

2. SADAĻA – INFORMĀCIJA PAR PROGRAMMAS PROJEKTIEM

2.1. Projekts Nr. 6

Nosaukums

Metāla virsmas apstrāde berzes un nodiluma samazināšanai

vārds, uzvārds,
zinātniskais grāds
Institūcija
ieņemamais amats
Kontakts

Kārlis Agris Gross	
PhD	
Rīgas Tehniskā universitāte	
Asoc. profesors un vadošais pētnieks	
<i>Tālrunis</i>	+371 2020 8554
<i>E-pasts</i>	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)

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.*

Papildus tam katrā projekta realizācijas posmā, kas atbilsts kalendārajam gadam, tiek definēti atsevišķi, konkrētajā posmā veicamie uzdevumi.

3. posma uzdevumi:

- 1. uzdevums: Modificēt metāla virsmas, noteikt slīdamības atkarību no veiktajām modifikācijām.*
- 2. uzdevums: Izstrādāt metodes slīdamības uzlabošanai lielākai virsmai reālos apstākļos.*

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

Šis projekts ir pavēris jaunu pētniecības virzienu RTU, kā rezultātā nepieciešams attīstīt jaunas pārbaudes metodes – kvalitātes kontroles nolūkos jāatrod labākās virsmas izpētes metodes, jāattīsta raupju virsmu raksturošanas parametri, jāattīsta metode raupjuma ietekmes uz slīdamību novērtēšanai, kā arī jāizstrādā jauna metode slīdamības pārbaudei. Salīdzinot ar IMATEH programmas projektiem Nr. 1 – 4, šī projekta progress ir lēnāks, jo šajā jaunajā virzienā neeksistē ne studentu apmācības programmas, ne arī jau esoši pētniecības projekti.

6.projekta trešā posma darba uzdevumi ir izpildīti pilnībā:

1. Veikta nerūsējošā tērauda virsmas modificēšana, izmantojot dažādu graudu izmēru smilšpapīrus. Veikta raupjuma mērīšanas metodikas pilnveidošana, kura iekļauj raupjuma negluduma soļa noteikšanu kustības virzienā. To veic no virsmas 3D attēla izdalot atsevišķus profilus, kuri vilkti pa negludumu virsotnēm. Šī jaunā metodika ziņota konferencē un iesniegta žurnālā *Measurement*.
2. Sagatavoti nerūsējošā tērauda paraugi ar termiski nocietinātu virskārtu. Pārbaudīta to 3D topogrāfija, slīdamība un hidrofobitāte. Izstrādāta metodika cietības palielināšanai lielāka mēroga virsmām.
3. Veikta izpēte virsmas hidrofobitātes ietekmei uz paraugu slīdamību. Tērauda paraugi pārklāti ar hidrofobisku slāni, pārbaudīts to kontakta leņķis un slīdamība. Sešiem

paraugiem ar dažādiem kontakta leņķiem pārbaudīta slīdamība. Veikta izpēte virsmas hidrofobitātes ietekmei uz paraugu slīdamību. Tērauda paraugi pārklāti ar hidrofobisku slāni. Pārbaudīti seši dažādi paraugi ar atšķirīgiem kontakta leņķiem.

4. Izstrādāta metodika modificētu lielāka mēroga virsmu slīdamības noteikšanai pa garāku ledus trasi. Veikti izmēģinājuma eksperimenti, lai pārbaudītu vai laboratorijas apstākļos iegūtie rezultāti sakrīt ar rezultātiem, kas iegūti lielāka mēroga virsmām.

Pētījumu rezultāti tika ziņoti 3 konferencēs:

1. Jansons E., Lungevics J., Gross K.A., Surface roughness measure that best correlates to ease of sliding, 15th International Scientific Conference Engineering for Rural Development. 25-27.maijs 2016, Jelgava, Latvija. Mutiskā prezentācija.
2. Lungevics J., Jansons E., Rudzītis J., Gross K.A., Use of an inclined plane with additional time measurements to investigate surface slidability on ice, 12th International Conf. Mechatronic Systems & Matls. 3-8.jūlijs 2016. Bialostok, Polija. Mutiskā prezentācija.
3. Lungevics J., Gross K.A., Modification of metal surfaces for achieving a lower friction and wear, Rīgas Tehniskās universitātes 57. starptautiskās zinātniskās konferences sekcija Valsts pētījumu programma "Inovātivi materiāli un viedās tehnoloģijas vides drošumam, "IMATEH". 17.oktobris 2016. Rīga, Latvija. Mutiskā prezentācija

Dalība 1 zinātniskajā seminārā:

1. Apmeklēta Baltijas reģiona lielākās triboloģijas nozares konferences Baltmattrib 2016 sekcija "Hardening, Coatings, Surface Engineering and Tribology". 3.-4.11.2016. Rīga, Latvija.

