datorzinātnes apakšnozare

*Apakšnozares nozīmīgākie sasniegumi, sadarbība ar ražotājiem, sadarbība ar reģioniem un ārvalstīm, svarīgākie izgudrojumi.*

1. Pilnveidota programma Daugavas kaskādes darba plānošanai, kurā par izejas lielumiem kalpo pietece Pļaviņu hidrostaģijā, sānu pietece Ķeguma un Rīgas hidrostaģijās, paredzamā enerģijas izstrāde koģenerācijas un vēja staģijās un plānotais enerģijas patēriņš Latvijā.
2. Sadarbībā ar Somijas un Igaunijas partneriem izstrādāts un realizēts daudzkanālu bioimpedances analizators ar DASP preprocesoru.
3. Apkopota pasaules pieredze, izanalizēta un izstrādāta mākslīgā intelekta (MI) sistēmu un instrumentu sintēzes principi, apkopota, izstrādāta un pilnveidota teorētiskā bāze, izanalizētas MI izmantošanas iespējas Latvijas Republikas lauksaimniecības nozarēs, zinātniski pamatota to pilnveidošanas, attīstības un pielietošanas iespējas lauksaimniecībā.
4. Izstrādātas jaunas mākslīgo neironu tīklu arhitektūras un algoritmi to apmācībai. Piedāvāti jauni induktīvās klasifikācijas algoritmi. Veikti jauni, kā arī iepriekš izstrādāti apmācošo klasifikācijas modeļu pētījumi.
5. Notika sadarbība ar Eiropas Komisijas projektu eLOGMAR – M, IST4Balt un UNITE kolektīviem, ka arī tiek uzturēti cieši kontaktus ar Vidzemes Augstskolas sociotehnisku sistēmu inženierijas institūta grupu.
6. Uzturēti cieši kontakti arī ar ārvalstu organizācijām: Fraunhofera institūtu (Vācija), Logitrans Consult (Igaunija), RTSB (Vācija) Sonex (Lietuva), DIASOFT (Krievija), HOPE (Ķīnas T.R.). Noslēgts sadarbības līgums starp RTU un Ķīnas T.R. zinātņu akadēmijas „Beijing HOPE Software Ltd” kompāniju e-Loģistikas tīmekļa portāla tālākā attīstībā un pilnveidošanā.
7. Veikti nozīmīgi pētījumi par globālās pozicionēšanas sistēmas un inerciālās sistēmas datu kompleksās apstrādes metodēm. Mērījumi tika veikti gan izmantojot satelītu sistēmas signālu imitatoru, gan veicot mērījumus reālos apstākļos pie dažādiem automobiļu ātrumiem. Paaugstinātas precizitātes transporta līdzekļu vietas lokalizācijas sistēmai nepieciešams izmantot izstrādātos adaptīvos datu kompleksās apstrādes algoritmus. Projekta realizācijā ļoti svarīga loma bija iepirktajai aparatūrai par ESF projekta līdzekļiem ar kuras palīdzību var testēt GPS aparatūru telpās.

Apakšnozarē paveikti dažāda virziena pētījumi. Tā piemēram, pierādīts, ka galīgu biideālu burtu virknes  $x$ , kuras ģenerētas ar fiksēta skaita  $m$  locekļiem

ģenerējošās sistēmās  $\langle u_0, u_1, \dots, u_{m-1} \rangle$ , nav atšifrējamās ar vienota algoritma palīdzību arī tad, ja visi ģenerējošās sistēmas vārdi, atskaitot vienu vienīgu, ir vienāda garuma. (A. Lorencs). Bez tam pārskata periodā salīdzināta tā saucamā n+/n- signālu atklāšanas metode un "absolūtā" metode pēc laikā transformēto signālu papildapstrādes ar konvolūcijas filtru. Jaunākā metode nosacīti nosaukta par "absolūto", jo tā ir analītiski sintezējama katrai signāla amplitūdai tā, lai stroboskopiskās pārveidošanas procesā nodrošinātu teorētiski maksimāli iespējamo signāla/trokšņa attiecību. Jāatzīmē, ka šādā veidā sintezēta metode ir optimāla tikai katrai dotai pārveidojamā signāla amplitūdai. Taču tā ir gandrīz optimāla arī citām šai izvēlētai amplitūdai tuvām amplitūdām. Analītisko un modelēšanas pētījumu rezultātā konstatēts, ka "absolūtā" metode, salīdzinot ar n+/n- metodi, uzlabo signāla/trokšņa attiecību aptuveni par 20-25%. (K. Krūmiņš).

Ar modeļu palīdzību iegūtie ikdienas Daugavas pieteces mērījumi Pļaviņu HES tika salīdzināti ar tiem, ko iegūst ar hidroloģisko metožu palīdzību. Iegūtā sakritība gada laikā bija 3,94%, kas ir ļoti laba, jo hidraulisko mērījumu precizitāte parasti nav labāka par 5%. Tāpat tika pilnveidota programma Daugavas kaskādes darba plānošanai, kurā par izejas lielumiem kalpo pietece Pļaviņu hidrostacijā, sānu pieteces Ķeguma un Rīgas hidrostacijās, paredzamā enerģijas izstrāde koģenerācijas un vēja stacijās un plānotais enerģijas patēriņš Latvijā. Programma paredzēta darba plānošanai ar stundas soli. Plānošanas gaitā ir iespējams mainīt jau minētos lielumus un vēl papildus enerģijas importu/eksportu, enerģijas uzkrāšanu vai patēriņu no hidrostaciju ūdenskrātuvēm. Visu darbību rezultātā tiek iegūta enerģijas bilance, ūdenskrātuvju līmeņu izmaiņas laikā ar stundas soli un tiek pārbaudīta līmeņu izmaiņu atbilstība pastāvošai likumdošanai. Plānojot kaskādes darbu ar stundas soli ir nepieciešams uzdot tikai katras hidrostācijas plānoto darbināmo hidroagregātu skaitu. (E. Beiners). Atskatīties periodā turpinājās operētājsistēmu modeļu pētījumi. (sakaru tīklu analīzes un optimizācijas jomā). Pētīti mobilie telekomunikāciju tīkli un izstrādātas to veiktspējas paaugstināšanas metodes atkarībā no trafika specifikas. Par optimuma galveno kritēriju tika pieņemta tīkla veiktspēja un apkalpošanas kvalitāte. Pētījumu rezultātā izstrādātas rekomendācijas mobilo sakaru servisa sniedzējiem. Par darbu rezultātiem sagatavoti referāti un publikācijas. (E. Pētersons). Pārskata periodā turpināts darbs pie terminu izveidošanas, kas saistīti ar datorprogrammēšanas jomu (Computer Programming). Šī novirziena terminoloģijā plaši izmantots ISO – 2382 Information technology standarts Information Technology – Vocabulary – Part 7: Computer Programming. Izveidoti apm. 200 datorprogrammēšanas termini, kas aptver ISO standartiem atbilstošu latvisko terminu izveidi datu organizācijas, datu pieraksta, datu sagatavošanas un datu apstrādes jomā.

Publicēšanai „Terminoloģijas jaunumos” sagatavots ISO – 2382 Information technology – Vocabulary – Part 1: Fundamental Terms latviskais variants.

Otrs terminrades novirziens saistīts ar latvisko terminu veidošanu plašai terminu klasei, kas raksturo terminus, kuri saistīti ar drošību ne tikai datorzinātnē, bet ar drošību visās sociālās un tehnoloģijas nozarēs, kur nepieciešama datu sagatavošana, datu apstrāde, datu glabāšana, izguve un pārraide. Tā kā informācija ir kļuvusi par vienu no visvērtīgākajiem produktiem, tās aizsardzībai tiek veltīts gan daudz dažādu metožu un paņēmieni, gan arī informācijas apdraudējuma risku novērtējumu.

Kā pirmo pētījumu šajā nozarē var minēt drošības terminu latviskojumus, kuri atbilst ANSI un ECMA standartiem un kas publicēti „Terminoloģijas jaunumos” 14. sējumā (J. Borzovs). Veikts enerģijas patēriņa minimizēšanas metodes "mini-max" novērtējums, salīdzinājumā ar līdzīgam adaptīvām enerģijas ekonomēšanas metodēm,

kurs pielietojot uzdevumi tiek dalīti divos apakš uzdevumos un pēdējo realizācijas ar maksimālo takts frekvenci. Parādīts, ka izmantojot 'mini-max' metodi iegūst optimālo enerģijas patēriņu.

Novērtētas iespējas, ko iegultās asinhronu sistēmu izstrādāšanā var dot analogo signālu pārveidošanas digitālos ar līmeņu šķērsošanas adaptīvu strobēšanu. Uzsākta analogo signālu pārveidošanas eksperimentālas ierīces veidošana.

Veikta iegultu reāllaika sistēmu dažādu aparatūras un programmatūras veida *atgriezeniskās saites* principu praktiskas realizācijas iespēju analīze. Novērtēti to realizācijas ātrdarbības un precizitātes rādītāji.

Analizēti LU Botāniskā dārza siltumnīcu kompleksa palmu mājai izveidotā *One Wire* kopnes sensoru monitoringam sistēmas ilglaicīgas ( 1,5 gadi ) ekspluatācijas gaitā iegūtie rezultāti. Uz iegūtās informācijas pamata plānota turpmākā monitoringa sistēmas tīkla paplašināšana.

Izstrādāta adaptīva iegulta vadības sistēma ar šķeldu kurināma apkures katla ekonomiskai darbināšanai, regulējot gāzes un gaisa padevi. Sistēmas eksperimentāls paraugs pārbaudīts un uzstādīts eksperimentālai ekspluatācijā privātā mājā Ludzas pilsētā (Baums).

