

## 2. SADAĻA – INFORMĀCIJA PAR PROGRAMMAS PROJEKTIEM

### 2.1. Projekts Nr.6

Nosaukums

***Metāla virsmas apstrāde berzes un nodiluma samazināšanai***

projekta vadītāja

vārds, uzvārds,

zinātniskais grāds

Institūcija

ieņemamais amats

Kontakti

Kārlis Agris Gross

PhD

Rīgas Tehniskā universitāte

Asoc. profesors un vadošais pētnieks

*Tālrunis*

2020 8554

*E-pasts*

kgross@rtu.lv

### 2.2. Projekta Nr. 6 mērķi

*(Norāda projekta mērķi (saskaņā ar apstiprināto projekta pieteikumu un līgumu) un informāciju par mērķa sasniegšanu/izpildi*

**6. projekta mērķis:** Izstrādāt metodoloģiju un optimizēšanas kritērijus metālisku materiālu īpašību uzlabošanai, virsmas apstrādei un pārklāšanai, lai samazinātu berzi un nodilumu berzes pāros t.sk. mijiedarbībā metālam ar ledus virsmu.

**6.projekta aktivitāšu izpildes laika grafiks ir pievienots pielikumā 6-A.**

**2.posma 1.uzdevums:** Raksturot metāla virsmas un noteikt vislabākās testēšanas metodes.

Uzdevuma sasniegšanai tika plānots: (1) izstrādāt paraugu pulēšanas metodi, (2) veikt paraugu virsmas analīzi ar skenējošo elektronmikroskopiju, divu veidu optiskajiem mikroskopiem, atomspēku mikroskopu un profilometriju, (3) salīdzināt iegūtos rezultātus, novērtējot katru no izmantotajām metodēm, (4) sagatavot zinātnisko publikāciju.

**2.posma 2.uzdevums:** Modificēt iekārtu slīdamības mērīšanai laboratorijas apstākļos, sagatavot klimata simulatoru atbilstoši darbam zemās temperatūrās.

Uzdevuma sasniegšanai tika plānots: (1) tehniski sagatavot klimata stimulatoru darbībai pie temperatūras 0°C līdz -10°C, (2) pielāgot laboratorijas iekārtu atbilstoši klimata stimulatora dimensijām, (3) noteikt sensoru mērīšanas vietu, lai iegūtu datus ar lielāku nozīmīgumu, (4) veikt testa mērījumus, nepieciešamības gadījumā veikt uzlabojumus iekārtai un/vai klimata stimulatoram, (5) izstrādāt metodi slīdamības mērīšanai laboratorijas apstākļos (nodevums).

**2.posma 3.uzdevums:** Modificēt metāla virsmu, noteikt slīdamības atkarību no veiktajām modifikācijām

Uzdevuma sasniegšanai tika plānots: (1) izgatavot metāla paraugus ar dažādas pakāpes virsmas raupjumu, (2) izgatavot metāla paraugus ar dažādu virsmas cietību, (3) noteikt slīdamības mērīšanas rezultātu atkarīgumu, (4) raksturot slīdamības maiņu ar temperatūru, (5) iesniegt abstraktu un piedalīties European Materials Research Society konferencē.

**6.projekta otrā posma darba uzdevumi ir izpildīti pilnībā:**

1. Veikta pulēta metāla virsmas detalizēta analīze ar dažādām metodēm, secinot, ka atomspēku mikroskopija sniedz vislabāko kvantitatīvo un kvalitatīvo informāciju un ļauj detektēt skrāpējumus sākot ar 4 nm izmēru. Savukārt optiskā mikroskopija ir

piemērota ātrai skrāpējumu detektēšanai (redzami ~72% no skrāpējumiem, kas detektējami ar atomspēku mikroskopiju). Metožu spējas un kvalitāte metāla virsmas skrāpējumu detektēšanai uzlabojas šādā kārtībā: profilometrija, skenējošā elektronmikroskopija, optiskā mikroskopija, atomspēku mikroskopija.