Ir publicēts 1 pilna teksta zinātniskais raksts:

1. Jansons E., Lungevics J., Gross K.A., A surface roughness measure that best correlates to ease of sliding. Engineering for Rural Development, January 2016, pages 687– 695. (Pieejams SCOPUS datubāzē).

Ir iesniegti publicēšanai 2 pilna teksta zinātniskie raksti:

1. Lungevics J., Jansons E., Gross K.A., Rudzītis J., A measurement method for surface slidability on ice using an inclined plane equipped with motion detection sensors. (iesniegts publicēšanai žurnālā Measurement, Impact factor:1.159).
2. Gross K.A., Zavickis J., Pluduma L., Lungevics J., Evaluation of visual examination methods for the quality control of polished surfaces. (iesniegts publicēšanai žurnālā Measurement, Impact factor:1.159).

Ir publicēta 1 populārzinātniska publikācija:

1. Gross K.A., Lungevičs J., Plūduma L., Stiprais K., Jansons E. (redaktore: D.Bēma). Jauna metode palīdzēs uzlabot drošību uz ledus. Ilustrētā zinātne, decembris, 2016 (133), 12.lpp.

Projekta ietvaros tiek izstrādāti sekojoši promocijas darbi:

1. J. Lungevičs, Mašīnbūves detaļu triboloģisko īpašību prognozēšanas metode, vadītājs Prof. J. Rudzītis (plānots aizstāvēt 2019. gadā)
2. E. Jansons, Kritērija izstrādāšana berzes pāra metāls-ledus slīdamības noteikšanai, vadītājs Prof. J. Rudzītis (plānots aizstāvēt 2019. gadā)

Projekta ietvaros ir aizstāvēti 2 maģistra darbi:

1. J. Lungevičs, Berzi un dilumu samazinošu virsmas apstrādes metožu triboloģisko īpašību novērtēšanas metodika, vadītāji Prof. J.Rudzītis, A/Prof. K.A.Gross
2. E. Jansons, Virsmas raupjuma ietekme uz slīdes pāra metāls – ledus slīdamību, vadītāji Prof. J.Rudzītis, A/Prof. K.A.Gross

Projekta ietvaros tiek izstrādāts sekojošs bakalaura darbs:

1. K. Stiprais, Metāla ķīmiskā apstrāde berzes mazināšanai, vadītājs A/Prof. K.A.Gross. (plānots aizstāvēt 2017. gada jūnijā).

Jauni pētniecības projekti, to pieteikumu izstrāde un dalība:

Balstoties uz Projekta Nr.6 rezultātiem un sadarbības aktivitātēm 2016. gadā projekta realizētāji iesniedza ERAF (Eiropas Reģionālā attīstības fonda) projekta pieteikumu pirmajā projektu iesniegumu atlasē kārtā, kuru specifiskais atbalsta mērķis bija „Palielināt Latvijas zinātnisko institūciju pētniecisko un inovatīvo kapacitāti un spēju piesaistīt ārējo finansējumu, ieguldot cilvēkresursos un infrastruktūrā” (aktivitāte „Praktiskas ievirzes pētījumi”). Pēc starptautiskā zinātniskā izvērtējuma, tika apstiprināts sekojošs projekta pieteikums, kas saistīts ar Projekta Nr.6 mērķiem:

1. The quest for disclosing how surface characteristics affect slideability (2017-2020) kopējā projekta summa **594 054,28 Euro**.

Projekta ietvaros izstrādātās jaunās metodes, kas aprobētas uzņēmumos:

1. “Metode slīdamības mērīšanai laboratorijas apstākļos”, aprobēta Latvijas bobsleja un skeleto federācijas izmēģinājuma poligonā, apliecinājums datēts ar 5.10.2016.