Izstrādāta un izgatavota DASP ierīce ar efektīvi diskretizējamu frekvenci līdz 1.6 GHz. Diskretizācijas algoritmi un ierīces struktūra tika simulēta ar speciāli izstrādātajām programmām, kas ļāva izanalizēt algoritmu un realizācijas struktūru un izvēlēties visnoturīgākās no trokšņu ietekmes. Sadarbībā ar Somijas un Igaunijas partneriem bija izstrādāts un realizēts daudzkanālu bioimpedances analizators ar DASP preprocesoru. Maksimālā precizitāte amplitūdas mērījumiem ir 16-17 efektīvi biti, kas 1.5 reizēs paaugstina izmantojama analogu-ciparu pārveidotāja efektivitāti.

Izstrādāta metode un programmatūra, lai droši novērtētu laika mērīšanas sistēmas precizitāti. Šī metode tagad ir akceptēta visās organizācijās, kurās lieto mūsu ierīces.

- Bija izgudrota speciāla metode un radīta programmu bibliotēka, lai novērtētu rezultāta novirzīšanu atkarībā no mērāma laika intervāla, kura ir mazāk par  $10^{-12}$  sekundēm visu mērījumu diapazonā. (J. Buls).

Pilnveidojot modeli veikta tādu 2 tipu objektu (aģentu) koalīcijas izpēte, kur pirmā tipa (aktīvie) objekti var veikt otrā tipa (pasīvo) objektu drošumkritisko parametru monitoringu un to kritisko stāvokļu novēršanu. Modelēšanas rezultāti ļauj konstatēt, ka pie noteiktiem priekšnoteikumiem šāds modelis darbojas efektīvāk nekā iepriekšējais. Veikta dažādu aģentu projektēšanas un modelēšanas rīku iespēju izvērtēšana izejot no dotā projekta prasībām, kā rezultātā konstatēta Agentsheets2.6 un NetLogo4 atbilstība doto modeļu izpētes prasībām. Konstatēts, ka multiaģentu (daudzaģentu) modeļu aktuālās informācijas ieguves pieeja var tikt izmantota ne tikai draudu novēršanas, bet arī karjeras/risku vadības uzdevumiem. Šīs pieejas attīstībai nepieciešami turpmāki pētījumi. (A. Ermuiža).

Projekta ietvaros tika izpētīta datu aizsardzības metode ar savlaicīgu kļūdainu informatīvu secīgumu atklāšanu. Tas ir iespējams pateicoties tām, ka pārraidāmas informācijas signālu secība parasti ir nevis patvaļīga, bet gan limitēta pašas pārraides sistēmas funkcionālo iespēju dēļ. Nelegitīmie sūtījumi, kuri nav atklāti laikā, nes sevī lielu apdraudējumu informatīvo bloku integritātei un autentiskumam. Līdz ar to ir skaidrs, ka informācijas aizsargātības pakāpe ir atkarīga no tā, cik operatīvi tiks atklāti nelegitīmie datu sūtījumi. (V. Piļipenko). Izpētītas analogi-diskrētu sistēmu verificācijas metode, kas izmantojams multimediju sistēmu projektēšana. Aplūkotas

kontrolieru iespējas vadīt multimedija signālu ievadi un/vai ieraksta kontroli uz medija. Veikti daži eksperimenti multimediju informācijas pārraides un kontroles vadībai lokālā datoru sistēmā. (V. Zagurskis).

Ir izveidota analoģu signālu Naikvista filtru klase uz līniju bāzes ar diskrētiem parametriem, izveidota to sintēzes metode, izmantojot Besseļa 1. veida funkcijas bezgalīgā laika intervālā  $[0, \infty)$ . Uz LMS (least minimum square) pamata izveidots filtru adaptācijas algoritms atbilstoši dotajām datu pārraides prasībām.

Darbs netiks turpināts (E. Hermanis).

Izstrādāta un pilnveidota materiālu pētniecībai paredzēta informācijas tehnoloģija, signālapstrādes metodes un programmatūra. Apzinātas potenciālās informācijas tehnoloģiju pielietošanas jomas materiālu pētniecībā un īpaši polimēru un kompozītu materiālu testēšanā, kā arī definētas aktuālās risināmās problēmas. Konstatēts, ka materiālu pētniecība un īpaši polimēru un kompozītu materiālu testēšana ir saistīta ar specifisku monotonu ilga laika un plašas frekvenču joslas signālu reģistrēšanu un pārveidošanu, kurus mūsdienu mēriekārtas atļauj reģistrēt plašos frekvenču diapazonos un laika intervālos (kas pārsniedz 10-15 un vairāk decimālās kārtas). Daudzi materiālu pētniecības uzdevumi ir saistīti ar dažādu funkcionālu pārveidojumu, tajā skaitā tiešo un apgriezto integrālpārveidojumu izpildīšanu, izmantojot eksperimentāli iegūtus datus. (V. Štrauss).

2008. g. izstrādāts un pilnveidots elastīgs universālas leksikona sistēmas datubāzes modelis, kas paredz vienotas infrastruktūras (kopīgu indeksēšanas un atgriezeniskās saites mehānismu u.c.) un funkcionalitātes (šķirkļu izvērsta meklēšanas un konfigurējamās atainošanas u.c.) pieejamību visām datubāzē izvietotajām vārdnīcām neatkarīgi no to šķirkļu shēmām. Attiecībā uz indeksēšanu un meklēšanu, latviešu valodai tika pielāgots *Soundex* algoritms, lai nodrošinātu neprecīzi ievadītu, bet pēc izrunas līdzīgu vārdu atrašanu. (A. Spektors). Ģeogrāfiskajai spēlei ZEME piederošais lauks "Rīga" pārveidots atbilstoši kopējai spēles programmai (pirms tam tas bija izņēmums ar savu atsevišķu programmu). Tās pašas spēles lauka „Latvija” fotoattēlu kolekcija no 2145 bildēm ievietota interneta vietnē „Panoramio”, reizē sasaistot to ar iepriekšējā gadā izveidotajiem un AAA sistēmā iekļautajiem i-albumiem. Uz šīs pašas bilžu kolekcijas pamata radīta grāmata „Zeme Latvija” (643 lpp., autori J. Sedols un M. Jankevica). Tā ievietota internetā <http://jonins.mii.lu.lv/a/zemelatv.htm>, to iespējams lejupielādēt un nodrukāt. Grāmata izmantojama kā ilustrēta enciklopēdija par lielu daļu no Latvijas dabas un kultūras objektiem. 2008. gadā veikta arī lauka „Latvija” papildināšana ar jaunām fotogrāfijām un to aprakstiem, palielinot augstākminēto kolekciju līdz 2212 bildēm. Jaunās bildes pievienotas visiem kolekcijas lietojumiem (spēle ZEME, i-albumi, „Panoramio”, „Zeme Latvija”). (J. Sedols). Apkopota pasaules pieredze, izanalizēta un izstrādāta mākslīgā intelekta (MI) sistēmu un instrumentu sintēzes principi, apkopota, izstrādāta un pilnveidota teorētiskā bāze, izanalizētas MI izmantošanas iespējas Latvijas Republikas lauksaimniecības nozarēs, zinātniski pamatota to pilnveidošanas, attīstības un pielietošanas iespējas lauksaimniecībā. (G. Moskvins).

Dots *resamplinga* pieejas pielietošanas apskats informatīvo sistēmu efektivitātes novērtējumam: kopīgs apskats (sk. Andronova rakstu publikāciju sarakstā) un

atsevišķo problēmu atrisinājumi (piemēram, īsākā ceļa meklēšana statistiskai ziņojumu maršrutizācijai gadījumā, kad datoru tīkla ķēdes nav pieejamas laicīgi; sistēmas drošuma novērtējums (sk. Fiošinas un Fiošina rakstu publikāciju sarakstā)). Dots *pietiekamās empīriskās izlīdzināšanas metodes* pielietošanas apskats dažādo sistēmu efektivitātes novērtējumam: kopīgs apskats (sk. Andronova, Čepurina un Gadžieva rakstu publikāciju sarakstā) un atsevišķo problēmu atrisinājumi (piemēram, copula - sadalījumu novērtējumi (sk. A. Andronova referāts konferencē "The 22nd Nordic Conference on Mathematical Statistics")). (A. Andronovs).

Izstrādātas jaunas mākslīgo neironu tīklu arhitektūras un algoritmi to apmācībai. Piedāvāti jauni induktīvās klasifikācijas algoritmi. Veikti jauni, kā arī iepriekš izstrādāti apmācošo klasifikācijas modeļu pētījumi. (A. Borisovs).

Izstrādāta mērķu orientēta lēmumu pieņemšanas modeļu ģenerēšanas un integrēšanas metodoloģija, kuras pamatā ir formalizēta problēmas attēlošana, izmantojot UML modeļus, un semi-formālo modeļu transformēšana daudzkritēriālos matemātiskās programmēšanas modeļos. Metodoloģijā ir izstrādāti likumi matemātisko modeļu ģenerēšanai;

Izpildāmie biznesa procesi ir izmantoti, lai savā starpā integrētu lēmumu pieņemšanas modeļus un piesaistītu ārējos datu avotu. Integrētu lēmumu pieņemšanas modeļu integrācija ir pētīta, izmantojot transporta plānošanas un piegādes ķēžu konfigurēšanas problēmas. (J. Grabis).

Radīta jauna pieeja apmācības procesa intelektuāla atbalsta sistēmas izstrādei, kas pamatojas uz intelektuālu aģentu un zināšanu pārvaldības tehniku integrēšanu. (J. Grundspeņķis).

Turpināts pētīt gan elektronikas induktorus, gan galvenos radiofrekvenču magnētiskos materiālus – polikristāliskos ferītus no to radīto zudumu samazināšanas viedokļa, bet strauji izplatību iegūstošo ierīču (kuru vienu no trim nozīmīgākām sastāvdaļām veido magnētiskie komponenti) – impulsu barošanas avotus no to apkārtējā telpā un rūpnieciskā tīklā radītā piesārņojuma ar elektromagnētiskiem traucējumiem samazināšanas viedokļa. (J. Jankovskis).

