

## Valsts pētījumu programma Nr. 2

The logo for IMMS (Innovative Multifunctional Materials, Informatics Technologies and Signal Processing) is displayed in a stylized, 3D blue font. The letters are bold and have a slight shadow, giving them a three-dimensional appearance.

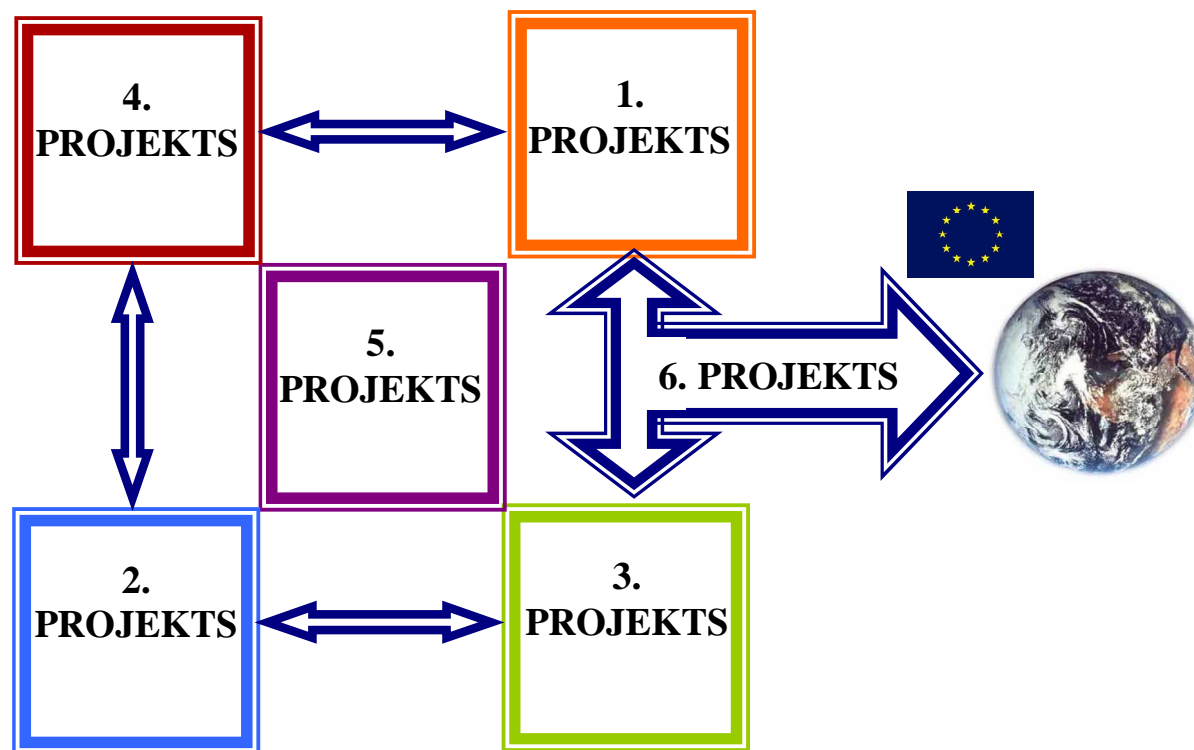
**„Inovatīvu daudzfunkcionālu Materiālu,  
Informātikas tehnoloģiju un Signālapstrādes  
izstrāde konkurētspējīgiem zinātņu ietilpīgiem  
produktiem”**

**Vadītājs Andris Šternbergs**

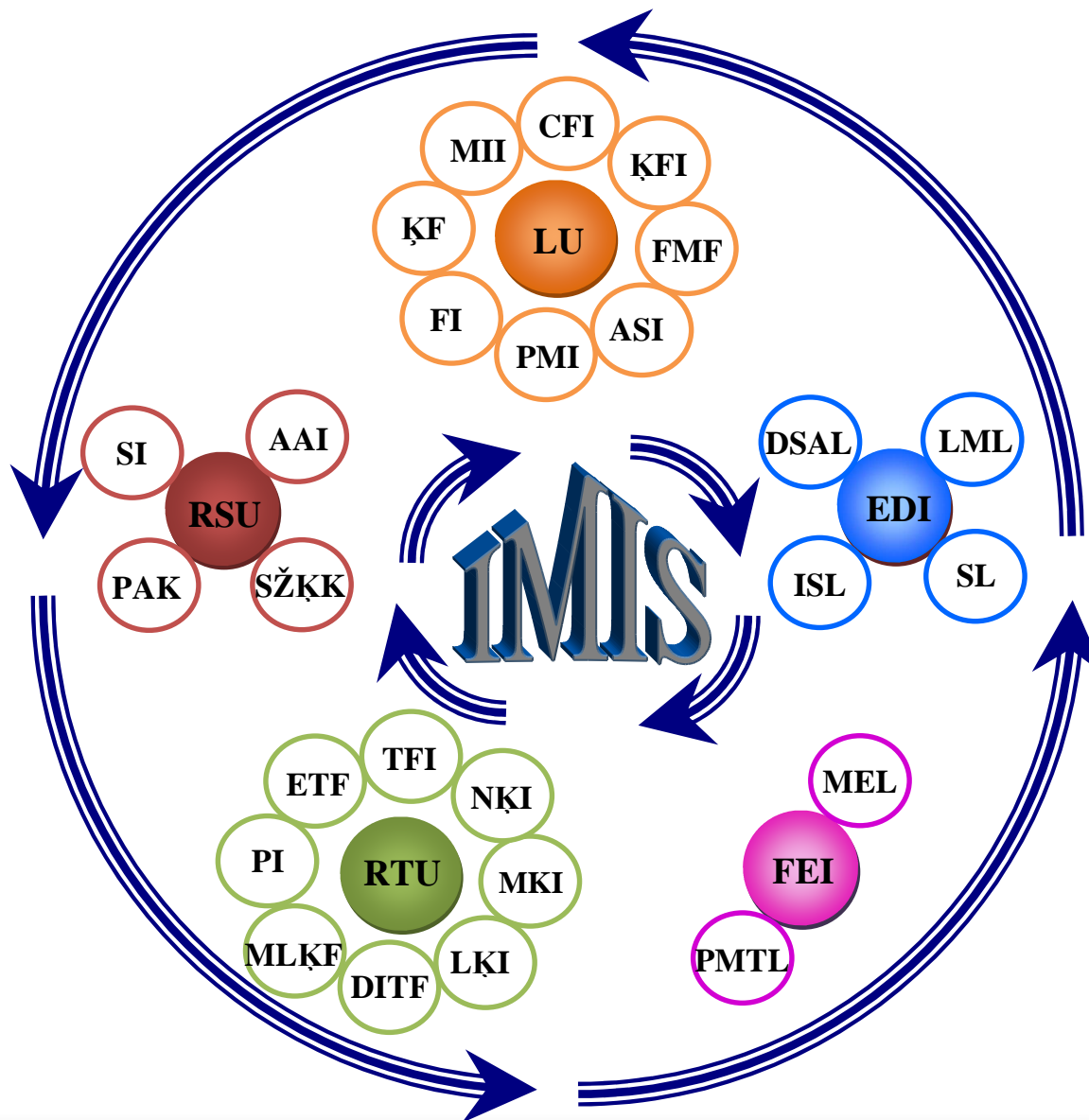
<http://www.cfi.lu.lv/projekti/vpp/vpp-materialzinatnes-un-informacijas-tehnologijas/>

## PROGRAMMAS MĒRĶIS

Attīstīt augsti kvalificētu zinātnisko kompetenci inovatīvu materiālu, signālapstrādes un informācijas tehnoloģiju jomā, nodrošinot iespēju vietējiem uzņēmumiem ražot uz Latvijā radītām zināšanām konkurētspējīgus produktus, līdz ar to veicinot eksportu un Latvijas tautsaimniecības izaugsmi.



# PROGRAMMAS DALĪBNIKI



## **PROGRAMMAS PROJEKTI**

- 1. Daudzfunkcionālie materiāli starojumu enerģijas konvertēšanai, informācijas ierakstam, uzglabāšanai, pārnesei un pārveidošanai, un to efektīviem pielietojumiem augsto tehnoloģiju ierīcēs;**
- 2. Inovatīvas signālapstrādes tehnoloģijas viedu un efektīvu elektronisko sistēmu radīšanai;**
- 3. Nanostrukturētu modifikatorus saturošu pašarmētu polimēru kompozītu izveide un atbilstošo tehnoloģiju izstrāde pielietojumiem inteligētajos materiālos un ierīcēs;**
- 4. Jauni materiāli un tehnoloģijas bioloģisko audu izvērtēšanai un aizvietošanai;**
- 5. Jaunas informācijas tehnoloģijas balstītas uz ontoloģijām un modeļu transformācijām.**
- 6. Latvijas zinātnieku līdzdalības nodrošināšana Eiropas Savienības programmās**

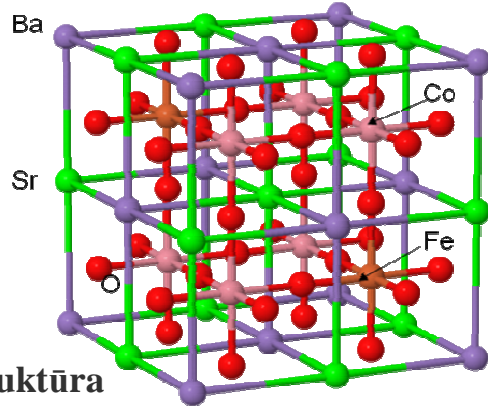
## 1. Projekts

**Daudzfunkcionālie materiāli starojumu enerģijas konvertēšanai, informācijas ierakstam, uzglabāšanai, pārnesei un pārveidošanai, un to efektīviem pielietojumiem augsto tehnoloģiju ierīcēs**

Projektā izstrādā tehnoloģijas daudzfunkcionālu materiālu un to nanosakārtotu daudzslāņu pārklājumu iegūšanai un pielietojumiem enerģijas pārveidotāju ierīcēs. Pēta to fotofizikālās īpašības un optimizē enerģijas konvertēšanas efektivitāti.