Programmas un projekta popularizēšanas rezultatīvie rādītāji:

Projekta trešā posma ietvaros 11.01., 01.04., 28.06., 16.09., 27.09., 05.10., 27.10., 23.11. organizētas sanāksmes projektā iesaistītajiem darbiniekiem un nozares pārstāvjiem, kurās tika diskutēts par projekta uzdevumiem un sasniedzamajiem rezultātiem. Regulāri (vismaz reizi divās nedēļās) tiek noturētas iekšējās sanāksmes, kurās projekta vadītājs ar projektā tieši iesaistītajiem darbiniekiem pārrunā darbu progresu.

IMATEH mājas lapā <http://imateh.rtu.lv/> ir ievietota detalizēta informācija gan par 6. projekta gan VPP IMATEH aktivitātēm un aktualitātēm.

2.3. Projekta Nr. 6 uzdevumi

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

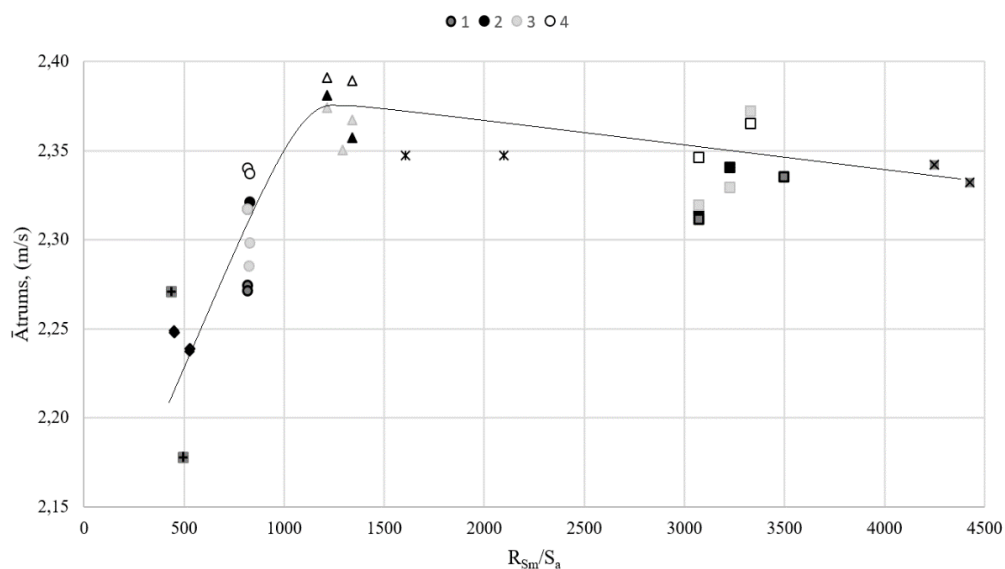
Darba uzdevumi	Galvenie rezultāti
1. uzdevums: Modificēt metāla virsmas, noteikt slīdamības atkarību no veiktajām modifikācijām.	Iesākta rekomendāciju izstrāde par virsmas modifikācijām, kas visvairāk palielina slīdamību metālam pa ledu. Dalība konferencē, publikācija.

Veikta padziļināta izpēte dažādu virsmas modifikāciju ietekmei uz slīdamību pa ledu. Apskatīti trīs modifikācijas veidi: raupjuma variēšana, cietības palielināšana un hidrofobitātes maiņa. Līdzšinējie pētījumi par virsmas raupjumu apskatījuši tikai tā ietekmi uz berzes koeficientu apstrādes pēdu virzienā, kā arī atspoguļota informācija tikai par izteikti raupjām virsmām (Kietzig u.c., J. Appl. Phys. 106, 2009, Raksts 024303). Saskaņā ar Skovakla u.c. (Tribol. Int., 49, 2013, 44-52) apskatīto virsmas kontakta nozīmīgumu berzes procesā, šajā atskaitē tiks atspoguļota kustības virzienā orientēta raupjuma ietekme uz slīdamību.