2. Pielāgota ēku energoefektivitātes simulatora mikroklimata kamera, uzstādot dzesēšanas moduli, kas spēj nodrošināt gaisa temperatūru kamerā diapazonā no +0°C līdz -20°C ar precizitāti  $\pm 2^\circ\text{C}$  (vēlamā darba temperatūra vidēji - 10°C). Izveidots slīdes stends metālisku materiālu slīdamības pārbaudei pa ledu (pielāgots darbam klimata stimulatorā). Optimizēts ledus trases sasaldēšanas un apstrādes process, noteikts nepieciešamais plaknes slīpuma leņķis.
3. Optimizēta paraugu automātiskās pulēšanas metode, izgatavojot speciālu paraugu turētāju. Veikti eksperimenti dažāda virsmas raupjuma iegūšanai, izmantojot atšķirīgus smilšpapīrus. Izstrādāta metode vienmērīgas un atkārtojamas skrāpējumu tekstūras iegūšanai. Veikti pirmie eksperimenti, lai noteiktu skrāpējumu ietekmi uz parauga slīdamību. Noteikta paraugu un apkārtējās vides temperatūras ietekme uz slīdamību. Veikti pirmie eksperimenti ar rūdītiem paraugiem.

#### **Iesniegta un apstiprināta tēze:**

1. J.Lungevics, J.Zavickis, L.Pluduma, K.A.Gross. "Finding the best qualitative and quantitative assessment method for highly polished low-friction surfaces". EMSR Fall meeting 2016", Varšava, Polija, 15.-18.09.2016.

#### **Dalība konferencēs** (stenda referātu elektroniskās kopijas pievienotas atskaitei):

1. J.Lungevics, J.Zavickis, L.Pluduma, K.A.Gross, Finding the best qualitative and quantitative assessment method for highly polished low-friction surfaces, *European Material Research Society (EMRS) conference "EMSR Fall meeting 2015"*, Warsaw, Poland, 15.-18.09.2015
2. Z.Butāns, K.A.Gross, A.Gridnevs, E.Karzubova, Road safety barriers, the need and influence on road traffic accidents, IMST 2015 - 2nd International Conference Innovative Materials, Structures and Technologies, 30. septembris – 2. oktobris, 2015, Rīga, Latvija.

#### **Dalība zinātniskā seminārā:**

1. "Meeting of s-SNOM practioners", Garmisch, Vācija, 9.-11.06.2015. Galvenie secinājumi: Seminārā pulcējās optisko mikroskopu lietotāji materiālu raksturošanai. Liela interese ir sakombinēt ķīmisko un struktūras analīzi, sniedzot daudz lielāku ieskatu par materiāla virsmu. Kopā ar semināra apmeklētājiem tika apskatītas infrasarkanā stara spējas analizēt dažādos dziļumos, un, izmantojot atomspēka mikroskopa galu, izpētīt topogrāfiju nanolielumā. Tika prezentēti pētījumi, kur šādas spējas jau tiek izmantotas, lai raksturotu nanolieluma zonas materiālā, kas piešķir funkcionalitāti. Pēc sanāksmes tika apmeklēts uzņēmums Neaspec, kur tika prezentētas SNOM instrumenta spējas materiālu raksturošanā. Iegūtā informācija parādīja jaunu instrumentu, kas nestu lielu labumu materiāla virsmas raksturošanai.

#### **Pilna teksta zinātniskais raksts** (pievienots atskaitei elektroniskā formā):

1. Z.Butāns, K.A.Gross, A.Gridnevs, E.Karzubova, Road safety barriers, the need and influence on road traffic accidents, IOP Conference Series-Materials Science and Engineering, Volume 96, 2015;
  - a. <http://iopscience.iop.org/resursi.rtu.lv/article/10.1088/1757-899X/96/1/012063/pdf>

**Projekta ietvaros uzsākts bakalaura darbs (plānots aizstāvēt 2017.gada jūnijā):**

1. Klāvs Stiprais, Metāla ķīmiskā apstrāde berzes mazināšanai, vadītājs A/Prof. K.A.Gross.

**Projekta ietvaros uzsākti maģistra darbi (plānots aizstāvēt 2016.gada jūnijā):**

1. Jānis Lungevičs, Berzi un dilumu samazinošu virsmas apstrādes metožu triboloģisko īpašību novērtēšanas metodika, vadītājs Prof. J.Rudzītis.
2. Ernests Jansons, Virsmas raupjuma ietekme uz slīdes pāra metāls - ledus slīdamību, vadītājs Prof. J.Rudzītis.