Izstrādāti algoritmi un metodika intelektuālo datorvadības sistēmu izveidei, kā arī izstrādātas atsevišķas, praksē lietojamas datorizētas lēmumu pieņemšanas apakšsistēmas daudzobjektu sistēmām, ievērojot individuālās īpatnības mainīgā multifaktoriālā vidē, kas izvēlētos optimizētu ārējo iedarbību spektru, lielumu un to secību. Uzmanība tika vērsta profilakses pasākumu un tā saucamo riska faktoru ievērtēšanai vēl sistēmas normālas darbības režīmā, tā samazinot sistēmas kļūdainas funkcionēšanas varbūtību. Kad projektējamā sistēmas uzturēšanas vadība savu ietekmi izsmēlusi un aplūkojamā sistēma sāk darboties kļūdaini, procesā iesaistās jau pieminētās diagnostikas un atvēršanas datorsistēmas. (Z. Markovičs).

Veikts jauna tipa ātro ortogonālu pārveidojumu "teorijas" izstrādes turpinājums, jauna tipa ātro unitāro pārveidojumu "teorijas" izstrādes turpinājums, paveikta 2D signālu analizatora/sintezatora virtuālās versijas izveide (to paredzēts izmantot jauna tipa attēlu analīzes/sintēzes/kompresijas algoritmu un ierīču izveidē), kā arī izstrādātas jaunas CRAIMOT/CRAFOT sintezatora/analizatora FPGA versijas (Altera's Cyclone II un Stratix FPGA mikroshēmās). Iespējams, ortogonālajos filtros ir atklāta jauna parādība – formas rezonanse (*shape resonance*), kas iestājas filtros, pārskanojot filtru pēc leņķiem. Izstrādāta MATLAB/Simulink funkciju/bloku vienota bibliotēka (aptuveni 50 vienības) un sekmīga pabeigta IS izstrādes laboratorijas (ISIL) iekārtošana – tā ir oficiāli atklāta. (P. Misāns).

Notika sadarbība ar Eiropas Komisijas projektu eLOGMAR – M, IST4Balt un UNITE kolektīviem, ka arī tiek uzturēti cieši kontaktus Vidzemes Augstskolas sociotehnisku sistēmu inženierijas institūta grupu (grupas vadītājs – prof. E.Ginters, pētnieki – I.Lauberte, A.Siliņš, V.Pornieks, IBērziņa), tika sagatavoti divi 7.IP pieteikumi, kas ir iesniegti Eiropas Komisijā. Darba gaitā tika uzturēti cieši kontakti arī ar ārvalstu organizācijām: Fraunhofera institūtu (Vācija), Logitrans Consult (Igaunija), RTSB (Vācija) Sonex (Lietuva), DIASOFT (Krievija), HOPE (Ķīnas T.R.), u.c. Projekta izpildes laikā tika noslēgts sadarbības līgums starp RTU un Ķīnas T.R. zinātņu akadēmijas „Beijing HOPE Software Ltd” kompāniju e-Loģistikas tīmekļa portāla tālākā attīstībā un pilnveidošanā. Projekta sagatavotais materiāls tika izmantots RTU mācību priekšmetos „Finanšu un apdrošināšanas informācijas sistēmu programmēšana”, „Dialogu intelektuālās sistēmas”, „Adaptīvas datu apstrādes sistēmas”. (L. Novickis).

Modeļu vadāmas arhitektūras izmantošana sistēmu analīzes, projektēšanas un programmēšanas pielietojumos lielās sistēmās (t.sk. biznesa un iegultās sistēmās) pieprasa formalizētu pieeju modelēšanā un modeļu pārveidošanā, sākot no ontoloģijas līmeņa un beidzot ar programmas koda testēšanu. Projekta rezultātu nozīmību nosaka projekta zinātniskā aktualitāte. Uz formālām metodēm un modeļiem balstīta pieeja uz modeļiem balstītas arhitektūras (MDA) un objektorientētās koncepcijas pielietošanu ļauj sagatavot ceļu programmatūras izstrādes automatizācijai. (J. Osis).

Uz 2007.gadā veikto eksperimentu bāzes, kas saistīti ar globālo mobilo sakaru sistēmu (GSM) un vispārējo datu pakešu pārraides pakalpojumu (GPRS), realizētas sekojošas struktūras: GPRS stacija – OPC klients; GPRS stacija – GPRS stacija.

Izstrādāts bezvadu komunikācijas projekts ceļu satiksmes aktīvās vadības uzdevumu risināšanā, kas balstītās uz mobilo sakaru sistēmu (GSM) un vispārējo datu pakešu pārraides pakalpojumu (GPRS): Ceļu satiksmes dinamiskās informatīvas zīmes vadība izmantojot Siemens firmas programmējamo loģisko kontrolleri, modemu, kā arī programmatūras STEP 7 un WinCC flexible. Informācija tiek attēlota uz firmas EZAutomation „Ez Marquee” EZMR-1L10C-E displeju (kas iepirkts šī granta ietvaros) (A. Ozols).

Pārskata gadā tika turpināti pētījumi par mikroviļņu izkliedes un absorbcijas problēmām. Liela vērība tika veltīta ēkas sienu veidošanai izmantojamo materiālu īpašību (vielas relatīva kompleksā dielektriskā caurlaidība) noteikšanas metodikas, kura ļauj nosaukto īpašību aprēķināt no ar dobuma rezonatora iegūtajiem mērījumu rezultātiem, izstrādei. (J. Semenjako). Pārskata periodā tika veikti pētījumi par globālās pozicionēšanas sistēmas un inerciālās sistēmas datu kompleksās apstrādes metodēm. Pētījumu rezultātā tika iegūti mērījumi vietas noteikšanas precizitātei izmantojot atsevišķi abas sistēmas un veicot komplekso signālu apstrādi. Mērījumi tika veikti gan izmantojot satelītu sistēmas signālu imitatoru, gan veicot mērījumus reālos apstākļos pie dažādiem automobiļu ātrumiem. Paaugstinātas precizitātes transporta līdzekļu vietas lokalizācijas sistēmai nepieciešams izmantot izstrādātos adaptīvos datu kompleksās apstrādes algoritmus. Projekta realizācijā ļoti svarīga loma bija iepirktajai aparatūrai par ESF projekta līdzekļiem ar kuras palīdzību var testēt GPS aparatūru telpās (Re-reference system). Eksperimentālajā ierīcē datu kompleksajai apstrādei tika izmantota programmatūra uz MATLAB bāzes. Lai realizētu projekta laikā izstrādātos algoritmus reālā transporta līdzekļa ierīcē, nepieciešams datu apstrādei izmantot mikroprocesora ierīci ar ievietotu apstrādes

programmu. (A. Klūga). Veikts eksistējošo bezvadu tīklu arhitektūru apskats. Izpētīta Pieejas punkta (Access Point) signāla jaudas atkarība no attāluma līdz iekārtai, kura aprīkota ar bezvadu tīkla adapteri. Pētījumi tika veikti gan tiešās redzamības zonā, gan slēgtās telpās. Pētīta arī Pieejas punkta atrašanās vietas un dipolu antenas ietekme uz signāla vājinājumu. Piemeklētas empīriskā koeficienta vērtības formulā, kas nosaka signāla jaudas atkarību no attāluma līdz raidītājam slēgtās telpās. Iegūtie dati var tikt izmantoti objektu lokācijas sistēmās, kas aprīkotas ar bezvadu (wireless) tīkla adapteri. Šādas lokācijas sistēmas var izmantot lielās slimnīcās, noliktavās un citos objektos, kur nepieciešama objektu atrašanās vietas un pārvietošanās kontrole. (M. Broitmanis).

### **Mehānikas apakšnozare**

*Apakšnozares nozīmīgākie sasniegumi, sadarbība ar ražotājiem, sadarbība ar reģioniem un ārvalstīm, svarīgākie izgudrojumi.*

1. Eksperimentālās plātņu pašsvārstību frekvences un atbilstošās šo frekvenču svārstību modas un modu liekumi tika iegūti, izmantojot bez-kontakta lāzera vibrometrijas iekārtas - ISI-SYS lāzera vibrogrāfs un POLYTEC lāzera vibrometrs. Iegūtie pašsvārstību formu liekumi tika veiksmīgi izmantoti, lai noteiktu bojājumu/atslāņošanās vietu un izmērus.
2. Izstrādāts cietu putuplastu bīdes deformēšanas paņēmieni un iekārta, bīdes pārvietošanas noteikšanas paņēmieni un ierīce un to pielietojums citu porainu materiālu bīdes īpašību noteikšanai: 20.07.2008. Latvijas patents LV 13743. Veikti ieteikumi SIA „Ritols” par siltumizolācijas putuplastu receptūru optimizāciju.
3. Izstrādāts EUREKA projekts EU-1841 EUROBOGIE "No kompozītmateriāliem izgatavots vilcienu vagonu atsperojums (III fāze)" 14.11.2007-31.07.2009 (vadītājs V.Tamužs).
4. Notika betona konstrukciju stiprināšana ar kompozītiem un piedalīšanās Eiropas celtniecības normu izstrādē (MRTN-CT-2004-512397 ("European Network for Composite Reinforcement" - EN-CORE) (2005-2009)).
5. Izgatavotas multifāzu kompozīcijas par matricas materiālu izvēloties augsta blīvuma (ABPE) un zema blīvuma (ZBPE) polietilēnu, kas satur elestomēru – etilēna-oktēna kopolimēru (EOK) un radiācijas sensibilizatorus..
6. Notika sadarbība biomehānikas jomā ar RTU Biomateriālu ZPL, RTU Būvniecības fakultāti un Rīgas Stradiņa universitātes Stomatoloģijas institūta zinātniskajiem darbiniekiem. (Starptautiskā sadarbība aktīvi turpinās ar Padovas universitāti Itālijā un Velsas Medicīnas universitāti Kardiņā, Lielbritānijā).
7. Tika veikti plaši teorētiskie un eksperimentālie pētījumi augstās stiprības un sevišķi augstās stiprības betonu fibrobetonu mehānikas jomā. Projekta rezultāti iegūti ciešā sadarbībā ar ārzemju zinātniekiem. Rezultāti tiek izmantoti uzņēmumos Latvijā (Primeks, Manass) un ārzemēs (Vinci, Soletanshe Bashy).
8. Iegūti rezultāti metālu atlikumu izmantošanai (perforēta tērauda lenta, metāla pulveri u.c. - sadarbība ar SIA „Ditton” (Daugavpils); SIA „TETA” (Rīga); Höganäs AB (Zviedrija) – (noformēti 8 patenti).