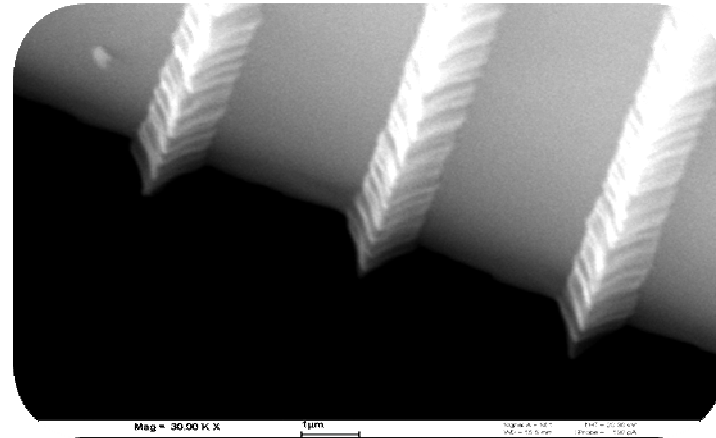
No augstas optiskās izturības vai nelineāri optiskiem materiāliem izstrādā struktūras gaismas vadiem un spektrālām ierīcēm. Ir paredzēts iegūt perspektīvus oksīdu nanostrukturētus materiālus, izmantojamus sensoros ar optisku informācijas nolasīšanu.

Skābekļa vakanču formēšanās enerģijas aprēķini BSCF materiālā, kas ir ievērojami mazāka kā citos  $ABO_3$  magnētiskos perovskītos, izskaidrojot šī materiāla membrānu augsto efektivitāti.



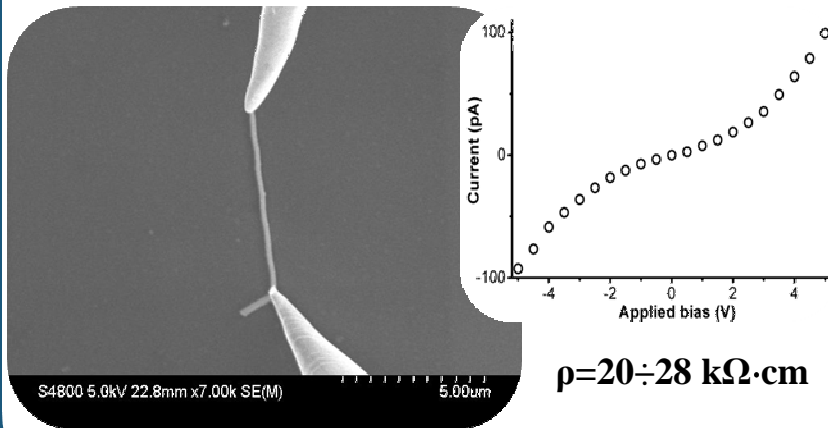
BSCF struktūra

Nanostrukturēti inovatīvi materiāli ūdeņraža enerģijas tehnoloģijām

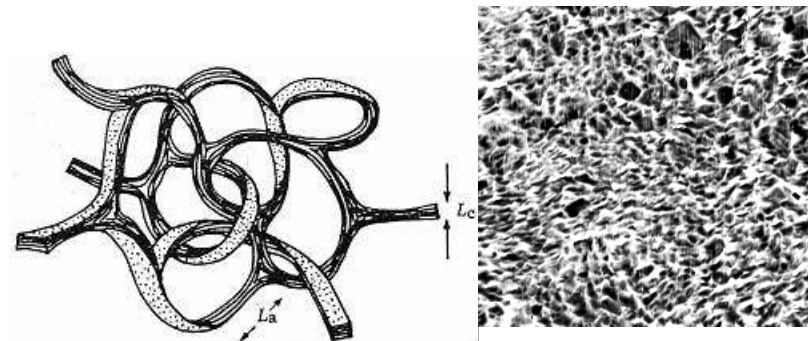


Pusvadītāju tehnoloģijā iegūti mikrokapilāri ūdens sadalīšanai

Individuāla nanovada  $Sb_2S_3$  vadāmība







Oglekļa materiālu fizikāli-mehānisko īpašību modifikācija

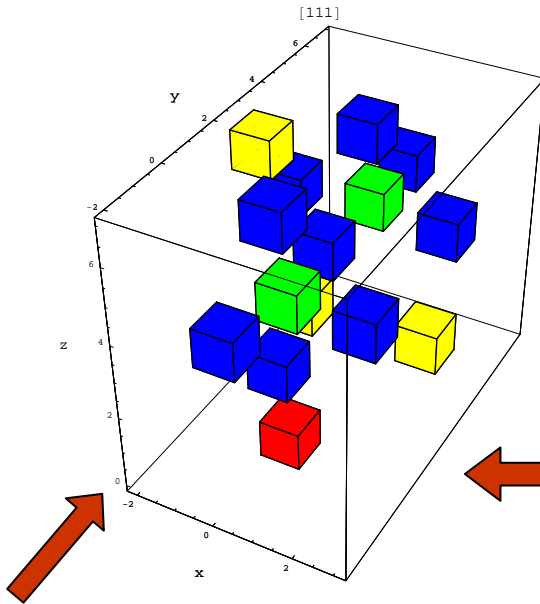


Stiklveida (“Glassy”) oglekļa Jenkinsa-Kavamuras modelis

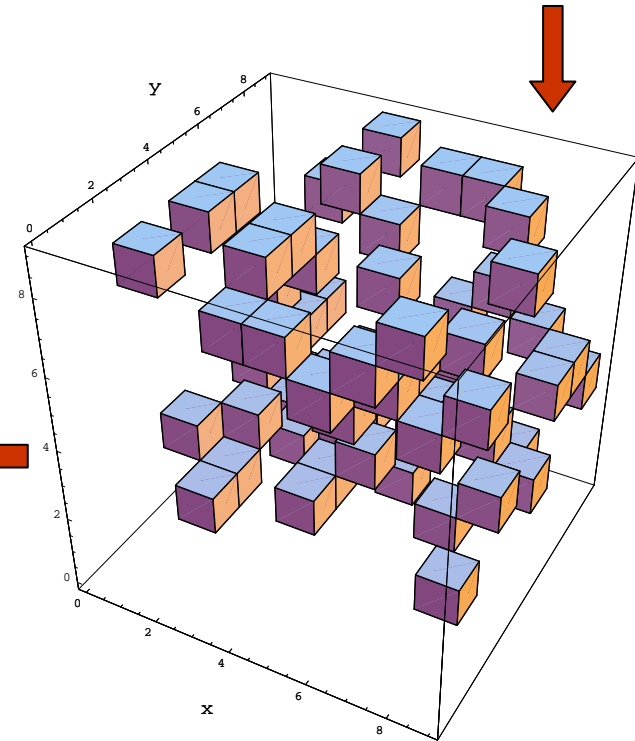
**FUNDAMENTĀLA LĪMEŅA APRĒKINI SPECIĀLA TIPIA MODERNIEM ELEKTRONISKIEM  
MATERIĀLIEM (PMN), KUIROS AUGSTĀS TEHNOLOĢISKĀS ĪPAŠĪBAS  
APVIENOJAS AR KLASISKĀ TEORIJĀ AIZLIEGTĀM OPTISKO UN DIELEKTRISKO  
ĪPAŠĪBU ANOMĀLIJĀM**

**Ķīmiskais sastāvs**

-  **Pb (svins)**
-  **Mg (magnijs)**
-  **Nb (niobijs)**
-  **O (skābeklis)**



*PMN modelis ar 512 polāriem  
nanoapgabaliem un 7680 joniem*



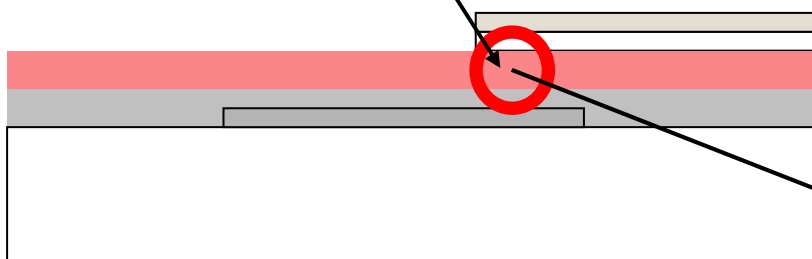
*PMN tehnoloģisko īpašību nesējs – 15 jonus saturošs  
polārais nanoapgabals raksturojas ar jonu kolektīvu  
novirzi no līdzsvara stāvokļa*

**Ultra augstus parametrus komplekso oksīdu pielietojumos panāk pārveidojot materiāla ķīmisko  
sastāvu un struktūru nepieciešamajā ķīmiski nevienmērīgā un elektriski haotiskā formā.**

# ORGANISKĀS GAISMAS EMITĒJOŠĀS DIODES

Iegūtas jauno savienojumu kārtiņas ar stiklveida struktūru, izmantojot liešanas metodi (spin-coating). Elektroluminiscences spektra maksimumu plānās kārtiņās novēro ir spektra sarkanā daļā. Novērota molekulas struktūras ietekme uz jaudas un strāvas efektivitātēm. Darbs ir perspektīvs un tiek turpināts.