**Tiek izstrādāts promocijas darbs (plānots aizstāvēt 2017.gadā):**

1. Žans Butāns, Ceļa drošības barjeras virsmas mehānisko īpašību ietekme uz ceļu satiksmes negadījuma mehānismu un pasažieru drošību, vadītājs A/Prof K.A.Gross

**Sagatavots dokuments, kas apraksta 6.projekta 2. posma laikā izstrādāto metodi (pielikums elektroniski: Nr. NN):**

1. Metode slīdamības mērīšanai laboratorijas apstākļos (6 projekts).

**Rezultātu izplatīšana:**

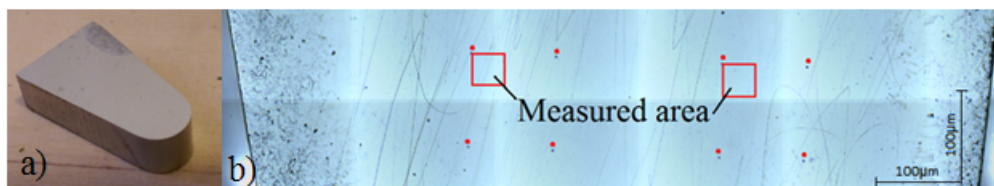
Projekta otrā posma ietvaros (17.04.2015. un 14.10.2015.) organizētas 2 sanāksmes projektā iesaistītajiem darbiniekiem un nozares pārstāvjiem, kurās tika diskutēts par projekta uzdevumiem un sasniedzamajiem rezultātiem. Regulāri (vismaz reizi mēnesī) tiek noturētas iekšējās sanāksmes, kurās projekta vadītājs ar projektā tieši iesaistītajiem darbiniekiem pārrunā darbu progresu.

**2.3. Projekta Nr. 6 uzdevumi**

*(Norāda projekta pārskata periodā plānotās darbības un galvenos rezultātus. Kopējais saturiskais izklāsts nepārsniedz divas A4 lapas)*

Darba uzdevumi	Galvenie rezultāti
<b>1. Raksturot metāla virsmas un noteikt vislabākās testēšanas metodes</b>	<b>Izstrādāta zinātniskā publikācija un iesniegta publicēšanai žurnālā</b>

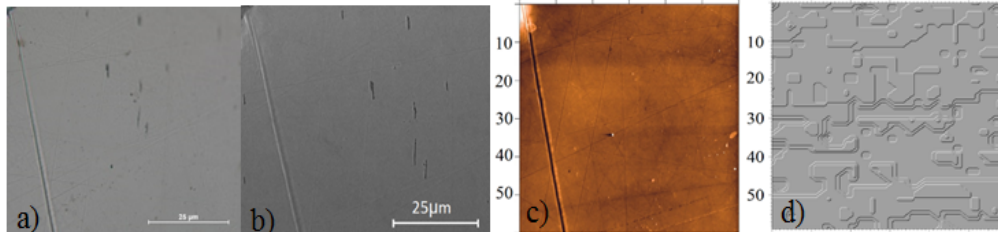
Lai noteiktu piemērotāko testēšanas metodi precīzai metāla virsmas raksturošanai, projekta ietvaros tika savstarpēji salīdzinātas šādu analīzes metožu iespējas: optiskā mikroskopija, skenējošā elektronu mikroskopija, atomspēku mikroskopija un profilometrija. Metodes salīdzinātas analizējot vienu pulētu tērauda paraugu (skat. 1.a att.). Tika uzņemti attēli no precīzi vienas un tās pašas pētāmās virsmas daļas, kas iezīmēta ar nanoindentācijas iespaidumiem (skat. sarkanos punktus 1b att.). No noskenētās virsmas daļas tika apskatīti divi virsmas laukumi ar izmēru 50x50 μm, no kuriem noskaidrotas katras metodes kvalitatīvās un kvantitatīvās virsmas raksturošanas iespējas.