## **Galvenos pētījumu rezultātus varētu atzīmēt sekojoši:**

Izmantojot eksperimenta plānošanu, aproksimācijas metodi, galīgo elementa metodi un plātņu pašsvārstību frekvences, kuras iegūtas eksperimentālā ceļā, ir turpināta kompozīto materiālu daudzslāņu plātņu mehānisko īpašību identifikācijas algoritmu attīstīšana. Eksperimentālās plātņu pašsvārstību frekvences tika iegūtas izmantojot specializētu bez-kontakta lāzera vibrometrijas iekārtas. Dotās iekārtas atļauj mērīt pētāma objekta pašsvārstību frekvences un atbilstoši šo frekvenču svārstību modas un modu liekumus, kā arī noteikt svārstību dzišanas koeficientus. Paralēli atbilstoša skaitliskā modeļa izstrādei tika izmantotas gan izstrādātās galīgo elementu metodes programmas, gan arī komerciālās aprēķinu programmas. Izmantojot skaitliskā modeļa un eksperimenta datu salīdzināšanai speciālā veidā konstruētus identifikācijas funkcionālus, tika identificētas materiālu mehāniskās īpašības. Pētīts atslāņošanās un bojājumu iespaids uz kompozīto materiālu un konstrukciju dinamiskiem parametriem. Bojājums, kā lokālā stinguma samazinājums konstrukcijā, izraisītu izmaiņas tādos konstrukcijas svārstību raksturlielumos kā svārstību frekvences, svārstību formas un svārstību dzišana. Šīs izmaiņas svārstību raksturlielumos var tik izmantotas bojājumu noteikšanai. Identifikācijas metodes izstrādei tika izmantotas gan alumīnija, gan arī kompozītmateriāla sijas un plātnes. Eksperimentālās plātņu pašsvārstību frekvences un atbilstošās šo frekvenču svārstību modas un modu liekumi tika iegūti, izmantojot bez-kontakta lāzera vibrometrijas iekārtas - ISI-SYS lāzera vibrogrāfs un POLYTEC lāzera vibrometrs. Iegūtie pašsvārstību formu liekumi tika veiksmīgi izmantoti, lai noteiktu bojājumu/ atslāņošanās vietu un izmēru. Lai noteiktu bojājuma raksturlielumu tika izmantota eksperimentu plānošana, aproksimācijas metode un galīgo elementu metode. Eksperimentāli iegūtās plātņu pašsvārstību frekvences, konstruējot atbilstošus identifikācijas funkcionālus, tika salīdzinātas ar skaitliski, izveidojot paraugam atbilstošu galīgo elementu modeli, iegūtajām plātņu pašsvārstību frekvencēm. Minimizējot šos funkcionālus tika iegūts bojājumu/ atslāņošanās raksturlielums. Attiecīgi, zinot bojājumu vietu, izmērus un raksturlielumus, ir iespējams novērtēt esošo konstrukciju drošumu un stiprības rezervi. Veikti pētījumi daudzslāņu plātņu un čaulu dinamikas jomā, ievērojot svārstību dzišanu. Lai varētu identificēt kompozīta materiālu dinamiskās īpašības, vispirms nepieciešams izstrādāt metodes, kuras atļautu modelēt šo plātņu/čaulu dinamiku, ievērojot svārstību dzišanu materiālā. Šim nolūkam iepriekšējos gados tika izstrādāti gan daudzslāņu galīgie elementi, gan algoritmi un metodes, ar kuru palīdzību tiek modelētas šo konstrukciju pašsvārstības frekvences, ievērojot svārstību dzišanu kompozīta materiālā. Dotajā atskaites periodā tika veikti pētījumi svārstību dzišanas koeficienta eksperimentālai iegūšanai, izmantojot eksperimentālās zinātniskās iekārtas ISI-SYS lāzera vibrogrāfu virsmas skanēšanai dinamisko eksperimentu laikā un POLYTEC lāzera vibrometru konstrukciju atsevišķo punktu skanēšanai. Sekojoši, izmantojot skaitliskās simulācijas, tiks izstrādāta skaitliski-eksperimentāla metode kompozītmateriālu un konstrukciju dinamiskos īpašību identifikācijai, izmantojot svārstību dzišanas koeficientus. Nozīmīgi pētījumi veikti ribotu daudzslāņu plātņu un čaulu modelēšanā, projektēšanā un optimizācijā. Pētījumu rezultātā tika turpināts pilnveidot metodes un aprēķinu programmas, kuras balstās uz eksperimentu plānošanas metodi un aproksimācijas tehniku. Tās sekmīgi tika pielietotas ribotu daudzslāņu paneļu/konstrukciju projektēšanā. Izstrādātās programmas un metodes tika ņemtas par pamatu atslāņošanās un bojājumu identifikācijai. (R. Rikards). Izstrādātā ierīce un paņēmieni ļauj izmērīt tīrās bīdes deformāciju ar lielu precizitāti. Bīdes pārvietojuma noteikšanai tieši uz porainā parauga izmanto tenzometrisko deformāciju mērītāju



(ekstenzometru; piem. MTS Model 632.11C-20 tipa), kuru attiecībā pret paraugu, kas ir ielīmēts starp divām turētājplāksnēm, izvietojot tā, ka mērkāju ar pagarinātājiem kustības plakne ir paralēla parauga bīdes deformācijas plaknei ZOY. Iesmidzināšana būvelementu spraugās un plaisās, lai nodrošinātu termisko izolāciju, ir plaši izmantots poliuretānu u.c. putuplastu pielietojums. Šajos apstākļos putuplasti uzņem zināmu daļu no bīdes slodzēm, kas rodas ekspluatācijas gaitā, tādējādi nodrošinot minēto būvelementu ilglaicību un viengabalainību. Bīdes deformācijas apstākļi veidojas arī slāņainajos sendviča tipa būvelementos, kur putuplasti tiek izmantoti kā pildmateriāls. Iegūtie eksperimentālie rezultāti tika salīdzināti ar pieejamajiem citu autoru datiem un iegūta laba sakritība. Darba zonā noteiktie elastības moduļi izrādījās par apmēram 25-30% lielāki kā citu autoru noteiktie bīdes moduļi. Tie gan vairumā bija noteikti izotropām putām, jo pētījumu par anizotropu putuplastu bīdes īpašībām ir ļoti mazs. Veikti ieteikumi SIA „Ritols” par siltumizolācijas putuplastu receptūru optimizāciju.

(I.Beverte).

Atskaites periodā ir iesākts darbs pie deformatīvo īpašību aprakstīšanas un prognozēšanas nanokompozītiem, kas sastāv no izotropas matricas un pildvielas – sīkām plāksnīšu veida nanodaļiņām. Nanodaļiņas ir patvaļīgi izkliedētas matricā, un to ģeometrisku formu var aprakstīt ar saplacinātu rotācijas elipsoīdu. Uzdevums ir prognozēt šāda kompozīta elastības īpašības, ja ir zināmas tā sastāvdaļu elastības konstantes, kā arī nanodaļiņu ģeometriskie izmēri, koncentrācija un telpisko orientāciju sadalījuma funkcija. Kā pirmais tika aplūkots gadījums, kad visas plāksnītes ir orientētas vienā virzienā, t.i., tās ir izvietotas komplanāri. Tad kompozītu var uzskatīt par transversāli izotropu. Aprēķinos tika lietotas sakarības, kas izvestas ar Ešelbi metodes palīdzību. Iegūtie rezultāti tika salīdzināti ar eksperimentu datiem, kas atrasti nanokompozītam ar pilnīgi eksfoliētām nemodificēta montmorilonīta nanodaļiņām. Ir izanalizēta ietekme, kādu uz kompozīta elastības konstantēm atstāj nanodaļiņu anizotropija un attiecība starp šo daļiņu un matricas elastības moduļiem. Pētījuma rezultāti ir atspoguļoti zinātniskā rakstā, kas publicēts žurnāla „Механика композитных материалов” (No. 4, 2008.g.). (A. Lagzdīns).

Projektā "Kompozītmateriālu bojājumu mehānikas pētījumi" (05.1664) galvenie pētījumi veikti sekojošos virzienos: Austu kompozītmateriālu pretestība cikliskai slodzei. Bojājumu akumulācija materiālā atkarībā no slodzes virziena un asimetrijas. Betona konstrukciju pastiprināšana un rehabilitācija pielietojot kompozītus. Ar kompozītiem aptītu betona kolonnu mehānisko īpašību noteikšana. Kompozītu izmantošana transportā (atsperojumā un enerģijas uzkrāšanas iekārtās, sadarbībā ar projektiem Eureka, Eurobogie, TRUS). Jauna veida komplicētu kompozītu detaļu veidošana, izmantojot daļēji nocietinātus mikroplastus (sadarbībā ar EK 6.ietvara programmas projektu PreCarBi). (V. Tamužs).

Izgatavotas multifāzu kompozīcijas par matricas materiālu izvēloties augsta blīvuma (ABPE) un zema blīvuma (ZBPE) polietilēnu, kas satur elestomēru – etilēna-oktēna kopolimēru (EOK) un radiācijas sensibilizatorus (malimīdi, šķidro kristālu polimēri vai to aizvietotāji); veiktas nemodificētu un ar  $\gamma$ -starojumu apstarotu paraugu mehāniskās pārbaudes un novērtēti maisījumu sastāvi, kā arī noteikta starojuma absorbētās dozas ietekme uz izgatavoto materiālu stiprības un deformācijas īpašību raksturlielumiem; veiktas iepriekš orientētu ( $\epsilon = 100\%$ ) radiācijas modificētu multifāzu kompozīciju paraugu termomehāniskās pārbaudes izometriskās karsēšanas un turpmākas dzesēšanas apstākļos, lai noteiktu termorelaksācijas spriegumus ( $\sigma_{rel}$ ) un paliekošos nosēdspriegumus ( $\sigma_{nos}$ ). novērtētas iespējas norādītos materiālus

izmantot termonosēdizstrādājumu izgatavošanai; noteiktas magnētiskā lauka indukcijas vērtības, kad sākas deformatīvo vai citu īpašību izmaiņas izvēlētajos polimērmateriālos (ABPE, polietilēnterftalāts, polikarbonāts) (V. Kaļķis).