Vislielākais uzsvars likts uz virsmas raupjuma ietekmes pētījumiem, jo šī ir vienkārša, lēta

un ātra modifikācijas metode. Tika analizēti standartā ISO 25178 reglamentētie virsmu raupjuma parametri un apskatīta to korelācija ar paraugu slīdamību. Izmantojot raupjuma negludumu vidējā soļa (R_{Sm}) un virsmas aritmētiskā augstuma (S_a) attiecību, tiek raksturots negludumu slīpums (lielāka R_{Sm}/S_a attiecība norāda uz gludāku virsmu), kuram palielinoties pieaugs paraugu slīdēšanas ātrums (skat. 1.att.). Raupjuma ietekme pārbaudīta paraugiem, kuru virsmas apstrādātas ar 400, 600, 1500, 2000 un 3000 marku smilšpapīriem. Eksperimenti, kuri veikti četrās nesaistītās dienās (grafikā apzīmēti ar indeksiem 1 līdz 4) uzrāda, ka raupjākas virsmas (mazs R_{Sm}/S_a) būtiski samazina paraugu kustības ātrumu, bet R_{Sm}/S_a palielinoties virs 1000 paraugu ātrums nostabilizējas. Šī kritiskā robežpunkta atrašanai ir praktiska un ekonomiska nozīme, jo pierādīts, ka nav vajadzība apstrādāt virsmas ar smilšpapīru, kurš ir ar mazāku graudu izmēru par 600.

No rezultātiem var secināt, ka virsmas kontakta laukumam ir būtiska nozīme tikai, ja raupjums ir zem kritiskās robežas. Virsmām, kuru raupjums atrodas virs kritiskās R_{Sm}/S_a attiecības tiks veikta padziļināta izpēte, kur apskatīs to miera stāvokļa berzes koeficienta sasaisti ar slīdēšanu. Virsmu raksturošanai tiks izmantots lielāks mērogs, t.i. apskatīts ne tikai atdalītais raupjums, bet arī viļņainība un forma. Šāda raksturošanas pieeja līdz šim nav apskatīta, jo visi līdzšinējie pētījumi akcentēti tikai uz mikrona līmeņa raupjumu kur, pie tam, minēta tikai tā skaitliskā vērtība, neanalizējot procesus, ar kādiem šim raupjumam jāsaskaras (Stamboulis u.c. Trib. Int. 55 (2012) 59-67).



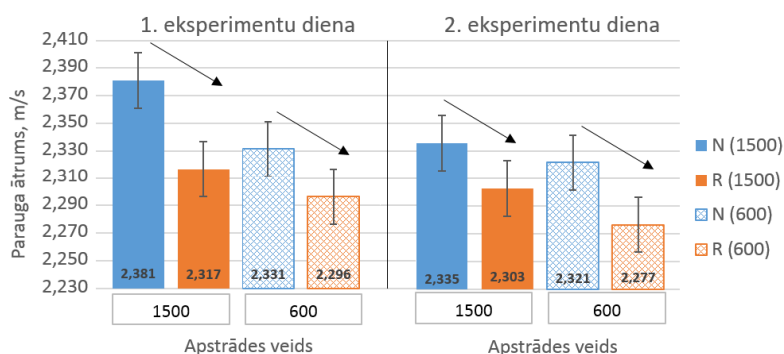
1.att. Virsmas raupjuma (izteikts kā R_{Sm}/S_a attiecība) ietekme uz slīdēšanas ātrumu.

Kā otrā modifikācija tika apskatīta virsmu nocietināšana. Tā izvēlēta, jo raupjuma izpēte uzrāda, ka virsmas saskrāpēšanās negatīvi ietekmē kustības ātrumu, līdz ar to, virsmas nocietināšana šo ietekmi varētu mazināt. Paraugu nocietināšanai izmantota vienkāršākā no metodēm – rūdīšana. Termiskās apstrādes rezultātā paraugiem izmainīta Brinela cietība no 340 uz 440. Rūdītie un nerūdītie (atskaites sistēma) paraugi, tika identiski nopulēti un pēc tam apstrādāti ar 600 un 1500 markas smilšpapīriem, kam seko slīdamības mērījumi.

Rūdītajiem paraugiem tiek iegūta labāka noturība pret skrāpējumiem, bet to gludās virsmas uzrāda pretēju efektu cerētajam, t.i. tie slīd lēnāk kā vairāk saskrāpētie nerūdītie paraugi (skat. 2.att.). Novērotā sakarība pārbaudīta atkārtoti un iegūta identiska tendence, kas apstiprina primāros rezultātus.