*1.att. a) Pētījumā izmantotais paraugs, b) Apskatītās zonas.*

Datu kvalitatīvā analīze tika izdarīta vizuāli novērtējot iegūtos attēlus (skat. 2.att.). Tika izvērtēti tādi faktori kā to asums un detalizētības līmenis. Lai objektīvāk salīdzinātu katras

metodes sniegtās iespējas, tika veikta attēlos redzamo skrāpējumu skaitīšana un procentuālā salīdzināšana pret metodi, kura sniedz vislabāko izšķiršanas spēju, kas konkrētajā gadījumā bija atomspēku mikroskopija. Kvantitatīvā analīze tika izdarīta, salīdzinot atomspēku mikroskopa un profilometra iegūto attēlu spēju noteikt skrāpējumu profilu šķērs griezumā, izmantojot speciālu programnodrošinājumu.



2.att. Ar dažādām metodēm iegūtā virsmas attēla piemērs: a) optiskā mikroskopija; b) skenējošā elektronu mikroskopija; c) atomspēku mikroskopija; d) profilometrija.

No iegūtajiem datiem tika secināts:

2. Atomspēku mikroskopija sniedz labākos kvalitatīvos un kvantitatīvos rādītājus par apskatāmo virsmu, taču tā ir dārga un ir ļoti limitēti pētāmo paraugu izmēri;
3. Skrāpējumu noteikšanas iespējas starp apskatītajām metodēm uzlabojas sekojošā kārtībā: profilometrija, skenējošā elektronu mikroskopija, optiskā mikroskopija, atomspēku mikroskopija;
4. Optiskā mikroskopija visātrākajā veidā iegūst pietiekami labu kvalitatīvo informācijas daudzumu par pētāmo virsmu, t.i., šī metode ļauj iegūt attēlus, kuri satur aptuveni 70% no tās informācijas, kura iegūstama ar atomspēku mikroskopiju;
5. Atomspēku mikroskopija ļauj noteikt līdz pat 4nm seklus skrāpējumus;
6. Profilometrijas metode nav efektīvi pielietojama tik mazu virsmas laukumu izpētei.

Sagatavots pilna teksta zinātniskais raksts: Ž.Butāns, K.A.Gross, A.Gridnevs, E.Karzubova. Road safety barriers, the need and influence on road traffic accidents un publicēts žurnālā Materials Science and Engineering (pieejams Scopus).

<p><b>2. Modificēt iekārtu slīdamības mērīšanai laboratorijas apstākļos, sagatavot klimata simulatoru atbilstoši darbam zemās temperatūrās</b></p>	<p><b>Slīdamības mērīšanas iekārta, kas piemērota darbam pielāgotā aukstuma kamerā Sagatavots ziņojums (nodevums): “Metode slīdamības mērīšanai laboratorijas apstākļos”</b></p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Projekta ietvaros izgatavota speciāla iekārta (slīdes stends), ar kuras palīdzību iespējams izmērīt dažādi modificētu metāla paraugu slīdamību pa ledu pie maināmiem eksperimenta uzstādījumiem. Lai izpildītu uzdevumu tika veiktas sekojošas aktivitātes:

1. Izprojektēts stenda koncepts un izgatavots tā prototips;
2. Modificēta klimata simulācijas kamera;
3. Veikta slīdes stenda pielāgošana eksperimentiem klimata simulācijas kamerā;
4. Veikti piloteksperimenti.

Veikto aktivitāšu rezultātā ir izveidots specializēts slīdes stends, kurš ļauj novērtēt dažādu metāla virsmas apstrādes veidu ietekmi uz paraugu slīdamību pa ledu, un vajadzības gadījumā, arī pa citiem materiāliem, piemēram, metālu vai plastmasu. Stenda darbības princips balstīts uz slīpās plaknes izmantošanu, kura papildināta ar optiskajiem sensoriem, kuri ļauj mērīt laiku, kāds paraugiem nepieciešams, lai noslīdētu no slīpās plaknes augšas līdz apakšai. Minētais slīdēšanas laiks tiek izmantots kā raksturojošais parametrs slīdamības īpašību skaitliskai novērtēšanai.

Stends atrodas specializētā klimata simulācijas kamerā un tā konstrukcija ir ērti pielāgojama dažādu ģeometriju paraugiem, kas paver plašas eksperimentu variācijas iespējas, tādejādi sniedzot pilnvērtīgāku ainu pētāmā procesa izprašanai.

Veiksmīgi izstrādāta korekta laboratorijas ledus trases izveidošanas metodika, kura satur informāciju par procesa ilgumu, saldēšanas režīmiem, kā arī ledus pēcapstrādi ar speciāli pielāgotu ēveli. Ievērojot izstrādāto metodiku, tiek panākti nepieciešamie eksperimenta apstākļi.