Projekta izpildes gaitā sadarbība realizējās ar RTU Biomateriālu ZPL, RTU Būvniecības fakultātes un Rīgas Stradiņa universitātes Stomatoloģijas institūta zinātniskajiem darbiniekiem. Starptautiskā sadarbība aktīvi turpinās ar Padovas universitāti Itālijā un Velsas Medicīnas universitāti Kardiņā, Lielbritānijā.

Izveidotie implantmateriāli ir spējīgi ne vien izveidot saiti ar kaulaudiem, bet šī saite laika gaitā spēj atjaunoties; sekojoši izveidoto materiālu izmantošana var uzlabot dzīves kvalitāti medicīniskajiem un veterinārajiem pacientiem kā ar iedzimtiem, tā arī ar iegūtiem kaulaudu defektiem. Projektā pilnā apmērā ir sasniegti plānotie mērķi un uzdevumi. Projekta galvenā teorētiskā vērtība bija saistīta ar biomehānikas un biomateriālu zinātņu nozaru tālāku attīstību, dziļāk izprotot dabas veidoto cieto bioloģisko audu uzvedību sarežģītos fizioloģiski svarīgos slogojuma režīmos. Projekta praktiskais pielietojums ir būtisks gan biomateriālu tehnoloģijā, veidojot jaunus kaulaudu implantmateriālus, gan rekonstruktīvajā ķirurģijā, nodrošinot labu dabisko kaulaudu un to aizvietotājmateriālu biomehānisko saderību. Šī pētījuma rezultāti sniedz jaunu priekšstatu gan par aizvietotājmateriālu (implantmateriālu) specifisko uzvedību ciklisko slodžu ietekmē. Pētījuma rezultāti būs bāze jaunu biomateriālu tehnoloģisko procesu pilnveidošanai, lai sasniegtu teicamu dabisko kaulaudu un to aizvietotājmateriālu biomehānisko saderību. (I. Knēts).

Tika izstrādāti makroskopisko sistēmu analīzes, optimizācijas un vadības sintēzes principi, un aprēķini, kuri palīdzēja radīt jaunas ātrgaitas dinamiskas sistēmas ar nelielu enerģijas patēriņu, tai skaitā, iespējas arī radīt iekārtas, kuras ražotu enerģiju no objektu nelietderīgām vibrācijām un triecieniem. Projekta tematika bija saistīta ar RTU iespējamo piedalīšanos Eiropas 7. ietvara programmā kopā ar Igaunijas, Francijas, Itālijas un Anglijas zinātniekiem. Tā rezultātā noslēgts ES projekts „Filose”. (J. Vība).

Augstās stiprības betonu un fibrobetonu mehānikas izpētes jomā veikti plaši teorētiskie un eksperimentālie pētījumi augstās stiprības un sevišķi augstās stiprības betonu fibrobetonu mehānikā. Tika pētīta šķiedru mikromehānika betonā. Izmantotas dažāda veida Dramix un Tabix šķiedras. Veikti pull-out testi ar stikla un karbona šķiedrām. Veikta plaša datormodelēšana (izmantojot ANSYS GEM paketi) stikla šķiedru izraušanas dinamikai no betona matricas (izmantojot parastos un kontakta GEM elementus). Sasniegta betona spiedes stiprība 170MPa. Projekta rezultāti iegūti ciešā sadarbībā ar ārzemju zinātniekiem. Rezultāti tiek izmantoti uzņēmumos Latvijā (Primeks, Manass) un ārzemēs (Vinci, Soletanshe Bashy). (A. Krasņikovs).

Pārklājumu integritātes pētījumi notika sadarbībā ar EK 6. ietvara programmas Integrētā projekta FlexiDis (IST-004354) dalībniekiem, t.sk. ar Šveices Federālās Tehniskās Universitātes Kompozītu un polimēru tehnoloģijas laboratoriju. Turpinājās sadarbība kompozītu un dabisko šķiedru stiprības pētīšanā ar Lulea Universitātes Division of Polymer Engineering.

Dabisko šķiedru un kompozītu mehānika. Izstrādāts šķiedras stiprības varbūtisks modelis, kas ļauj ietvert mehānisko defektu veidošanās varbūtību, šķiedras elementa ar defektu stiprības sadalījumu un mehāniski neskartu šķiedras elementu stiprības sadalījumu šķiedrām. Konstatēts, ka izstrādātais modelis ļauj precīzāk aprakstīt šķiedras stiprības sadalījuma atkarību no tās garuma nekā modificētais. (J. Kirilova).

Turpinājās sadarbība ar Eiropas firmu un zinātnisko centru Eiropas Komisijas 7. lētvara programmas projektā: Aircraft Integrated Structural Health Assessment II (AISHA-II)" (2008-2011):

- helikopteru un lidmašīnu būves kompāniju EUROCOPTER (France), METALogic (Belgium), Katholieke Universiteit Leuven (Belgium), CEDRAT Technologies (France), CTA un TGA (Spain), Vācijas Aerokosmisko pētījumu centru DLR.

Projekta izpildes gaitā turpinājās zinātniskā sadarbība ar Nacionālās Aviācijas Universitātes Inženieru un Tehnikas Centru (Kijevas, Ukrainā), Metālzinības katedru Politehnikā (Kielce, Polija), Viļņas Tehniskās Universitātes Aviācijas Institutu (Lietuvā), ar Rīgas SIA AVIATEST.

Tika risināts uzdevums par pjezokeramisko pārveidotāju aizsardzību no sagrūšanas ar funkcionēšanas spējas zaudēšanu mehānisko slodžu ietekmē. Izstrādāta attiecīgā tehnoloģija, kuras lietderība tika apstiprināta ar eksperimentu (I. Pavelko).

Tika aizsākti un sekmīgi attīstīti pētījumi, lai novērtētu dinamisko efektu ietekmi uz kompozīto materiālu konstrukcijas nestspēju. No kompozītiem materiāliem ražotām konstrukcijām zaudējot stabilitāti (noturību) materiāla stiprība paliek pietiekoša, lai izturētu proporcionāli augstākas slodzes (K. Kalniņš).

Veikta Latvijas uzņēmumu metālu lietišķo atlikumu izpēte un priekšlikumu izstrāde būvkonstrukciju izveidošanai izmantojot metālu lietišķos atlikumus.

Kopumā par tēmu iegūti 8 Latvijas Patenti un noformēts viens jauns priekšlikums patentēšanai. (V. Mironovs).

### **Mašīnbūve apakšnozare**

*Apakšnozares nozīmīgākie sasniegumi, sadarbība ar ražotājiem, sadarbība ar reģioniem un ārvalstīm, svarīgākie izgudrojumi.*

1. Izstrādāts kokapstrādes procesa dinamiskais modelis, kas ievēro arī ekspluatācijas noteikumus.. Strādājot ar sarežģīta veida instrumentiem vairākas reizes var palielināt darba ražību. Notika eksperimentālā un praktiskā sadarbībā ar instrumentu ražotājfirmu Gühring, SIA KASHIRKIN" un akciju sabiedrību "Bolderāja"
2. Veikta pasažieru vagonu nesošās daļas pastiprinošo elementu optimizācija (sadarbībā ar SIA BTC).
3. Izpētītā un pierādītā pasīvu Lamba viļņu spektrālā struktūra maza ātruma triecienā, kā arī signālu spektrālās struktūras izmaiņas plaisas veida bojājumu klātbūtnē (sadarbība ar Beļģijas, Francijas, Spānijas un Vācijas pētniekiem starptautiska projekta AISHA ietvaros).
4. Izpētīta materiālu noguruma plaisu pieaugums lidaparātu konstrukcijās (piemēram, lidaparāta spārnos, fizelāžā) un to elementos (piemēram, eleronos, stringeros, aizspārņos un citos).

### **2008.g. bija veikti sekojoši darbi:**

Metināšanas procesa pētījuma rezultātiem ir zinātniskā nozīmība jo pirmoreiz izstrādāta un piedāvāta oriģināla metode un iekārta metināto savienojumu kvalitātes

automātiskai kontrolei pie kondensatoru punktveida mikrometināšanas, kurai pamatā ir saspiesto ar darba slodzi  $F_{sasp}$  metināto detaļu starpelektrodu pretestības  $R_{ee}$  lieluma mērīšana un izmaiņu rakstura analīze trijos laika intervālos. Projekta rezultātiem ir arī praktiskā nozīmība: kontaktmikrometināšanas procesa tehnoloģisko parametru optimizācijas rezultātā ir noteikti metināšanas režīmi, kuri nodrošina savienojumu augstas kvalitātes stabilitāti – izturība ir vienāda vai ir tuva sametinātu vadu vai plākšņu izturībai. (A. Fiļipovs)

Izprojektēti principiāli jauni, universālie individuālie transporta līdzekļi ar kombinēto piedziņu (elektrisko un muskuļu). Kombinētā piedziņa nozīmē optimālu elektriskās (ekotehniskās) un muskuļu (biotehniskās) piedziņas apvienošanas iespēju. Pēdējais apstākļi neatkarīgi no ekoloģiskās drošības apzināšanās ir fiziska cilvēka organisms (A. Urbahs).

Dziļāk izpētīts projektēšanas optimizācijas uzdevums. Tika noskaidrots, ka automātiski ģenerējamās iekārtas shēmas kvalitāte (*validity* – pamatotība) tieši atkarīga no artefaktu savienojumu punktu izmantošanas koeficienta. Tika formulēti artefaktu mezglu punktu un starpmezglu koordinācijas kritēriji un izvesta risinājumu kvalitātes novērtēšanas vispārēja formula (*fitness function*), kas tiek izmantota ģenētiskās programmēšanas algoritmā. Modelēšanas eksperimentos tika izmantota *GPLAB toolbox* tipveida programma, kas atrodama *MatLab* paketes pēdējā versijā.