Elektroluminiscences vieta

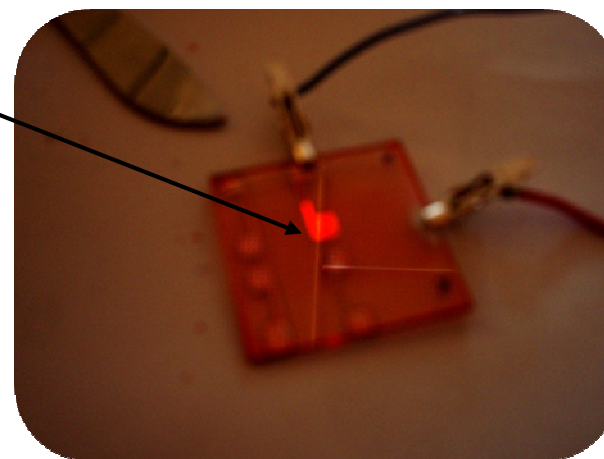
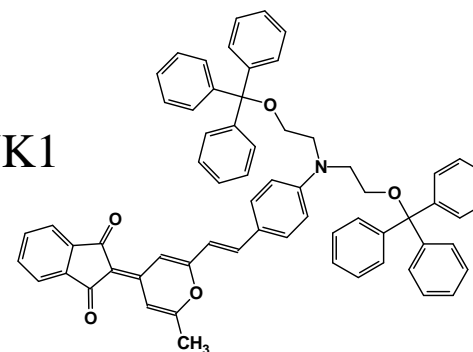


No apakšas uz augšu:

Stikls/ITO/PEDOT:PSS/ZWK1/LiF/Al

Kopējais biezums ap 250 nm

ZWK1





## 2. Projekts

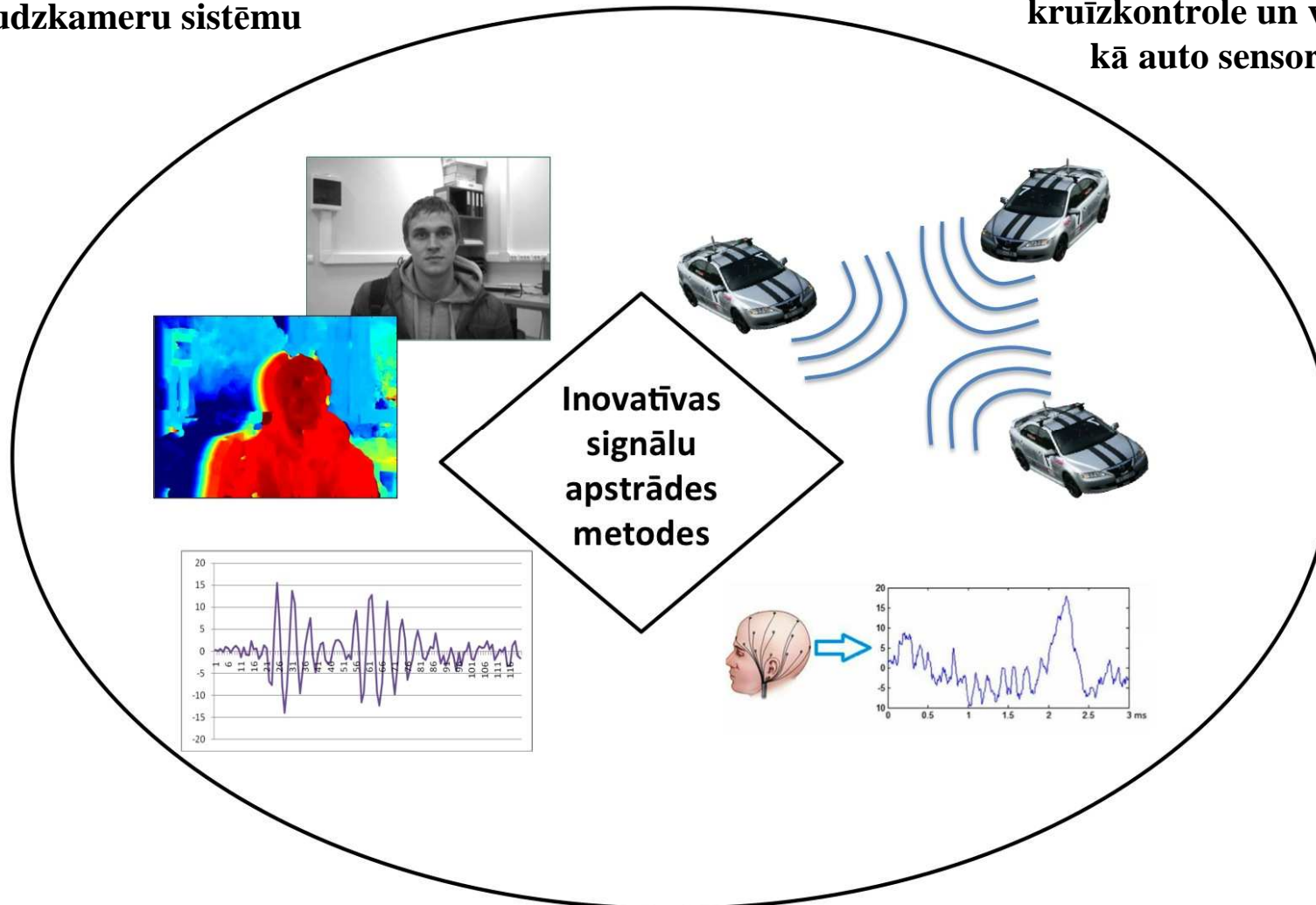
### **Inovatīvas signālapstrādes tehnoloģijas viedu un efektīvu elektronisko sistēmu radīšanai**

Projektā ir izstrādā perspektīvas signālu reģistrācijas un apstrādes tehnoloģijas iegulto sistēmu efektivitātes (kopdarbība, enerģija, veiktspēja u.c.) un mobilitātes paaugstināšanai, ekstrēmi precīzu (pikosekunžu) laika mērījumu sistēmu izveidošanai, ultraplattjoslas signālu ģenerēšanai un superjūtīgai detektēšanai, biometrisko (t.sk. smadzeņu) signālu apstrādei, sensoru tīklu datu pārraidei, iesaistot sensoru un citu moderno materiālu izmantošanu.

<http://www.edi.lv/lv/projekti/vpp-projekti/projekts-nr2/>

**3D informācijas iegūšana izmantojot  
daudzkameru sistēmu**

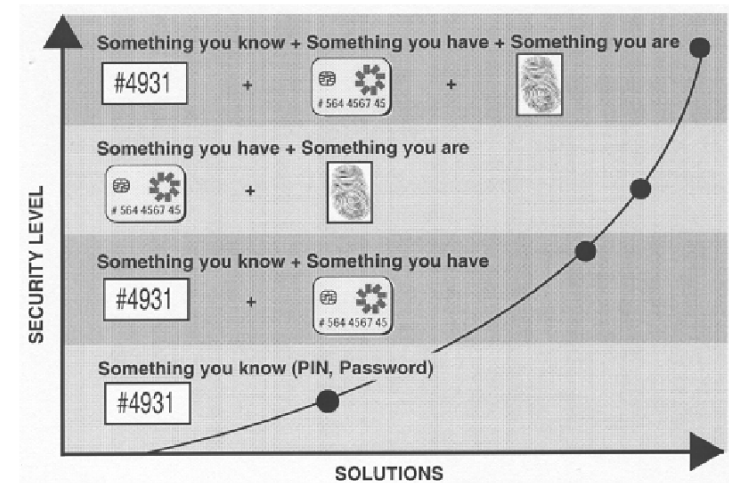
**"Viedās transporta sistēmas: kooperatīvā  
kruīzkontrole un viedtālrūņi  
kā auto sensoru mezgli",**



**Bioloģiskas izcelsmes signālu ieguves un to ievades apstrādes sistēmās**

## BIOMETRISKAS ATTĒLVEIDOŠANAS (IMAGING) PAŅĒMIENU ATTĪSTĪBA, IZMANTOJOT KOMPLEKSĀS SALĀGOTĀS FILTRĒŠANAS PIEEJU – ATTĒLU IEGUVES PILNVEIDOŠANA UN ĀTRDARBĪGU APSTRĀDES ALGORITMU MODELĒŠANA

- Plauksta sniedz vairākus biometrijas parametrus, kas var tikt izmantoti personu identificēšanai:
  - Plauksta asinsvadu tīklojums
  - Plauksta rievojuma struktūra
  - Plauksta ģeometrija
- Parametri ir viegli izmantojami, nodrošina augstu unikalitāti, grūti iegūstami bez īpašnieka ziņās un ir ļoti sarežģīti viltojami, ja tos izmanto paralēli.