Izdarīta plaša piloteksperimentu sērija, kura ļāvusi noskaidrot dažādu procesu ietekmējošo faktoru iespaidu uz rezultātiem, t.i. noskaidrota paraugu svāra, ledus temperatūras un plaknes slīpuma leņķa ietekme uz iegūto rezultātu absolūto vērtību un izkliedi, tādējādi ļaujot izprast pie kādiem eksperimenta apstākļiem vislabāk novērojama virsmas modificēšanas ietekme. Ņemot vērā iegūtos eksperimentālos datus, tika izveidota metodika turpmāko eksperimentu veikšanai.

2.posma 2.uzdevuma rezultātā pabeigts darbs pie iekārtas slīdamības mērīšanai laboratorijas apstākļos izstrādes, klimata stimulators pielāgots darbam zemās temperatūrās un izstrādāts nodevums "Metode slīdamības mērīšanai laboratorijas apstākļos", kas pievienots atskaitei elektroniskā formā. Nodevums sagatavots latviešu valodā uz 16 A4 lapām, tajā iekļautas sekojošas nodaļas: (1) Slīdes stenda prototipa izveide, (2) Klimata simulācijas kameras modificēšana, (3) Slīdes stenda pielāgošana eksperimentiem klimata simulācijas kamerā, (4) Piloteksperimenti klimata simulācijas kamerā, (4.1) Ledus trases sagatavošana eksperimentam, (4.2) Optimālais plaknes slīpuma leņķis, (4.3) Klimata kameras un pētāmo paraugu temperatūras ietekme uz paraugu slīdamību un ledus kvalitāti.

***3. Modificēt metāla virsmu, noteikt slīdamības atkarību no veiktajām modifikācijām***

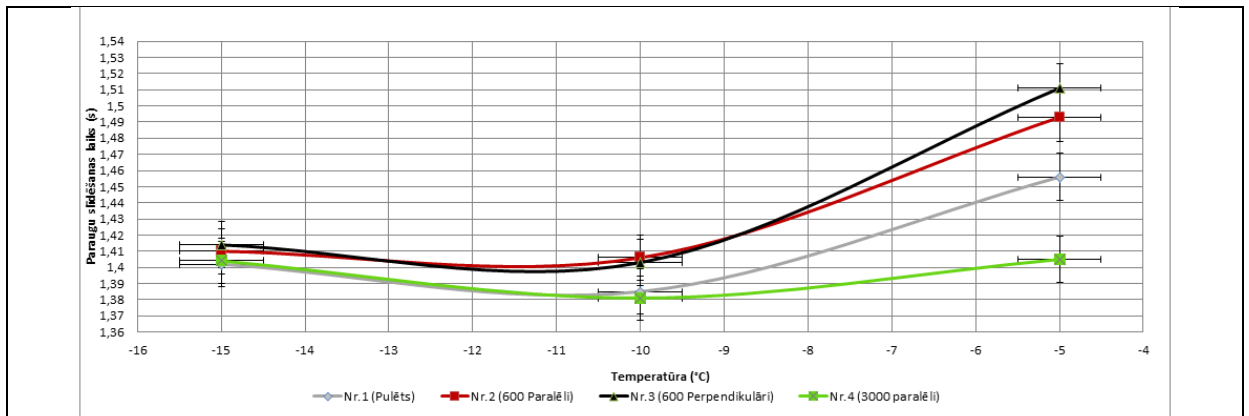
***Sagatavots ziņojums, iesniegts abstrakts un dalība European Materials Research Society konferencē***

Ņemot vērā izgatavotā slīdes stenda iespējas un parametrus, tika izfrēzēti 42 metāla paraugi ar vienādiem parametriem. Paraugi tika pulēti līdz spoguļvirsmai ar autopulētāju, tādējādi iegūstot pulētu darba virsmu visiem paraugiem.