(E. Napalkovs)

Pārskata periodā veikti darbi detaļu nodiluma daļiņu atdalīšanās procesa teorētiskā modeļa izveidē, ievērojot eļļas slāņa ietekmi, un nodiluma daļiņu formas un izmēru analīze. Lai veiktu uzdoto darbu, tika izveidots berzes pāris: vārpsta – pusgredzens, kuri tika pakļauti dilumam. Vārpsta: ķets C421-14, pusgredzenam: tērauds 12XH3A. Eksperimenti notika uz virpas TBIII-3 10 etapos, kuru kopējais ilgums sastādīja 40 stundas. Pēc katra etapa tika mērīta vārpstas ģeometrija un 25 punktos noteikts dilums, kā arī savākti dati par nodiluma daļiņām. Daļiņu izmēri tika noteikti uz instrumentālā mikroskopa МИМ-8. Izmērīts tika maksimālais un minimālais daļiņas izmērs un izveidots daļiņu izmēra sadalījuma likums. Dotais eksperiments deva iespēju pārbaudīt diluma teorētisko modeli. (J. Rudzītis).

Izstrādāts kokapstrādes procesa dinamiskais modelis, kas ievēro arī ekspluatācijas noteikumus. Lai uzlabotu apstrādes kvalitāti un samazinātu enerģijas patēriņu, piemēroti palielināti skaidleņķi un samazināti ķīļleņķi. Strādājot ar sarežģīta veida instrumentiem vairākas reizes var palielināt darba ražību. Izmantojot sarežģītu kokapstrādes instrumentu projektēšanu, eksperimentālā un praktiskā sadarbībā ar instrumentu ražotājfirmu Gühring, SIA KASHIRKIN” un akciju sabiedrību "Bolderāja" tika pārbaudīti kokapstrādes procesa analītiskie risinājumi. (R. Dorošenko).

Izstrādāta analītiska metode spriegumu un deformāciju stāvokļa analīzei apaļos pultrūdētos kompozītmateriāla stieņos vienass stiepē, ņemot vērā ārējās slodzes pārneses īpatnības pa stieņu virsmu mašīnas žokļu zonā. Spriegumu lielumu iegūtā atrisinājuma singulārajos punktos piedāvāts novērtēt ar vidējiem spriegumiem, kas darbojas stieņa virsmas tuvumā. Veiktā parametriskā skaitliskā analīze parāda, kā iespējams samazināt esošās spriegumu koncentrācijas un palielināt apaļo pultrūdēto stieņu nestspēju stiepē. (G. Portnovs).

Veikta pasažieru vagonu nesošās daļas pastiprinošo elementu optimizācija, (A. Boiko, J. Auziņš, sadarbībā ar SIA BTC). Inversās metamodelēšanas metodika pielietota slāņota stiegrota kompozīta konstrukciju bojājumu identifikācijā. Veikta daļēja betona vibrotrīcienformēšanas procesa parametriskā identifikācija, apstrādājot IZM projektos Nr. R7236 un Nr. R7325 iegūtos eksperimentālos rezultātus (J. Auziņš)..

Izpētīti reti atraktori (RA): reto nelineārās dinamikas parādību teorija un tas pielietojums mašīnbūvē. Uz pētījumu bāzes noorganizēta starptautiska konference Jūrmalā. ( M.Zakrževiskis).

Izpētītā un pierādītā pasīvu Lamba viļņu spektrālā struktūra maza ātruma triecienā, kā arī signālu spektrālās struktūras izmaiņa plaisas veida bojājumu klātbūtnē. Dabūti un apkopot arī sākotnēji zinātniskie rezultāti par plātnes virsmas dinamisku reakciju, sarežģītās struktūras impulsa darbības rezultātā. Eksperimentālie rezultāti par Lamba viļņu sākotnējo fāzi un no koncentrēta avota izplatīšanas īpašībām teorētiski izanalizēti, izmantojot Lamba viļņu vispārēju teoriju. (V. Pavelko).

Materiālu nogurums ir viena no svarīgākajām lidaparātu konstrukcijas problēmām, jo lidaparātu konstrukcijas elementi regulāri iztur gadījuma rakstura dinamiskās slodzes. Materiālu noguruma plaisu pieauguma analīze ir viens svarīgākajiem uzdevumiem, kas jāatrisina projektējot noguruma jutīgas lidaparātu konstrukcijas (piemēram, lidaparāta spārnus, fizelāžas) un to elementus (piemēram, eleronus, stringerus, aizspārnus un citus) un prognozējot to darbības terminus. Attēlā 1. parādīta lidmašīnas B727 konstrukcijas elementa noguruma plaisa (lidmašīna ražota 1981.gadā, kopējās lidojuma stundas nav uzrādītas, lidojuma cikls – 39523). (N. Nečvaļs).

## Enerģētika

*Apakšnozares nozīmīgākie sasniegumi, sadarbība ar ražotājiem, sadarbība ar reģioniem un ārvalstīm, svarīgākie izgudrojumi.*

1. Sintezētas maiņstrāvas elektrisko mašīnu pārejas un stacionāro procesu matemātiskās modelēšanas jautājumi daudzmašīnu sistēmām. Iegūti pēdējos divos gados 5 patenti:

Dirba J., Kamoliņš E., Levins N., Pugačevs V., Serebrjakovs A. Reaktīvais ģenerators ar papildu magnetizēšanu Patents LV Nr.P-07-47 no 26.04.2007.g.;

Dirba J., Daškova J., Ketners K., Levins N., Pugačevs V., Serebrjakovs A. Induktorģenerators ar pastāvīgā magnēta ierosmi Patents LV Nr.P-07-57 no 18.05.2007.g.;

J.Dirba, J.Daškova-Golovkina, K.Ketners, N.Levins, V.Pugačevs. Sinhronās mašīnas rotors ar pastāvīgajiem magnētiem. Patenta LV pieteikuma Nr. P – 07 – 117 no 10.10.2007.g.;

J.Dirba, K.Ketners, E.Kamoliņš, N.Levins, V.Pugačevs. Reaktīvas ģenerators ar uzmagnetizēšanu. Patenta LV pieteikuma Nr. P – 07 – 133 no 21.11.2007.g.;

J. Dirba, K.Ketners, N.Levins, S.Vītoļiņa, V.Pugačevs. Transformatora enerģijas zudumu mērītājs. Patenta LV pieteikuma Nr. P – 08 – 53 no 08.04.2008.g.

2. Uzstādītas sistēmas PV bateriju testēšanai: autonoma saules PV elementu testēšanas sistēma (MEPS) un kvaziautonoma PV elementu testēšanas sistēma (QUESPS).

3. Izpētīts Saules ciklu iespaids uz Zemes klimata izmaiņu, kas liecina par to, ka temperatūras paaugstināšanos lielā mērā iespaido Saules intensitātes izmaiņas tūkstošgadu cikls.

4. Attīstīti un izvērsti pētījumi par jaunu, ekoloģiski drošu, biodegradablu, daudzkomponentu polimērsistēmu izveidošanu ar plašā diapazonā regulējamu izveidoto biokompozītu funkcionalitāti (biosaderību, fizikāli ķīmiskām, termiskām un deformatīvām īpašībām, biosadalīšanos).

Veikta mikrokoģenerācijas iekārtas modelēšanas stenda, ar frekvenču vadāmo piedziņu un pastāvīgo magnētu ierosmes sinhrono ģeneratoru, eksperimentālie pētījumi un datu apstrāde. Pabeigti ražošanas pētījumi par notekūdeņu aerācijas tvirtnes un regulējamās gaisa padeves iekārtas bioenerģētiskajiem procesiem un to optimizācijas iespējām, kā arī veikti notekūdeņu attīrīšanas inženiersistēmas energoefektivitātes uzlabošanas scenāriju energoekonomiskā analīze. (A. Šnīders). Izstrādātas elektrisko tīklu optimizācijas liberalizēta elektroenerģijas tirgus apstākļos koncepcijas pamattēzes, izstrādāts un datorsalikumā izdots koncepcijas detalizēts apraksts. (Z. Krišāns).

Sistematizētas un apkopotas lieljaudas transformatoru konstrukcijas, ekspluatācijas un remonta īpatnības, ka arī modernās diagnostikas jautājumi. Analizēti maiņstrāvas elektrisko mašīnu pārejas procesu matemātiskās modelēšanas jautājumi daudzmašīnu sistēmām; izstrādāta bezkontakta ventiļdzinēju ar pastāvīgiem magnētiem regulēšanas likumu aprēķinu un optimizācijas metodika;. Iegūti 5 patenti (J. Dirba).

Uzstādītas divas sistēmas PV bateriju testēšanai: autonoma saules PV elementu testēšanas sistēma (MEPS) un kvaziautonoma PV elementu testēšanas sistēma (QUESPS). Ar sistēmas palīdzību var noteikt PV parametrus: maksimālo spriegumu, minimālo spriegumu, lādēšanas strāvu, izlādes strāvu, enerģiju, kura uzkrāta no saules moduļiem, enerģiju, kas patērēta darbinot slodzi. Tika veikti pētījumi kopējai saules kolektoru un saules bateriju izmantošanai, lai samazināt vai izvairītos no elektroenerģijas patēriņa no tīkla. Saules iekārtu ūdens sildīšanai galvenās sastāvdaļas ir kolektors, akumulators, savienojošās caurules, armatūra. Atkarībā no konstrukcijas komplekts var tik papildināts ar siltummaini, papildus siltuma avotu, cirkulācijas sūkni. Eksperimentā cirkulācijas sūkņa barošanas avots bija saules baterijas (PV), tās lielums tiks aprēķināts pēc sūkņa izvēles. Veikti eksperimentālie pētījumi laboratorijas apstākļos šādai sistēmai. Veicot eksperimentus secināts, ka Latvijas klimatiskajos apstākļos ūdens sildīšanas iekārtās ar saules enerģiju, kas darbojas visu gadu, kolektora kontūrā kā siltumnesēju var izmantot tikai antifrīzu. Tas izslēdz siltumnesēja sasaldēšanas iespēju. (P. Šipkovs).