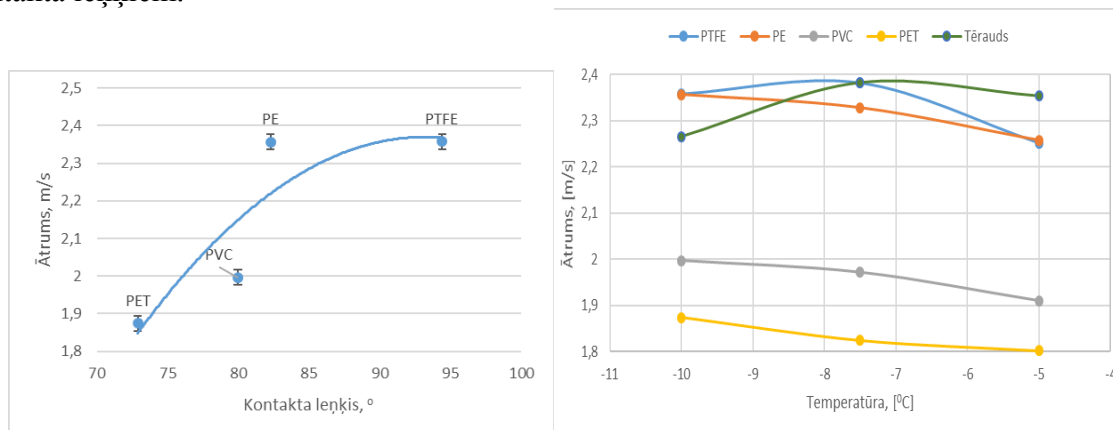
Tā kā termiskā apstrāde izsauc virkni izmaiņu materiālā, tika pārbaudīta rūdīto paraugu aktīvā enerģija un noskaidrots, ka to virsmas ir hidrofīlākas, kas izsauc novēroto ātruma samazinājumu. Šī likumsakarība tiks apskatīta detalizētāk, izgatavojot paraugus ar citu

rūdīšanas līmeni. Tiks apskatīta arī citu nocietināšanas metožu (piemēram, apstrāde ar ložu strūklu) ietekme uz procesu, lai iegūtu pilnīgāku skatījumu.



2.att. Rūdītu (R) un nerūdītu (N) paraugu slīdēšanas ātrumi.

Kā trešā virsmas modifikācija tika apskatīta hidrofobcitāte. Sešiem dažādiem polimēriem tika noteikti kontakta leņķi un slīdamība pa ledu – polipropilēns (PP), polietilēns (PE), polivinilhlorīds (PVC), polietilēntereftalāts (PET), politetrafluoretilēns (PTFE) un polioksimetilēns (POM). Zemāka kontakta leņķa polimēra virsmas samazināja slīdēšanas ātrumu, bet vairāk hidrofobciskas virsmas (PE un PTFE) palielināja slīdēšanas ātrumu, 3. attēls. Lielākas hidrofobcitātes virsmas tiek meklētas, lai saprastu slīdēšanas ātrumu pie augstākiem kontakta leņķiem.



3.att. Kontakta leņķa ietekme uz slīdamību pa ledu.

Sagatavots pilna teksta zinātniskais raksts: E. Jansons, J. Lungevics, K. A. Gross. Surface roughness measure that best correlates to ease of sliding., kas prezentēts konferencē 15th International Scientific Conference Engineering for Rural Development. 25.-27.05.2016. Jelgava, Latvija (pieejams Scopus).

Sagatavots pilna teksta zinātniskais raksts: J. Lungevics, E. Jansons, K. A. Gross, J. Rudzītis. A Measurement Method for Surface Slidability on Ice Using an Inclined Plane Equipped with Motion Detection Sensors. (iesniegts publicēšanai žurnālā "Measurement").