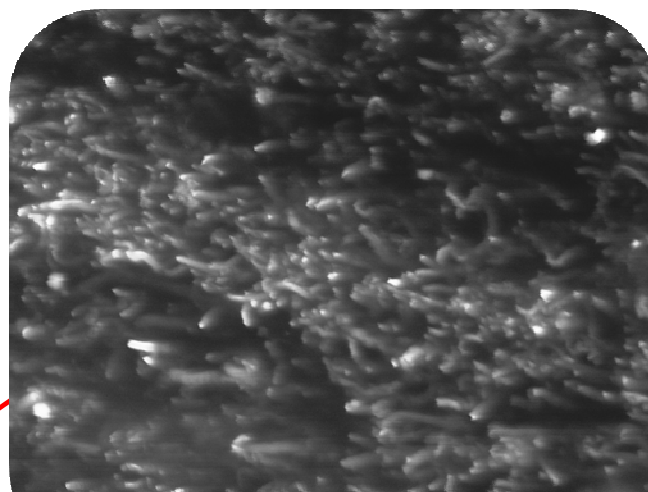
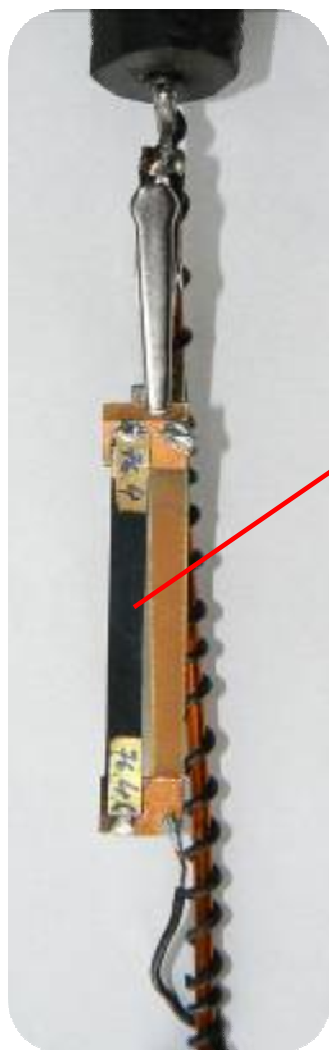


### **3. Projekts**

## **Nanostrukturēti modifikatorus saturoši pašarmēti polimēru kompozīti un to atbilstošo tehnoloģiju izstrāde pielietojumiem inteligētajos materiālos un ierīcēs**

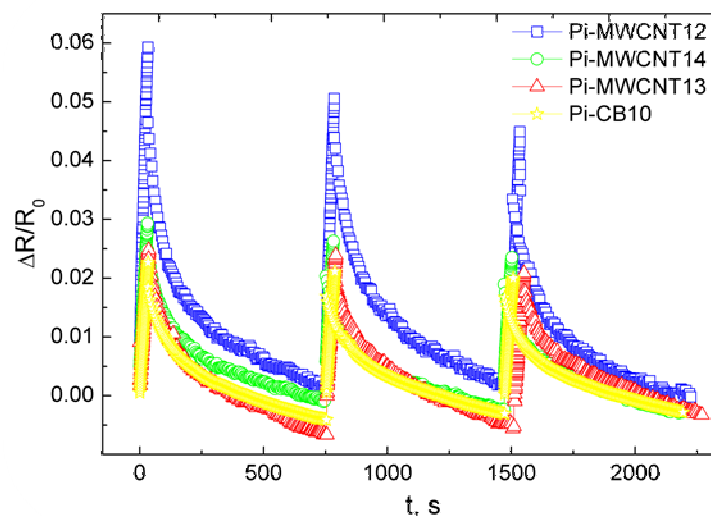
**Projektā izstrādā pašarmētu daudzfunkcionālu polimēru kompozītus ar inovatīviem nanostrukturētiem modifikatoriem un to atbilstošās tehnoloģijas funkcionālo inženierkompozītu izgatavošanai, superelastīgiem elektronikas un fotonikas elementiem, termonosēdmateriāliem, izstrādājumiem ar antistatiskām īpašībām.**

## POLIIZOPRĒNA UN DAUDZSIENU OGLEKĻA NANOCAURULĪŠU KOMPOZĪTA ORGANISKO ŠĶĪDINĀTĀJU TVAIKU SENSORA ELEMENTS



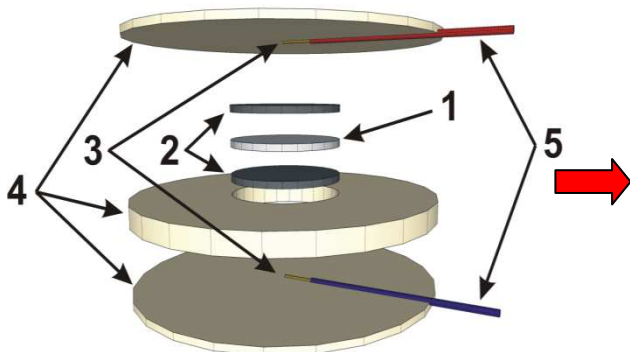
SEM MAG: 30.00 kx Vac: HVac  
TM HV: 15.00 kV WD: 9.4495 mm 5  $\mu$ m  
Date: 03/01/11 Det: SE Detector  
MIRA TESCAN  
Riga Technical University

Pi-MWCNT12 kompozīta jutīgā elementa svaiga lūzuma virsmas SEM attēls. Jutīgais elements salauzts šķidra slāpekļa temperatūrā.

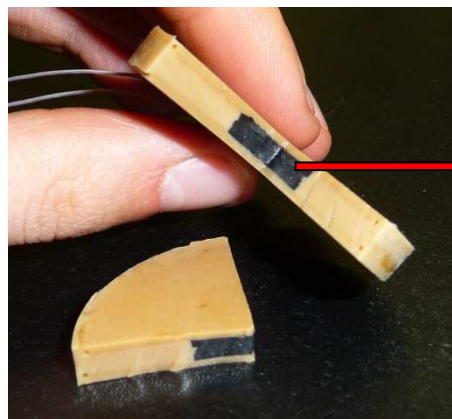


Relatīvās elektriskās pretestības izmaiņa laikā kompozītiem etilacetāta tvaikos (0,109ml/l). Pi-MWCNT kompozīts ar 12,13,14 masas daļām MWCNT; Pi-CB – poliizoprēna-oglekļa nanodaļiņu kompozīts ar 10 masas daļām oglekļa.

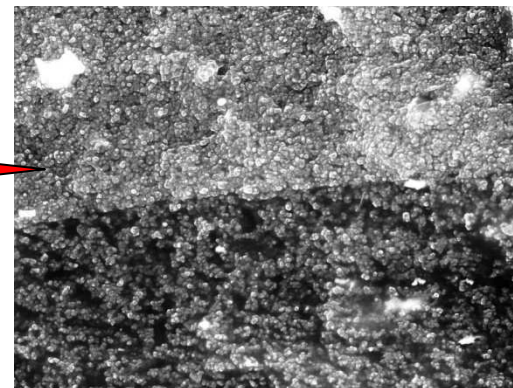
# NO POLIIZOPRĒNA UN NANOSTRUKTURĒTA OGLEKĻA KOMPOZĪTA (PINOK) SLĀNIEM IZGATAVOTA VISCAUR SUPERELASTĪGA SPIEDIENA SENSORA ELEMENTS



Viscaur superelastīga spiediena sensora prototipa sastāvdaļu ilustratīvs attēlojums, kurā ar cipariem apzīmēti: 1 – jutīgais elements, 2 – elektrovadīšie elementi, 3 – misiņa vadu pagarinājumi, 4 – izolējošs apvalks, 5 – lokanu vadu izvadi

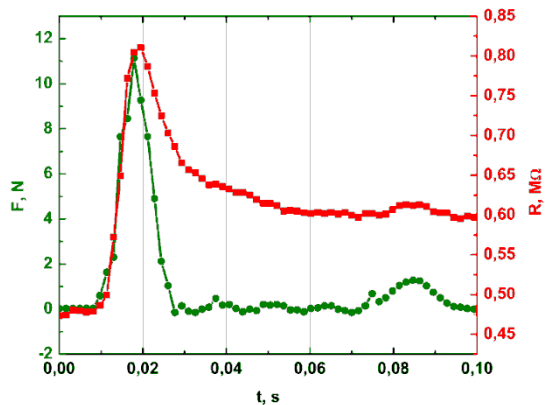


Viscaur superelastīga spiediena sensora prototipa ar izgrieztu sektoru fotogrāfija.