Pētījuma rezultāti parādīja, ka esošā atbalsta forma nesniedz būtiskas priekšrocības izvēlēties dabasgāzes vai koksnes kurināmo, līdz ar to šo izvēli nosaka citi konkrētajā situācijā pastāvošie nosacījumi. Tomēr no atjaunojamo resursu paplašinātas izmantošanas skatījuma būtisks ir rezultāts, ka 2008.gadā esošā elektrības iepirkuma tarifa attiecības gāzes/koksnes elektrībai nedeva koksnes izmantošanai koģenerācijas režīmā priekšrocības, kas pasvītro nepieciešamību palielināt atbalstu koksnes koģenerācijas elektrībai, izvirzot mērķi sasniegt ES noteikto mērķi (40% atjaunojamo resursu gala patēriņā 2020.gadā). (V.Zēbergs).

Izpētīts Saules ciklu iespaids uz Zemes klimata izmaiņu, kas liecina par to, ka temperatūras paaugstināšanos lielā mērā iespaido Saules intensitātes izmaiņas tūkstošgadu cikls. (J. Barkāns).

Attīstīti un izvērsti pētījumi par jaunu, ekoloģiski drošu, biodegradablu, daudzkomponentu polimērsistēmu izveidošanu ar plašā diapazonā regulējamu izveidoto biokompozītu funkcionalitāti (biosaderību, fizikāli ķīmiskām, termiskām un deformatīvām īpašībām, biosadalīšanos). Veikta iekārtas AGNA-110 izgatavošana un pārbaude Latvenergo objektā, pārbaudīta avārijas procesu modelēšana energosistēmās ar izkliedētiem ģenerācijas avotiem un iekārta AGNA: uzstādīta Latvenergo 110 kV apakšstacijā. (A. Sauhats).

## Tehnoloģijas zinātnes

*Apakšnozares nozīmīgākie sasniegumi, sadarbība ar ražotājiem, sadarbība ar reģioniem un ārvalstīm, svarīgākie izgudrojumi.*

1. Sadarbībā ar LU MBI attīstīti pētījumi par bionoārdāmu elastīgu plēvju izveidošanu no PHB dabisko granulu koloidālas ūdens suspensijas (lateksa).
2. Turpināta Latvijas vēsturiskā kultūras mantojuma un ēku koka konstrukciju apsekošana un ekspertīze, izvērtējot koksnes bioloģiskos bojājumus un izstrādājot rekomendācijas objektu sanācijai un saglabāšanai.
3. Atskaites periodā tika iegūta stikla keramika no stikla pulveriem – izejvielām, kuru šihtas ir vienāda sastāva, bet kausējumi iegūti dažādās krāsniēs un atšķirīgos laikos. Kopā izpētīti 11 stikla pulveri, no kuriem 1 – 7 bija amorfa rakstura un 8 – 11 kristāliska rakstura. Pēc šo pulveru izpētes stikla keramikas ieguvei izmantoja 6, 7 un 10 stikla pulveri.
4. Atskaites periodā veikti pētījumi par dažādu vērtīgu produktu iegūšanu no Latvijā audzēto augu eļļām. Pētījumu mērķis bija augu eļļu oksidatīvās stabilitātes uzlabošana ar dabīgajiem antioksidantiem, augu eļļu sintētisko transformāciju iespēju izpēte, kā arī biodīzeļa un biodegradējama zīežvielu ieguves tehnoloģiju pilnveide.
5. Visbiežāk mikroorganismu augšanas limitējošais ir organiskais ogleklis, bet ūdens attīrīšana no šī elementa ir dārga, īpaši ja ūdens satur augstu dabisko organisko koncentrāciju. Mērķis bija noskaidrot vai ūdeni padziļināti attīrot no fosfora var samazināt vai pilnīgi apturēt mikroorganismu vairošanos ūdenī. Projektā tika piedāvāta principiāla jauna ūdens sagatavošanas metode.

### **Galvenos pētījumu rezultātus varētu atzīmēt sekojoši:**

Sadarbībā ar LU MBI attīstīti pētījumi par bionoārdāmu elastīgu plēvju izveidošanu no PHB dabisko granulu koloidālas ūdens suspensijas (lateksa). Noskaidrots, ka PHB lateksa plēvju veidojošās īpašības būtiski ietekmē lateksa koncentrācija (optimālā 150 ... 170g/l), šķīdinātāja iztvaicēšanas temperatūra (17 ... 19°C) un ūdenī šķīstošu polimēru, piem., polivinilspirta (PVS) un plastifikatoru (glicerīns, rapšu eļļas ražošanas blakusprodukti, polietilēnglikoli) klātbūtne. PHB lateksa atšķaidīšanai var izmantot arī fermentācijas kultūršķīdumu (beztlikumu tehnoloģija). Eksperimentāli noteiktas komponentu savstarpējās attiecības un saturs plēvju deformatīvo īpašību nodrošināšanai. (M. Kalniņš).



Uzsākti aktīvo ogļu ieguves eksperimenti, tālāk paredzēta procesa parametru optimizācija.

Turpināta Latvijas vēsturiskā kultūras mantojuma un ēku koka konstrukciju apsekošana un ekspertīze, izvērtējot koksnes bioloģiskos bojājumus un izstrādājot rekomendācijas objektu sanācijai un saglabāšanai. Vairākkārt apmeklēta Liepājas ev.-lut. Sv.Trīsvienības baznīca, monitorēti koksngraužu bojājumi, izstrādātas rekomendācijas plašu īstās mājas sēnes (branta) bojājumu apkarošanai, ņemta dalība koksngraužu apkarošanas pasākumā visā ēkā, izmantojot gāzēšanas metodi. (B. Andersons).

Izstrādāti jaunas PU klases materiāli, piemēram, cietie putupoliuretāni, pārklājumi ar ļoti augstu hidrofobitāti, zemu virsmas brīvo enerģiju. Papildus PU sastāvā ievadot viegli sadalāmu oligomēru blokus, iegūti arī biodegradabli PU ar regulējamu hidrofilo/hidrofobo bilanci, ar nepieciešamo bioloģiskās noārdīšanās laiku (no dažām nedēļām līdz dažiem gadiem). Iegūtās likumsakarības paver iespējas mērķtiecīgi regulēt no atjaunojamām izejvielām iegūtu PU materiālu īpašības, kā arī piešķirt tiem jaunas noderīgas īpašības. (U. Stirna).

Iegūti rezultāti polimero produktu izmantosanai ceļa segumu atputekļošanai un gaisa piesārņošanas samazināšanai. (G. Šulga).

Atskaites periodā tika iegūta stikla keramika no stikla pulveriem – izejvielām, kuru šihitas ir vienāda sastāva, bet kausējumi iegūti dažādās krāsīs un atšķirīgos laikos. Kopā izpētīti 11 stikla pulveri, no kuriem 1 – 7 bija amorfa rakstura un 8 – 11 kristāliska rakstura. Pēc šo pulveru izpētes stikla keramikas ieguvei izmantoja 6, 7 un 10 stikla pulveri. No šiem stikla pulveriem stikla keramika tika sintezēta 6 un 7 sastāvam pie temperatūrām 650°C, 700°C, 760°C, 800°C, bet 10 sastāvam pie 950°C, 1000°C, 1005°C, 1015°C un 1030°C. No šīm 9 stikla keramikām tika sagatavotas 9 paraugu sērijas ar dažādu virsmas struktūru. Paraugu virsmas struktūra izpētīta, raksturota un paraugi tālāk sagatavoti šūnu pētījumiem uz šo paraugu virsmas. (L. Bērziņa-Cimdiņa).

Atskaites periodā veikti pētījumi par dažādu vērtīgu produktu iegūšanu no Latvijā audzēto augu eļļām. Pētījumu mērķis bija augu eļļu oksidatīvās stabilitātes uzlabošana ar dabīgajiem antioksidantiem, augu eļļu sintētisko transformāciju iespēju izpēte, kā arī biodīzeļa un biodegradējama zīvēliu ieguves tehnoloģiju pilnveide. (M. Jure).

Visbiežāk mikroorganismu augšanas limitējošais ir organiskais ogleklis, bet ūdens attīrīšana no šī elementa ir dārga, īpaši ja ūdens satur augstu dabisko organisko koncentrāciju. Šī projekta kopējais mērķis bija noskaidrot vai ūdeni padziļināti attīrot no fosfora var samazināt vai pilnīgi apturēt mikroorganismu vairošanos ūdenī. Ja pierādītos, ka tas ir iespējams, projektā tiktu piedāvāta principiāla jauna ūdens sagatavošanas metode. Projekta ceturtā gada uzdevums bija pārbaudīt vai bioplēvēs kas veidojās uz virsmām var notikt fosfora recirkulācija un izstrādāt matemātisku modeli kas apraksta šo procesu. Trešajā gadā veiktos laboratorijas pētījumus turpinājām lauka apstākļos ievācot ūdens paraugus no ūdens apgādes sistēmās kurā fosfors ir limitējošais elements jo ūdens sagatavošanai izmanto koagulāciju, kuras rezultātā fosfors tiek efektīvi izdalīts no ūdens. Ievācām ūdens paraugus no vairāk kā

piecdesmit vietām dzeramā ūdens apgādes sistēmā, un paraugos analizējām dzīvotspējīgo mikroorganismu skaitu ar plūsmas citometru un adenozintrifosforskābes (ATF) koncentrāciju baktēriju šūnā un ārpusšūnas. Konstatēts, ka mikroorganismu skaits un tilpums korelē ar šūnu ATF koncentrāciju (skat. attēls) Salīdzinot izstrādāta modeļa rezultātus ar mērījuma rezultātiem aptirinājās laboratorijas eksperimentos novērotā parādība, ka pat ūdeņos ar ļoti zemu fosfora koncentrāciju mikroorganismi ir spējīgi to akumulēt un to augšana ir atkarīga no organisko vielu koncentrācijas. (T. Juhna).