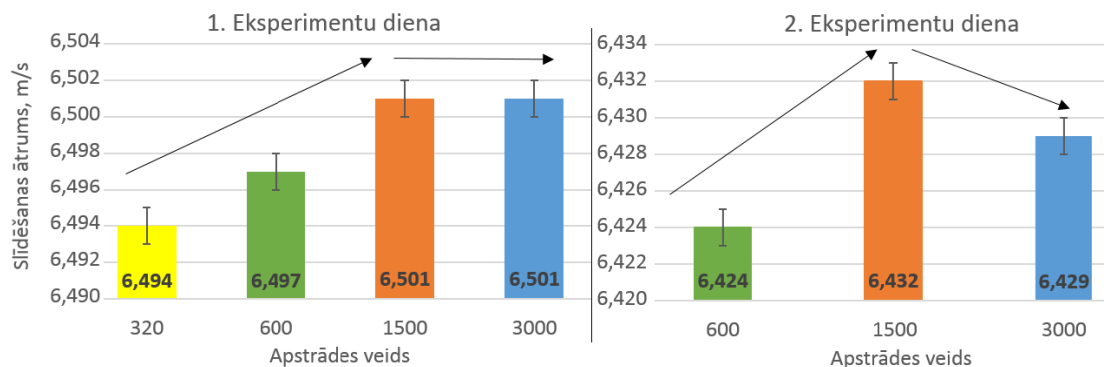
2. uzdevums: Izstrādāt metodes slīdamības uzlabošanai lielākai virsmai reālos apstākļos

Datu ieguve, apkopošana, analīze. Uzsākta metodes izstrāde liela metāla parauga virsmas modifikēšanai

Laboratorijas pētījumiem ir nozīme tikai tad, ja iespējams tajos noskaidrotās likumsakarības pārbaudīt reālos apstākļos, t.i. ārējā vidē, garākā slīdēšanas distancē un izmantojot lielāka izmēra modificētās virsmas. Šādus apstākļus iespējams realizēt kamaniņu treniņa estakādē, kur iespējams mainīt ledus temperatūru, bet nav iespējas ietekmēt, mitrumu,

UV starojumu un vēju, kas var radīt būtisku ietekmi uz ledus temperatūru un vispārīgo kvalitāti. Estakādē eksperimentus iespējams realizēt uz divām dažādu slīpumu plaknēm. Slīdēšanas laiks tiek mērīts tā pat kā laboratorijas apstākļos, t.i. izmantojot optiskos sensorus.

Kā modificējamās virsmas tiek izmantotas skeletoņa slieces, jo tās ir īsākās no šāda tipa ziemas sporta veidu sliecēm, kas atvieglo modifikāciju realizēšanu, to ģeometrija pielāgota ledū iestrādātajai renei, pa kuru tiek slidināts skeletoņš, un uz skeletoņa viegli novietot papildus svaru, kas ļauj izpētīt piespiešanas spēka ietekmi uz procesu. Slieces, kuras saskrāpētas ar 3000, 1500, 600 un 320 markas smilšpapīriem uzrāda līdzīgas tendences kā laboratorijas apstākļos pētītajiem paraugiem (skat. 4.att.). Līdzīga tendence novērota divās eksperimentu dienās.



4.att. Raupjuma ietekme uz slīdēšanas ātrumu divās eksperimentu dienās.

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**)*

Ledus berzes izpētei ir daudz lietderīgāk izmantot paraugu slīdēšanas ātrumu, nevis berzes koeficientu, kā tas darīts līdz šim, jo koeficienta izmaiņas ir niecīgas un mērīšanas procesu ietekmē virkne faktoru, kas izsauc rezultātu pārklāšanos. Pie tam, līdz šim pētāmās virsmas nav bijušas pietiekami labi raksturotas, lai izskaidrotu, kuri varētu būt procesu visietekmējošākie faktori. Šajā projektā pielietotas jaunas metodes virsmu tekstūras raksturošanā, kā arī izmantota jauna metode slīdēšanas īpašību noteikšanai – slīpā plakne, kura aprīkota ar optiskajiem sensoriem, kuri ļauj noteikt paraugu slīdēšanas ātrumu. Slīdēšanas ātruma mērījumus ietekmē ne tikai virsmas īpašību izmaiņa, bet arī aerodinamika, vibrācijas u.t.t., kas kopumā nosaka objekta slīdēšanu tuvāk reālām dzīves situācijām.

Atrasts optimālais virsmas raupjuma līmenis un noskaidrots, ka virsmu pulēšana gludāk par šo līmeni nedod būtisku uzlabojumu slīdēšanas procesā. Pētījuma turpinājumā virsmu tekstūras tiks raksturotas vairākos līmeņos (raupjums, viļņainība, forma), kas sniegs kopīgo ainu par paraugu tekstūru un ļaus noteikt, kurš līmenis spēlē būtiskāko lomu.