Lai iegūtu metāla paraugus ar dažādas pakāpes virsmas raupjumu, tie tika skrāpēti ar smilšpapīru. Tā kā smilšpapīru ražotāju klāsts ir plašs, tika salīdzināti dažādu firmu vienas markas smilšpapīri, paraugus vienādi apstrādājot (ar vienādu piespiešanas svāru, skrāpēšanas reižu skaitu un skrāpēšanas garumu). Apstrādātajiem paraugiem tika veikta vizuālā struktūras salīdzināšana ar mikroskopu, kā arī 3D mikrotopogrāfijas mērījumi. Rezultātā tika izdarīti secinājumi, kādus smilšpapīrus izmantot, lai paraugu virsmas tekstūra būtu maksimāli līdzīga visiem apstrādājamiem paraugiem, tādējādi nodrošinot, ka mainās tikai virsmas raupjums.

Lai noskaidrotu kāda ir eksperimentu datu ticamība, tika veikti atkārtotības eksperimenti. Tika salīdzināti paraugu ar dažādas pakāpes virsmas raupjumu savstarpējie slīdēšanas laiki vienas un vairāku eksperimentu dienu ietvaros. Rezultātā tika iegūti dati par nepieciešamo paraugu skaitu, nepieciešamo eksperimentu daudzumu un dienu skaitu, lai būtu iespējams apgalvot, ka eksperimentu rezultāti ir ticami.

Lai noteiktu pie kādas temperatūras un apstākļiem veikt eksperimentus, kā arī iegūtu rezultātus metāla paraugu slīdēšanas laika atkarībai no temperatūras, tika veikti eksperimenti pie dažādām temperatūrām. Rezultātā tika iegūti dati, pēc kuriem var noteikt optimālo temperatūru eksperimentu veikšanai, lai rezultātu izkliede būtu pēc iespējas lielāka, taču saglabātos ledus kvalitāte un tā būtiski neietekmētu paraugu raupjuma izpēti. Dažādi apstrādātu paraugu slīdēšanas laika atkarība no temperatūras redzama 2.attēlā.



2.att. Paraugu slīdēšanas laika atkarība no temperatūras

Tika arī veikti eksperimenti, lai iegūtu informāciju par pieliktā svara ietekmi uz paraugu slīdēšanas laiku, ar mērķi noskaidrot, kādu parauga svaru izvēlēties, veicot eksperimentus. Tādējādi arī tika izvēlēti optimālie apstākļi eksperimentu veikšanai, lai virsmas raupjums būtu vienīgais rezultāts ietekmējošais faktors.

Projekta ietvaros tika izstrādāta arī metodika nerūsējošā tērauda rūdīšanai un iegūtās cietības mērīšanai. Pēc detalizētas iepazīšanās ar izmantoto materiālu, tika veikta eksperimentālo paraugu termiskā apstrāde, izmantojot rūdīšanas krāsni. Termiskās apstrādes process ietver 3 etapus: atkvēlināšana, rūdīšana un dubultā atlaidināšana. Pēc termiskās apstrādes procesa uz eksperimentālo paraugu virskārtas veidojas liels oksīdu slānis, kas tiek daļēji noberzts, tādējādi sagatavojot parauga darba virsmu ar raupjumu  $Ra \leq 2 \mu m$ , kas ir nepieciešams korektiem cietības mērījumiem. Sākotnējie rezultāti rāda, ka rūdīšanas rezultātā materiāla cietība palielinās par ~ 30%.

Projekta ietvaros sagatavots abstrakts un ņemta dalība konferencē European Material Research Society (EMRS) Conference “EMSR Fall meeting 2015”, Warsaw, Poland, 15.-18.09.2015 ar stenda referātu “Finding the best qualitative and quantitative assessment method for highly polished low-friction surfaces” (J.Lungevics, J.Zavickis, L.Pluduma, K.A.Gross). Konferences apmeklējuma laikā gūtie secinājumi: Prezentētā pētījuma ietvaros tika meklēta labākā un racionālākā metode pulētu metālisko virsmu kvalitatīvai un kvantitatīvai novērtēšanai. Šī pētījuma lielākais guvums ir pilnvērtīgs priekšstats par to, cik patiesībā efektīvas un lietderīgas ir dažādas virsmas novērtēšanas iekārtas, kas projekta turpmākajā virzībā ļaus racionāli pieņemt lēmumus par optimālāko iekārtu izvēli. No citu pētnieku ziņojumiem tika gūtas idejas par dažādām virsmu modificēšanas metodēm, kā rezultātā tiek uzlabotas to termiskās noturības, slīdamības un nodilumizturības īpašības. Šī iegūtā informācija ļauj racionālāk plānot projekta turpmāko virzību un metodes, kā sasniegt izvirzīto mērķi.