Turpinot iepriekšējā etapā aizsākto pētījumu tematiku, projektā tika veikta daudzkomponentu polietilēntereftalāta (PET)/polipropilēna (PP)/etilēna vinilacetāta kopolimēra (EVAK) polimērkompozīta modificēšana ar kompatibilizatoru – polipropilēnam piepotētu maleīnskābes anhidrīdu (PPgMA). Tika noskaidrots, ka optimālā modifikatora koncentrācija kompozīcijā, kas vienlaicīgi nodrošina PET un PP starpfāžu adhēzijas kā savietojamības mēra palielināšanos un elastības moduļa un stiprības saglabāšanos ir 3 %. Līdz ar to projekta ietvaros tika izstrādāta šādu modifikatora daudzumu saturošas PET/PP/EVAK kompozīcijas iegūšanas tehnoloģija ar divgliemežu ekstrūderi. (M. Kalniņš)

Noteiktas iegūtās porainās keramikas sorbcijas un adhezīvās īpašības ūdens filtrēšanas procesā. Konstatēta  $\text{TiO}_2$  fotokatalītiskā ietekme filtrkeramikas sastāvā. Iegūtie rezultāti izmantoti par pamatu jauna LZP granta pieteikumam par filtru keramiku ar fotokatalītiskām īpašībām. (Visvaldis Švinka)

Sintēze balstās uz rūpniecisko oksīdu maisījumu iztvaicēšanu augstfrekvences plazmas strūklā ar sekojošu produktu atdzesēšanu. Procesā analogiski kā citās oksīdu sistēmās iegūtas nanoizmēru (40-120 nm) daļiņas, kuru lielums galvenokārt ir atkarīgs no izejvielu koncentrācijas strūklā un produktu atdzesēšanas ātruma. Daļiņām raksturīga sfēriska forma. Produktu fāžu sastāvs ir sarežģīts, rentgenogrammās līdztekus nelieliem korderīta difrakcijas maksimumiem parādās arī  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  maksimumi. Sakarā ar blakus fāžu veidošanās ( $\text{SiO}_2$ , mullīts). Var pieņemt, ka korderīta samērā zemā stabilitāte augstās temperatūrās neveicina tā veidošanos plazmas strūklā, jo atsevišķi komponenti ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ) veidojas augstākā temperatūrā nekā korderīts (<1540 °C). (Jānis Grabis).

2008. gadā pētījuma ietvaros iegūtas atsevišķas lineārā zema blīvuma polietilēna PE kompozīcijas ar viena veida termotropisko šķidro kristālu polimēru (ŠKP). ŠKP saturs kompozīcijā tika mainīts sekojoši: 0,5%; 1%; 2% un 5%.

Pētījumu procesā vienlaicīgi noskaidrota arī PE/ŠKP kompozīciju kausējuma indeksa izmaiņas pie dažādām potenciālajām iegūšanas un pārstrādes temperatūrām, kas kopumā ļāva izvēlēties kompozīcijām vispiemērotākos tehnoloģiskos režīmus. Ievērojot, ka optimāla ŠKP iemaisīšana termoplastiskajā polimēra matricā nodrošināma, ja dispersās fāzes (ŠKP) viskozitāte ir lielāka nekā dispersijas videi (PE), tika konstatēts, ka kompozīciju iegūšanas un pārstrādes temperatūrām jābūt lielākai par 285 °C, tajā pašā laikā ilglaicīgi to nepārsniedzot, lai izvairītos no matricas polimēra termodestrukcijas. Pie šādas temperatūras notiek efektīva dispersās fāzes orientēšanās un fibrilizācija. (Remo Merijs Meri).

## PĀRSKATS

LZP finansēto pētījumu projektu inženierzinātnes un datorzinātnē **galvenie zinātniskie rezultāti** 2008. gadā

### **Fundamentālo un lietišķo pētījumu projektu finansējuma saņēmēji (organizācijas):**

Rīgas Tehniskā universitāte: **79** projekti

Rīgas Tehniskās universitātes Neorganiskās ķīmijas institūts: **2** projekti

Latvijas Universitāte: **7** projekti

Latvijas Universitātes Polimēru mehānikas institūts: **10** projekti

Latvijas Universitātes Matemātikas un informātikas institūts: **6** projekti

Latvijas Universitātes Fizikas institūts: **1** projekts

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts: **1** projekts

Latvijas Lauksaimniecības universitāte: **5** projekti

Daugavpils Universitāte: **1** projekts

Fizikālās enerģētikas institūts: **12** projekti

Elektronikas un datorzinātņu institūts: **11** projekti

Latvijas Organiskās sintēzes institūts: **1** projekts

Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūts: **9** projekti

### **Fundamentālo un lietišķo pētījumu projektu skaits pa apakšnozarēm:**

1. Mehānika: **17**

2. Mašīnzinātne: **14**

3. Enerģētika: **36**

4. Datorzinātne: **44**

5. Tehnoloģijas zinātniskie pamati: **34**

**Kopā: 145**

### **Aizstāvēto (iesniegto un izstrādājamo) atbilstošās zinātņu nozarēs promocijas darbu skaits:**

1. Mehānika: 7

2. Mašīnzinātne: 3

3. Enerģētika: 26

4. Datorzinātne: 20

5. Tehnoloģijas zinātniskie pamati: 7

**Kopā: 63**

### **Publicēto (publicēto un iesniegšanai sagatavoto) atbilstošās zinātņu nozarēs zinātniskos darbu skaits (publikācijas, tēzes, monogrāfijas u.c.):**

1. Mehānika: 106

2. Mašīnzinātne: 120

3. Enerģētika: 286

4. Datorzinātne: 284

5. Tehnoloģijas zinātniskie pamati: 210

**Kopā: 1006**

### Atbilstošās zinātņu nozarēs (sanemto un iesniegto) patentu skaits:

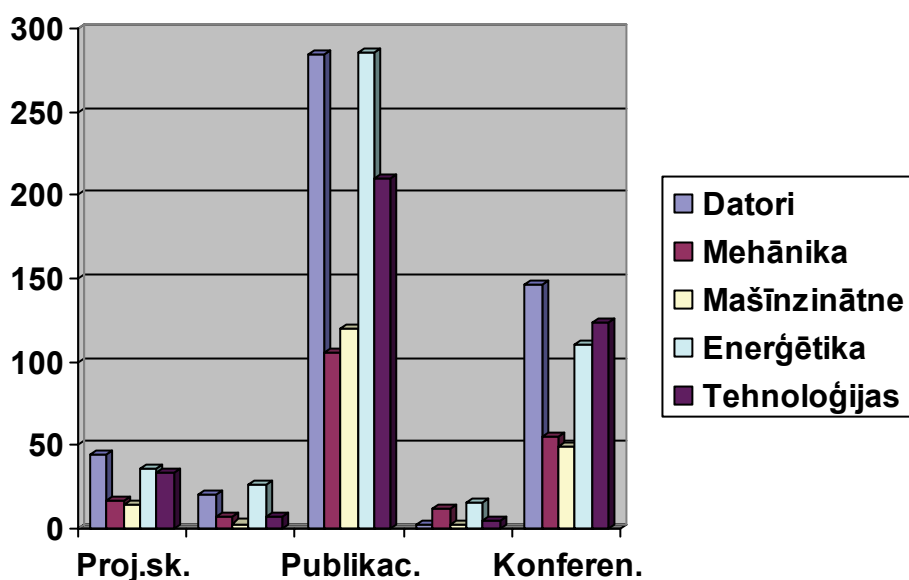
1. Mehānika: 12
2. Mašīnzinātne: 2
3. Enerģētika: 16
4. Datorzinātne: 2
5. Tehnoloģijas zinātniskie pamati: 5

**Kopā: 37**

### **Pedalīšanās zinātniskajos pasākumos (konferences, simpoziji, semināri)**

1. Mehānika: 55
2. Mašīnzinātne: 49
3. Enerģētika: 110
4. Datorzinātne: 146
5. Tehnoloģijas zinātniskie pamati: 124

**Kopā: 484**



	Proj.sk.	Promoc.d.	Publikac.	Patenti	Konferen.
Datori	44	20	284	2	146
Mehanika	17	7	106	12	55
Mašīnzināt	14	3	120	2	49
Energetika	36	26	286	16	110
Tehnoloģij	34	7	210	5	124

### **Sadarbības projekti**

1. Nr.05.0024 „VSRC pētniecisko iekārtu un zinātniski-tehniskās infrastruktūras pilnveidošana ilglaicīgai radioastronomisko novērojumu datu un satelītinformācijas iegūšanai Latvijas un starptautiskās programmās”. Projekta vadītājs J. Ekmanis.
2. Nr.06.0027 „Intelektuālā rajona tīkla un tā realizācijas pilotprojekta funkcionēšanas koncepcijas un nacionālā modeļa izstrāde uz Daugavpils Akadēmiskā parka bāzes”. Projekta vadītājs I. Kabaškins.
3. Nr.06.0028 “Programminženierijas, datoru tīklu un signālu apstrādes jaunās tehnoloģijas”. Projekta vadītājs J. Bārzdīņš.
4. Nr.06.0029 „Inovatīvi strukturāli integrēti kompozītmateriāli: dizains, iegūšanas un pārstrādes tehnoloģijas, ilgmūžība”. Projekta vadītājs M. Kalniņš.
5. Nr.06.0030 „Energijas efektivitātes paaugstināšana un atjaunojamie enerģijas resursi kā pamats Latvijas enerģijas un kurināmā apgādes drošuma paaugstināšanai un ilgtspējīgai attīstībai”. Projekta vadītājs J. Ekmanis.
6. Nr. 06.0031 „Atjaunojamo izejvielu kompleksas izmantošanas zinātniskie pamati”. Projekta vadītājs B. Andersons.

LZP „Inženierzinātņu un datorzinātnes”  
Ekspertu komisijas priekšsēdētājs

J.Vība