Pārbaudīts, ka paraugu rūdīšana ļauj uzlabot to noturību pret skrāpējumiem, taču termiskās apstrādes rezultātā izmainītā virsmas enerģija spēlē būtiskāku lomu nekā raupjuma samazinājums. Papildus eksperimentālo paraugu izveide ļaus detalizētāk izprast aktīvās enerģijas ietekmi uz virsmu slīdamību.

Hidrofobitātes pētījumi uzrāda būtisku ietekmi uz paraugu slīdamību, tāpēc jāizgatavo papildus paraugi ar vēl hidrofobākām virsmām, ko var panākt kombinējot virsmu ķīmiskos un tekstūras parametrus. No tekstūras viedokļa līdz šim plaši pētīts lotusa lapas efekts, taču tas nekad nav pārbaudīts ledus berzes procesā.

Izstrādāta un pārbaudīta metodika lielāka mēroga virsmu pārbaudīšanai. Eksperimenti realizēti pēc identiska principa kā laboratorijā, izmantojot kamaniņu trases starta treniņu

estakādi un tie ļauj novērtēt vai laboratorijas rezultāti aprobējami lielākā mērogā.

R.E. Gagnor savā šī gada publikācijā (Cold Regions Science and Technology, 131, 2016, 1-9) uzsver, ka neskatoties uz to, ka ledus berze pētīta jau dekādēm ilgi, joprojām nav izdevies izprast šo sarežģīto procesu, tādēļ nepieciešams veikt padziļinātāku izpēti, uz ko orientēts šis projekts.

Laboratorijas trases sagatavošana prasa trīs pilnas dienas, bet paši eksperimenti realizējami ceturtajā dienā. Diemžēl, dotā brīža tehniskais nodrošinājums pēc eksperimentu realizēšanas pieprasa izslēgt aukstuma kameru, jo kondicionieris, kurš nodrošina zemās temperatūras darba procesā aizsalst, līdz ar to, eksperimentu skaits limitēts uz 1 pilnu dienu nedēļā, kas būtiski kavē datu iegūšanu.

Lai kontrolētu eksperimentālo vidi, tiek izstrādāts multifunkcionāls sensors, kurš būs vienlīdz labi izmantojams gan laboratorijā, gan ārā apstākļos estakādē.

Eksperimenti estakādē var tikt realizēti tikai laika periodā no novembra līdz martam, kas būtiski samazina iespējamo eksperimentu skaitu. Ņemot vērā šo aspektu, minētajā laika periodā lielākais akcents likts tieši uz eksperimentiem estakādē, lai projekta ietvaros sasniegtu izvirzītos mērķus.

Šim konkrētajam projektam nav iespējas izmantot iepriekšējus studentu pētījumus par līdzīgu tēmu, jo šādi pētījumi vienkārši nav veikti, līdz ar to var maldīgi šķist, ka sasniegti maz rezultāti. Šī lēnā procesa attīstība skaidrojama ar nepieciešamību no jauna radīt un pārbaudīt katru izpētes etapu, lai nodrošinātu, ka tas sniedz vēlamus rezultātus. Neskatoties uz to, projekta trešais gads ir devis pozitīvus rezultātus un pienesumu zinātnei. Tagad, kad attīstītas jauni veidotās izpētes metodes, projekta pēdējo gadu var pilnībā fokusēt tieši uz dažādu virsmas modifikāciju pārbaudi, kuras tiks atspoguļotas zinātniskajās publikācijās. Papildus darbības, kuras nav norādītas projekta pieteikumā un netiek finansētas no VVP līdzekļiem, ļaus iegūt multifunkcionālu sensoru, kurš ļaus detalizēti raksturot procesa klimatiskos apstākļus.

Projekta ietvaros attīstītās metodes un gūtās zināšanas ļāvušas izpildīt vienu no VPP galvenajiem mērķiem, t.i. ir izdevies piesaistīt papildus finansējumu pētījumu turpinājumam (ERAF projekts), kas ļaus daudz detalizētāk apskatīt procesu un veikt plašāku spektru ar virsmu modifikācijām, kas ļaus ne tikai uzlabot virsmu slīdamību pa ledu, bet arī sniegs pretējo efektu, tādejādi padarot kustību pa apledojušām virsmām drošāku.