## 2.4. Projekta Nr. 6 izvirzīto uzdevumu izpildes rezultāti

(Novērtē, kādā mērā ir sasniegti plānotie mērķi un uzdevumi. Raksturo rezultātu zinātnisko un praktisko nozīmību, kā arī rezultātu praktisko lietojumu (lietišķiem pētījumiem). Raksturo problēmas, to iespējamās risinājumus, turpmākā darba virzienus. **Kopējais saturiskais izklāsts nepārsniedz četras A4 lapas**)

### Sasniegto rezultātu zinātniskā un praktiskā nozīmība:

Projekta pirmajos divos posmos ir pilnībā pabeigts darbs pie slīdamības mērīšanas iekārtas (laboratorijas trases) izstrādes un aukstuma kameras pielāgošanas. Ieguldīts liels darbs precīzai metodoloģijas izstrādei, novērtējot dažādu parametru iespaidu uz mērīšanas rezultātiem. Rezultātā sasniegta mērījumu atkārtojamība un rezultātu ticamība. Tāpat arī detalizēti izpētītas dažādu metāla paraugu virsmas analīzes metožu priekšrocības un trūkumi,

kas ļauj katrai situācijai ātri piemeklēt atbilstošāko testa metodi.

Sasniegtie rezultāti un izstrādātās metodes ir pamats visu turpmāko eksperimentu veikšanai, kuru laikā tiks novērtēta dažādu metāla virsmas modifikāciju ietekme uz tās slīdamību.

Projekta 3.posmā tiks turpināts darbs pie metāla virsmas modificēšanas ar dažādām metodēm:

- raupjums - pirmie eksperimenti veikti jau 2.posmā, turpmāk plānots izvērtēt dažāda virsmas raupjuma ietekmi uz metāla virsmas slīdamību, novērtēt nepieciešamo virsmas raupjuma pakāpi un tekstūru.
- cietība - 2.posmā attīstīta mērīšanas un karsēšanas metodika un pirmie eksperimenti rāda, ka rūdītie paraugi ir uzrādījuši nedaudz labāku slīdēšanas laiku, nekā nerūdītais paraugs. Lai pilnvērtīgi spriestu par termālās apstrādes ietekmi uz paraugu slīdamību, projekta ietvaros tiks izdarīti daudz padziļinātāki pētījumi, kuros tiks veikti statistiski ticamāki mērījumi, t.i. izmantots lielāks paraugu skaits, salīdzināta rūdīto un nerūdīto paraugu pretestība pret saskrāpēšanos, kā arī izpētīts kā mainās šo paraugu slīdamība pie dažādām gaisa temperatūrām.
- ķīmiskā modificēšana – tiks modificēta un mērīta metāla paraugu virsmas hidrofibritāte un tās saistība ar slīdamību.

Kā arī tiks uzsākts darbs pie metodes izstrādes liela metāla paraugu virsmas modificēšanai.

### 3. posma uzdevumi:

1. Modificēt metāla virsmas, noteikt slīdamības atkarību no veiktajām modifikācijām
  - Sasniedzamais rezultāts: Iesākta rekomendāciju izstrāde par virsmas modifikācijām, kas visvairāk palielina slīdamību metālam pa ledu. Daļība konferencē, publikācija.
2. Izstrādāt metodes slīdamības uzlabošanai lielākai virsmai reālos apstākļos
  - Sasniedzamais rezultāts: Datu ieguve, apkopošana, analīze. Uzsākta metodes izstrāde liela metāla parauga virsmas modificēšanai.

Otrā posma izpildē viena no nozīmīgākajām problēmām bija projektā nodarbinātā personāla maiņas, kas galvenokārt radās projektā ierobežoto finanšu dēļ. Vadošais pētnieks J.Zavickis, saņemot izdevīgāku darba piedāvājumu, pārtrauca darbu projektā, kā rezultātā projekta vadītājam nācās pārņemt viņa darba pienākumus un aktīvāk iesaistīties eksperimentu plānošanā.