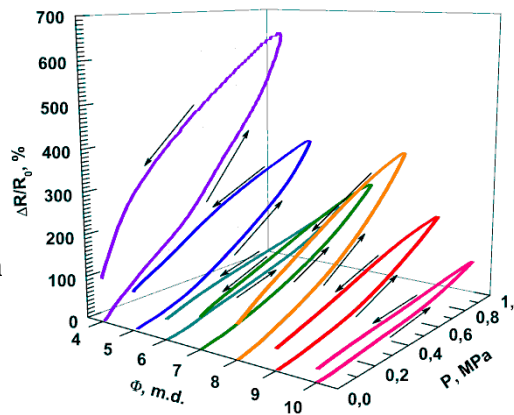


SEM MAG: 25.00 kx Vac: HVVac  
SEM HV: 15.00 kV WD: 5.6958 mm 5 μm MIRAI TESCAN  
Date(m/d/y): 04/15/09 Det: SE Detector Riga Technical University

Savulkanizētu elektrovadīšā elementa un jutīgā elementa slāņu saskares vietas svaiga lūzuma SEM uzņēmums. Augšā PINOK ar 20 masas daļām, apakšā ar 10 masas daļām nanostrukturēta oglekļa



Viscaur superelastīga spiediena sensora prototipa elektriskās pretestības (sarkanā līkne) un iedarbības spēka (zaļā līkne) atkarība no laika.



Elektriskās pretestības relatīvās izmaiņas atkarība no iedarbības spiediena PINOK jutīgajiem elementiem ar dažādām nanostrukturētā oglekļa pildvielas koncentrācijas  $F$  vērtībām.

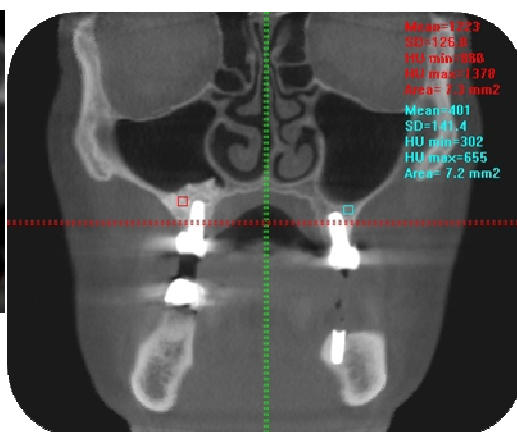
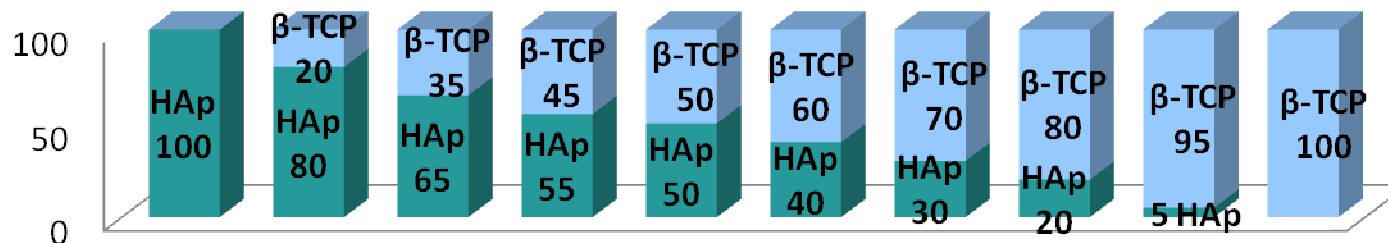
## **4. Projekts**

### **Jauni materiāli un tehnoloģijas bioloģisko audu izvērtēšanai un aizvietošanai**

**Projektā izstrādā inovatīvu cieta audu aizvietotājmateriālu un fiksācijas cementu pēc kaula struktūras modeļu sistēmas un veikto kompleksu izpēti. Paredzēts iegūt noteiktas formas implantu prototipus klīniskām pārbaudēm.**

**Izstrādā inovatīvu tehnoloģiju šūnu pamatņu (scaffold) izveidei audu inženierijai un rekombinēto proteīnu kompozītu izveidei ar nanoizmēra biomateriālu daļiņām. Izpēta ādas hromoforu un fluoroforu sadalījumu in vivo ar multispektrālās attēlošanas un lāzeru fluorescences metodēm.**

## HAP BIOKERAMIKAS IMPLANTĀCIJAS IETEKME UZ ATROFISKA ŽOKĻA KAULA MINERĀLO BLĪVUMU 5 GADU PERIODĀ



1. HAp un audu hibrīds nodrošina kaula iztrūkuma aizvietošanu un titāna zobu implantātu osseointegrāciju.

2. Atrofiskajā atlieku kaulā blakus HAp implantācijai notiek remineralizācija.

3. HAp implantāta / audu hibrīda un atrofiskā kaula remodelēšanās procesā abās šajās struktūrās mineralizācijas pakāpe izlīdzinās.

### KAULU CEMENTI UZ TCP BĀZES

(1) Augsttemperatūras sintēze:



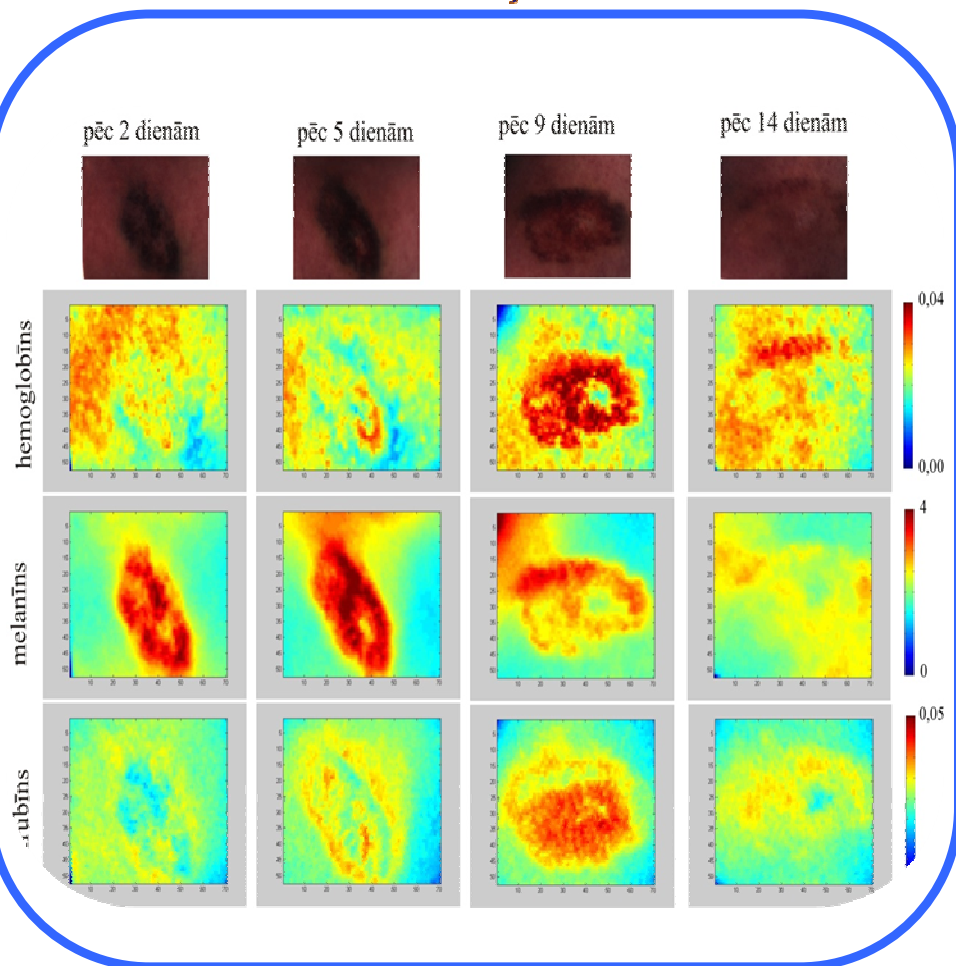
β- un α-TCP cementu sacietēšanas laiku var kontrolēt mainot šķidrās fāzes sastāvu (pH, piedevas)

(2) CDHA slapjā ķīmiskā nogulsnešana (zemtemperatūras sintēze):



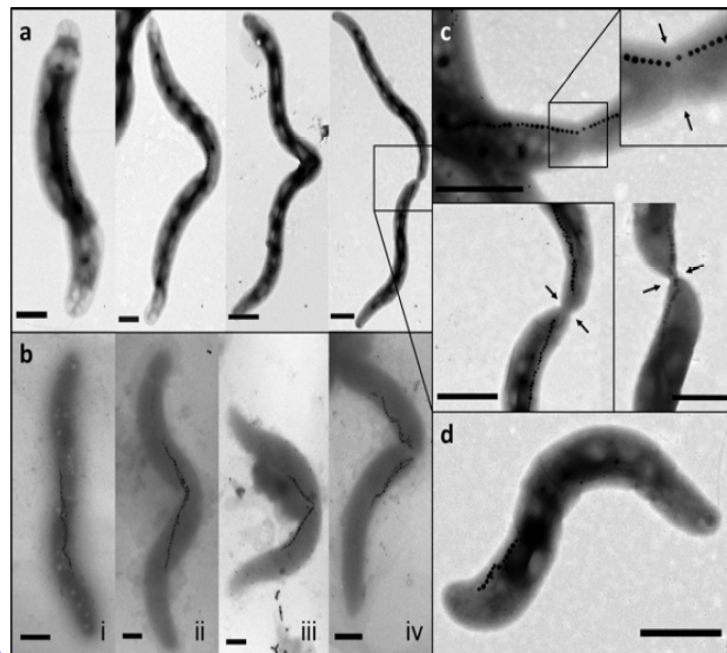


## ĀDAS ZILUMA HROMOFORU SADALĪJUMA IZMAIŅAS



## BAKTERIOFĀGU GĒLU VISKOELASTĪGO ĪPAŠĪBU PĒTĪŠANA

Fiksētā parādība - magnetotaktiskai baktērijai daloties uz pusēm - ir devusi jaunu virzienu mikrobioloģijā. Tomēr šūnu dalīšanās mehānismi prokariotiem ir lielā mērā neskaidri.



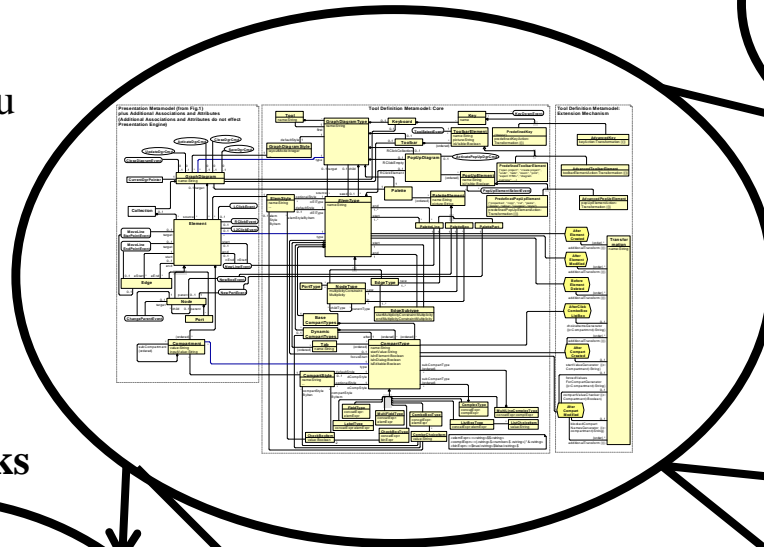
## **5. Projekts**

### **Jaunas informācijas tehnoloģijas balstītas uz ontoloģijām un modeļu transformācijām**

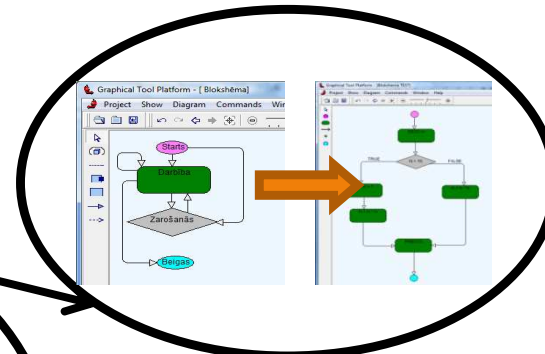
**Projektā izstrādā modeļu vadītās arhitektūras (MDA) tehnoloģijas un uz ontoloģijām un modeļu transformācijām balstītas sistēmu būves metodes un rīkus lietojumiem informācijas tehnoloģijas ražotnēs.**

⚙️ **ātra izstrāde** – sarežģīta grafiska rīka izstrāde prasa mazāk nekā 1 personmēnesi  
 ⚙️ **atvērtība** – pilnīgi viss tiek fiksēts ar metamodeļu palīdzību  
 ⚙️ **paplašināmība** – Eclipse un TDA platformas kopā ar modeļu transformācijām

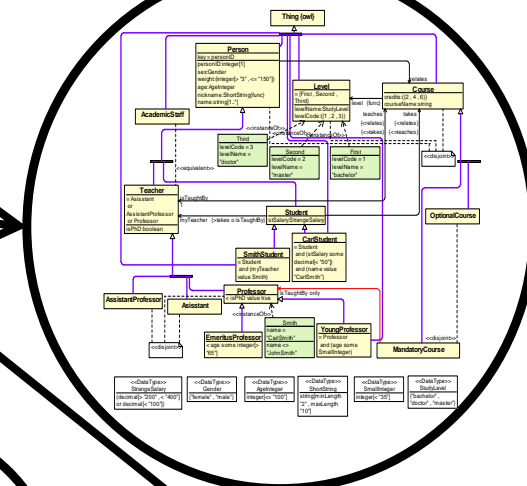
## GRADE PĒCTEČI - RĪKU BŪVES PLATFORMAS GRAF UN METACLIPSE



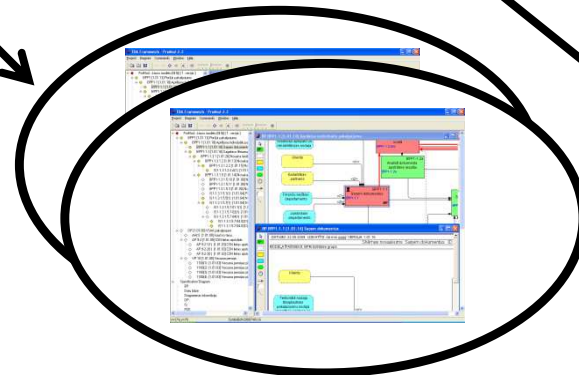
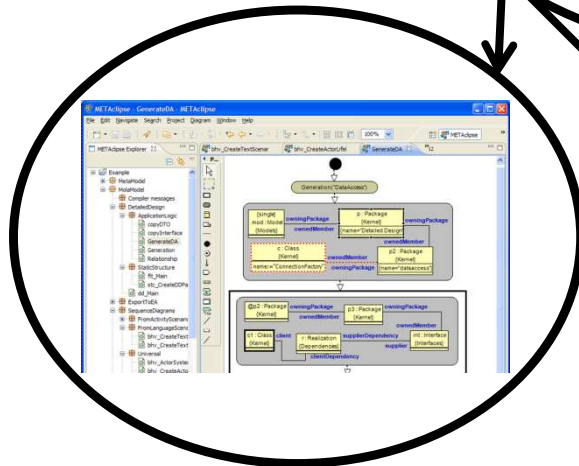
Rīku konfigurators



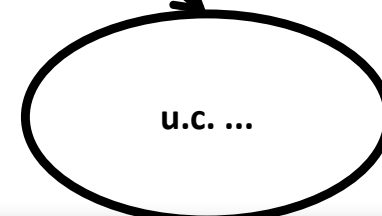
Ontoloģiju redaktors OWLGrEd



MOLA rīks



Procesu pārvaldības rīki

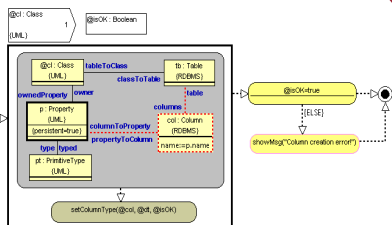


U.C. ...

MOLA

# MODEĻU TRANSFORMĀCIJU VALODAS

IQuery



L valodas

```
370 procedure Compile ();
371 pointer m: MOLA: Model;
372 pointer p: MOLA: Package;
373 pointer unit: Transformation;
374 var b: Boolean;
375 begin;
376 first m: MOLA: Model;
377 first p: MOLA: Package suchthat
378 begin;
379 attr p.isUnit==true;
380 attr p.compileThis==true;
381 end else error64;
382 setVar b:=m.compileThis;
383 call CompileHeader (m, unit, b);
384 call RemoveEmptyFromBlocks ();
385 goto pend;
386 label error64;
387 call printError (64,m,"");
388 label pend;
389 end;
390
391 // STRUCTURING UNITS AND PROCEDURE HEADERS -----
392 procedure CompileHeader (packEl: MOLA: PackagableEl;
393 pointer pack: MOLA: Package;
394 pointer proc: MOLA: Procedure;
395 pointer t: Transformation;
396 begin;
397 attr packEl.doNotCompile==false else proc_e
```

```
401 procedure WriteUnit (unit: Transformation;
402   proc: Procedure;
403   unit: Transformation;
404   pack: Package;
405   proc: Procedure;
406   unit: Transformation;
407   pack: Package;
408   proc: Procedure;
409   unit: Transformation;
410   pack: Package;
411   proc: Procedure;
412   unit: Transformation;
413   pack: Package;
414   proc: Procedure;
415   unit: Transformation;
416   pack: Package;
417   proc: Procedure;
418   unit: Transformation;
419   pack: Package;
420   proc: Procedure;
421   unit: Transformation;
422   pack: Package;
423   proc: Procedure;
424   unit: Transformation;
425   pack: Package;
426   proc: Procedure;
427   unit: Transformation;
428   pack: Package;
429   proc: Procedure;
430   unit: Transformation;
431   pack: Package;
432   proc: Procedure;
433   unit: Transformation;
434   pack: Package;
435   proc: Procedure;
436   unit: Transformation;
437   pack: Package;
438   proc: Procedure;
439   unit: Transformation;
440   pack: Package;
441   proc: Procedure;
442   unit: Transformation;
443   pack: Package;
444   proc: Procedure;
445   unit: Transformation;
446   pack: Package;
447   proc: Procedure;
448   unit: Transformation;
449   pack: Package;
450   proc: Procedure;
```