Arī projekta 3.posmā nelielā finansējuma dēļ ir iespējamā personāla maiņas, taču visi projektā nodarbinātie aktīvi iesaistās visu eksperimentu plānošanā un diskusijās, kā arī nodrošināta visu eksperimentālo rezultātu saglabāšana Dropbox mapē, kā rezultātā ir pēc iespējas mazināta personāla maiņas ietekme uz projekta rezultātu sasniegšanu.

## 2.6. Projekta Nr. 6 rezultatīvie rādītāji

*(Norāda pārskata periodā plānotos un sasniegtos rezultatīvos rādītājus. Informāciju atspoguļo tabulā un pielikumā)*

Rezultatīvais rādītājs	Rezultāti							
	plānots		sasniegts					
	gads		gads					
2014.– 2017. g.	2014	2015	t. sk. iepriek šējā periodā	2016.	2017.	2018.*	2019.*	

				uzsākts				
<b>Zinātniskie rezultātīvie rādītāji</b>								
<b>1. Zinātnisko publikāciju skaits:</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>				
oriģinālo zinātnisko rakstu (SCOPUS) (SNIP > 1) skaits	3	0	0	0				
oriģinālo zinātnisko rakstu skaits ERIH(A un B) datubāzē iekļautajos žurnālos vai konferenču rakstu krājumos	0	1	1	2				
recenzētu zinātnisku monogrāfiju skaits	0	0	0	0				
...								
<b>2. Programmas ietvaros aizstāvēto darbu skaits:</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				
promocijas darbu skaits	0	0	0	0				
maģistra darbu skaits	2	0	0	0				
bakalauru darbu skaits	0	0	0	0				
<b>Programmas popularizēšanas rezultātīvie rādītāji</b>								
<b>1. Programmas gaitas un rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi, kuru mērķu grupās iekļauti arī izglītojamie, skaits:</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>				
konferences	3	0	2	2				
semināri	3	0	1	1				
rīkoti semināri	0	0	0	0				
Populārzinātniskās publikācijas	1	0	0	0				
izstādes, demonstrācijas	0	0	0	0				
uzņēmēju un darba devēju informēšanas aktivitātes	0	0	0	0				
Betona olimpiāde	0	0	0	0				
<b>2. Interneta mājas lapu populārie ziņojumi</b>	<b>30</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>12</b>				
<b>Tautsaimnieciskie rezultātīvie rādītāji</b>								
<b>1. Zinātniskajai institūcijai programmas ietvaros piesaistītā privātā finansējuma apjoms, t. sk.:</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				
1.1. privātā sektora līdzfinansējums programmā iekļauto projektu īstenošanai	0	0	0	0				
1.2. ieņēmumi no programmas ietvaros radītā intelektuālā īpašuma komercializēšanas (rūpnieciskā īpašuma tiesību atsavināšana, licencēšana, izņēmuma tiesību vai lietošanas tiesību piešķiršana par atlīdzību)	0	0	0	0				
1.3. ieņēmumi no līgumdarbiem, kas balstās uz programmas ietvaros radītajiem rezultātiem un zinātnības	0	0	0	0				
<b>2. Programmas ietvaros pieteikto, reģistrēto un spēkā uzturēto patentu vai augu šķirņu skaits:</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				
Latvijas teritorijā	1	0	0	0				
ārpus Latvijas	0	0	0	0				
<b>3. Programmas ietvaros izstrādāto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu vai pakalpojumu skaits, kas aprobēti uzņēmumos</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				
<b>4. Ieviešanai nodoto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu, produktu vai pakalpojumu skaits (noslēgtie līgumi par intelektuālā īpašuma nodošanu)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				



5. ...								
--------	--	--	--	--	--	--	--	--

\* Norāda pēc programmas īstenošanas.

Projekta Nr. 6 vadītājs \_\_\_\_\_ /K.A. Gross/  
(paraksts<sup>1</sup>) (vārds, uzvārds)  
(datums<sup>1</sup>)

Zinātniskās institūcijas vadītājs \_\_\_\_\_  
(paraksts<sup>1</sup>) (vārds, uzvārds)  
(datums<sup>1</sup>)

Piezīme.<sup>1</sup> Dokumenta rekvizītus "paraksts" un "datums" neaizpilda, ja dokuments ir sagatavots atbilstoši normatīvajiem aktiem par elektronisko dokumentu noformēšanu.

Izglītības un zinātnes ministre

Ina Druviete