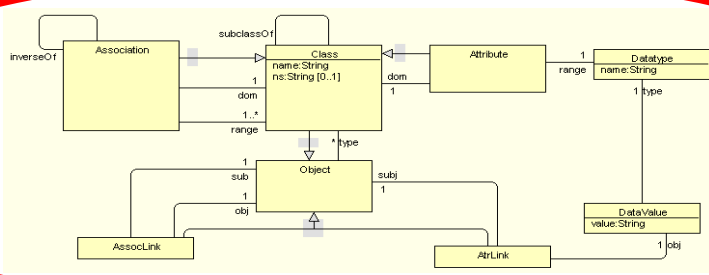
⊕ **globāla meklēšana modelī** – ērts līdzeklis modeļa elementu globāliem pārveidojumiem, izmantojot šablonus (*patterns*)

⊕ **bāzes valoda** – līdzeklis citu (augstāka līmeņa) modeļu transformāciju valodu būvei

⊕ **lokālā meklēšana modelī** – ērts līdzeklis modeļa elementu lokāliem pārveidojumiem

⊕ **ātrdarbība** – labāka nekā vadošajai RDF datu glabātuvei *Virtuoso*

**JR: datu glabātuve (repozitorijs) darbam ar ontoloģijām**



## **6. Projekts**

### **Latvijas zinātnieku līdzdalības nodrošināšana Eiropas Savienības programmās**

**Projekts atbalsta Latvijas zinātnieku līdzdalības nodrošināšanu starptautiskos projektos par programmā ietvertām tēmām, Programmā jau ir ietverti 3 zinātniskie projekti ERA-NET MATERA programmā.**

## NANOKRISTĀLISKA CIRKONIJA DIOKSĪDA LUMINISCENTAIS SKĀBEKĻA SENSORS

1.  $ZrO_2$  nanokristālu luminiscences intensitāte ir atkarīga no skābekļa satura materiālā
2. Skābekļa saturs  $ZrO_2$  mainās to karsējot gāzu maisījumos ar dažādu skābekļa parciālo spiedienu
3. Efektīva skābekļa apmaiņa starp gāzu maisījumu un nanokristāliem notiek virs istabas temperatūras

Process ir atgriezenisks. Izmantojot impulsu ierosmi luminiscencei iespējams viena mērījuma laikā noteikt skābekļa koncentrāciju (luminiscences intensitāte) un sensora materiāla temperatūru (luminiscences dzīves laiks).

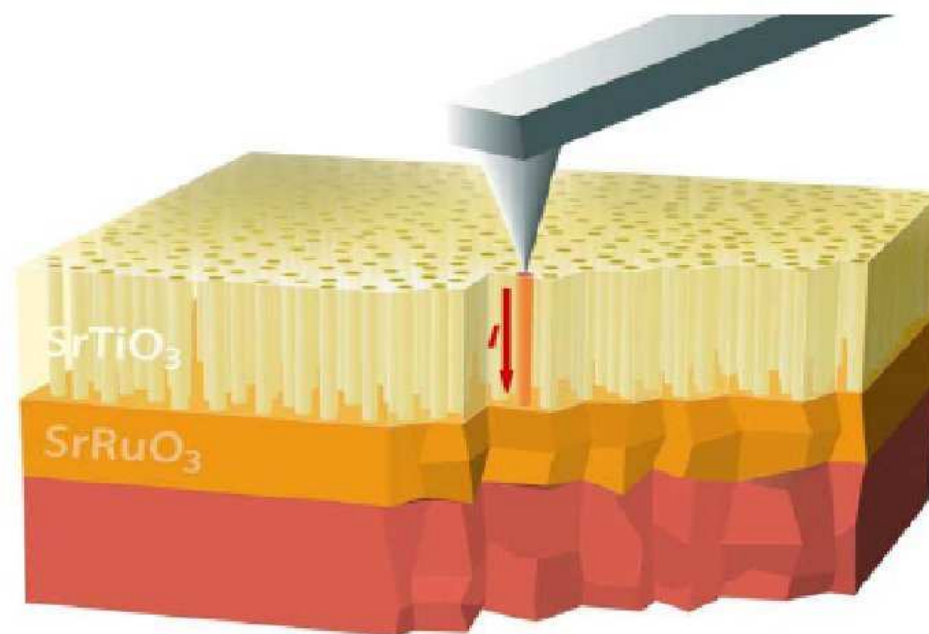
### Patenti:

1. Polijas patents Nr. P-376856/ PL2006/000060 “- Sposób i materialow pomiaru ciśnienia parcjalnego tlenu w gazach”
2. Starptautiskie patenti (darbojas 37 valstīs) Nr. WO/2007/027116 un Nr. 06784042.1-2204 PCT/PL/ 01.09.05/ PLA37685605 “Zirconium dioxide luminescence oxygen sensor”
3. ASV patents Nr. US7,888,658 B2; feb.15, 2011 “Zirconium dioxide luminescence sensor”



## FUNKCIONĀLIE MATERIĀLI REZISTĪVAI PĀRSLĒGŠANĀS ATMIŅAI

Projekta mērķis ir izstrādāt daudzfunkcionālus materiālus informācijas ierakstam un uzglabāšanai terabitu skalā, kā arī attīstīt fundamentālo zinātni un nanotehnoloģiju jauniem funkcionāliem 3-kompozītu oksīdiem, lai tos izmantotu kā nākotnes terabitu nanorezistīvās pārslēgšanās elementus informācijas tehnoloģijām.



## ADAPTĪVO DAUDZFUNKCIONĀLO MATERIĀLU UN STRUKTŪRU DINAMISKĀ MODELĒŠANA

Vispārējs sadarbības projekta MATERA mērķis ir vieglo konstrukciju svārstību kontroles tehnoloģiju izstrāde. Piedāvātā tehnoloģija paredz konstrukciju nelabvēlīgo svārstību samazināšanu, izmantojot aktīvos un/vai pasīvos kontroles procesus. Projekta ietvaros pētītie kompozītmateriāli, pēc kuriem pieprasījums, pateicoties to būtiskajām priekšrocībām un nozīmīgajai lomai dažādās rūpniecības sfērās (kosmosa un lidaparātu būve, jūras un sauszemes transporta būve, būvniecība), ir būtiski audzis gan pasaulē, gan Latvijā.





## PROGRAMMAS POPULARIZĒŠANA UN DATU APSPRIEŠANA

No 2006.gada programmas ietvaros ir uzsākta ikgadējās starptautiskās konferences “Funkcionālie materiāli un nantehnoloģijas” organizēšana



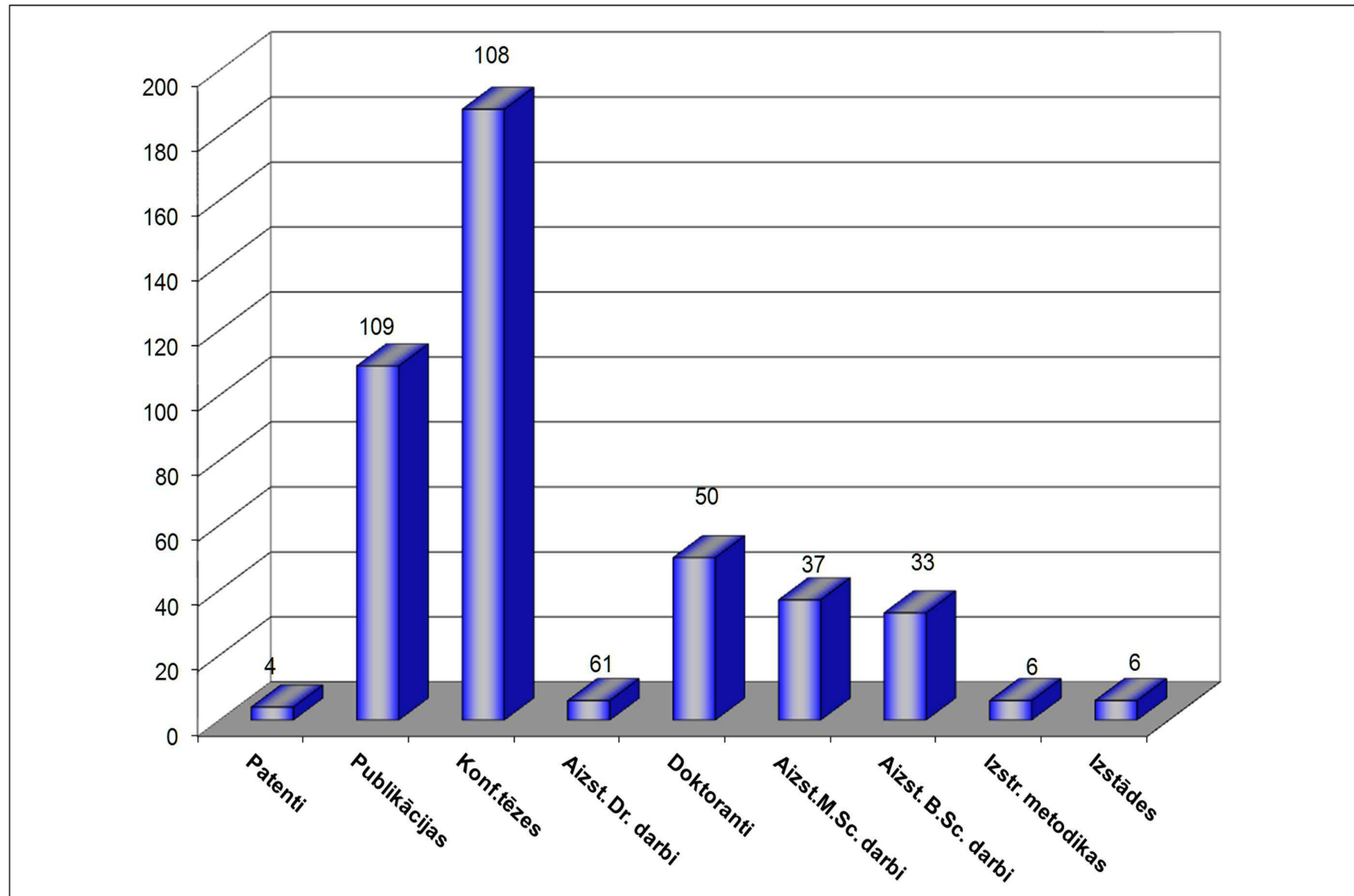
Functional materials and  
nanotechnologies

2011

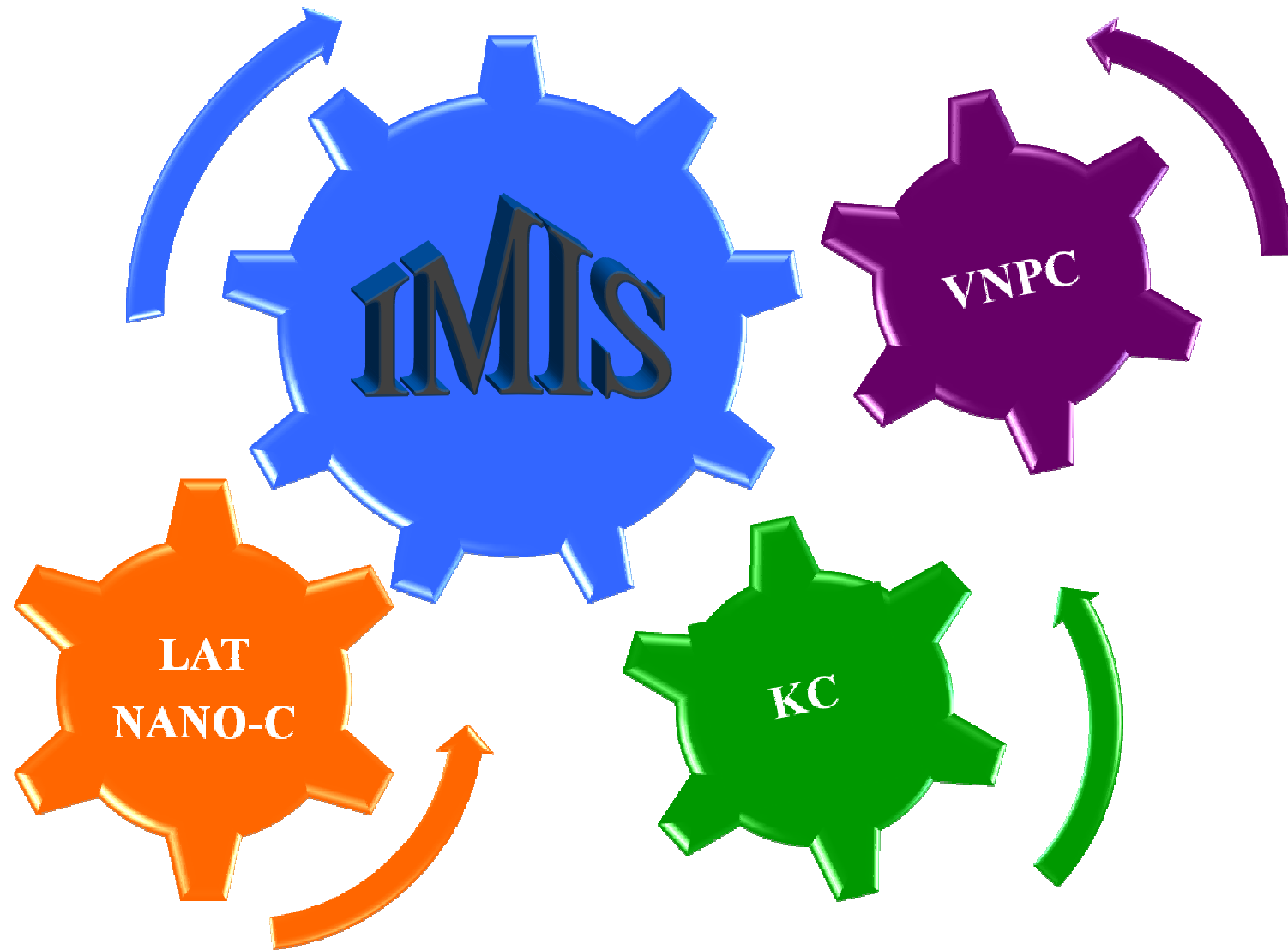


2011.gadā tā notika no 5. līdz 8.aprīlim LU Cietvielu fizikas institūtā. Konferencē piedalījās ap 300 dalībnieku no 17 valstīm, tās laikā nolasīja 22 ielūgtos un 49 mutiskos referātus, kā arī prezentēja 180 stenda referātus. No tiem 41 raksts ir publicēts žurnālā *Journal of Physics Conference Series: Materials Science and Engineering*, 23. sējumā. Bez tam 14 manuskripti ir iesniegti žurnālam *Central European Journal of Physics* un 12 manuskripti - žurnālam *Integrated Ferroelectrics*.

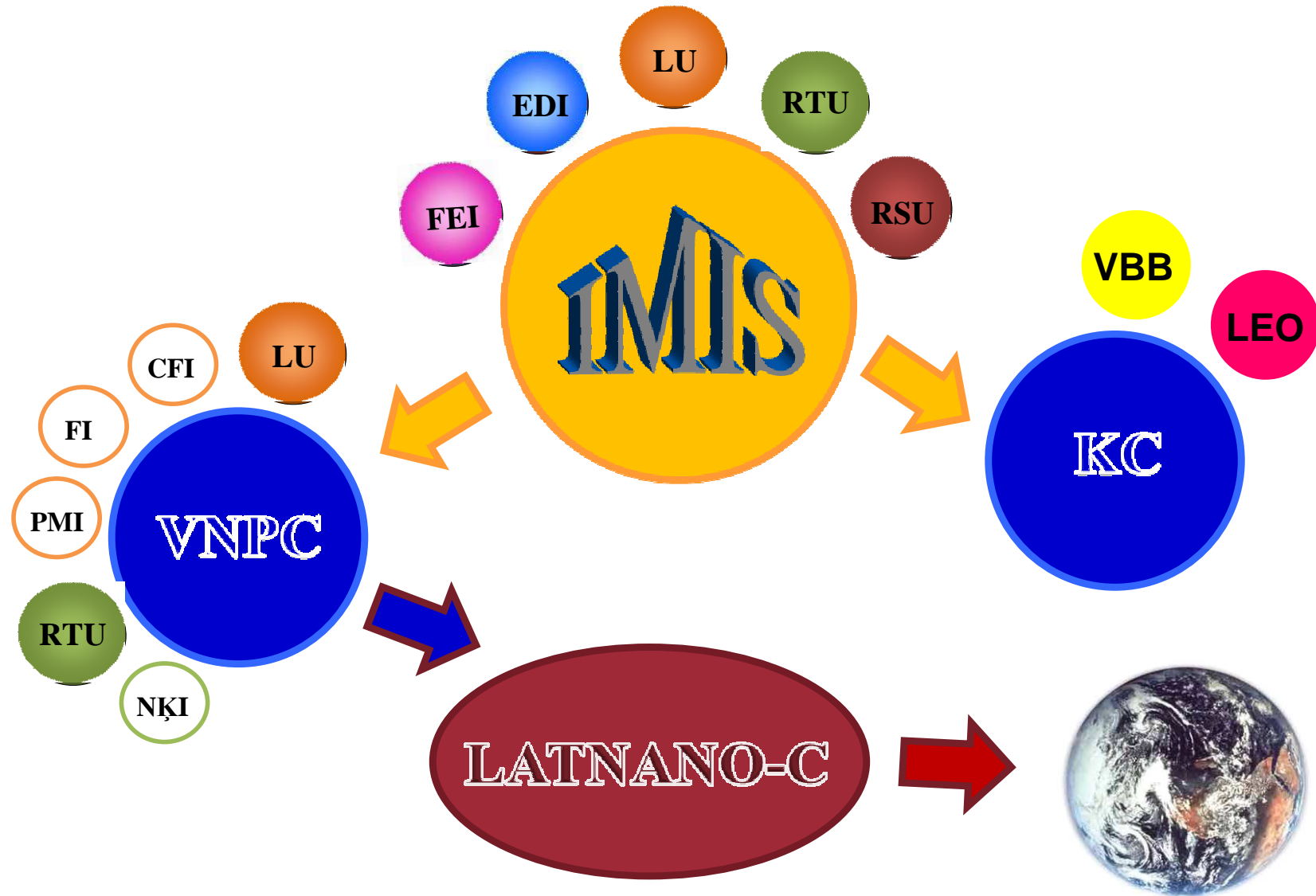
## PROGRAMMAS REZULTATIVITĀTES RĀDĪTĀJI (2010 – 2011)



# IMIS NĀKOTNE



# IMIS NĀKOTNE



# **Paldies par uzmanību un uz sadarbību nākotnē**