Lai sasniegtu projekta mērķi, projekta 4.posmā paredzēts:

1. Izpētīt kā dažādu līmeņu virsmas negludumi ietekmē slīdamību. Tiks apskatīti trīs līmeņi sākot ar zem mikrona līmeni, tad mikrona līmeni 10-100 μ m un, visbeidzot, makro līmeni 1-10mm. Tiks sagatavota publikācija, kurā atspoguļota pareiza mērīšanas metodika un tas, kā katrs no līmeņiem korelē ar paraugu slīdēšanu.
2. Padziļināti izpētīt kā cietība, tekstūra un hidrofobitāte ietekmē virsmu slīdamību pa ledu, un noskaidrot kurai no šīm modifikācijām ir lielākā ietekme.
3. Apskatīt laboratorijas un estakādē iegūto rezultātu savstarpējo korelāciju. Šajā uzdevumā ietilpst detalizēts apraksts eksperimentu realizēšanai estakādē, kurš noslēdzas ar abu metožu salīdzinājumu.
4. Noskaidrot virsmas modifikāciju, kura visvairāk uzlabo virsmu slīdamību. Rezultāts tiks atspoguļots kā rekomendācija tam, kā sagatavot liela mēroga virsmas, lai tās būtu praktiski pielietojamas gan slīdamības uzlabošanai, gan samazināšanai.

2.6. Projekta Nr. 6 rezultatīvie rādītāji

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

Rezultatīvais rādītājs	Rezultāti					
	plānots 2014.– 2017. g.	sasniegts				
		gads				
		2014	2015	2016.	t. sk. iepriekšējā periodā uzsākts	2017.
Zinātniskie rezultatīvie rādītāji						
1. Zinātnisko publikāciju skaits:	3	1	1	1	3	
oriģinālo zinātnisko rakstu (SCOPUS)(SNIP>1) skaits	3	0	0	0	0	
oriģinālo zinātnisko rakstu skaits ERIH(A un B) datubāzē iekļautajos žurnālos vai konferenču rakstu krājumos	0	1	1	1	3	
recenzētu zinātnisku monogrāfiju skaits	0	0	0	0	0	
2. Programmas ietvaros aizstāvēto darbu skaits:	2	0	0	2	2	
promocijas darbu skaits	0	0	0	0	0	
maģistra darbu skaits	2	0	0	2	2	
bakalaura darbu skaits	0	0	0	0	0	
Programmas popularizēšanas rezultatīvie rādītāji						
1. Programmas gaitas un rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi, kuru mērķu grupās iekļauti arī izglītojamie, skaits:	6	0	3	5	8	
konferences	3	0	2	3	5	
semināri	3	0	1	1	2	
rīkoti semināri un konferences	0	0	0	0	0	
populārzinātniskas publikācijas	1	0	0	1	1	
izstādes, demonstrācijas	0	0	0	0	0	
....						
2. Interneta mājas lapu populārie ziņojumi	30	8	4	8	20	
Tautsaimnieciskie rezultatīvie rādītāji						
1. Zinātniskajai institūcijai programmas ietvaros piesaistītā privātā finansējuma apjoms, t. sk.:	0	0	0	0	0	
1.1. privātā sektora līdzfinansējums programmā iekļauto projektu īstenošanai	0	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	0	
1.3. ieņēmumi no līgumdarbiem, kas balstās uz programmas ietvaros radītajiem rezultātiem un zinātnības	0	0	0	0	0	
2. Programmas ietvaros pieteikto, reģistrēto un spēkā uzturēto patentu vai augu šķirņu skaits:	1	0	0	0	0	

Latvijas teritorijā	1	0	0	0	0	
ārpus Latvijas	0	0	0	0	0	
3. Programmas ietvaros izstrādāto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu vai pakalpojumu skaits, kas aprobēti uzņēmumos	1	0	0	1	1	
4. Ieviešanai nodoto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu, produktu vai pakalpojumu skaits (noslēgtie līgumi par intelektuālā īpašuma nodošanu)	0	0	0	0	0	
5. Noslēgtie līgumi par praktisko pētījumu projektu realizāciju saistībā ar projekta mērķiem un RIS 3.	0	0	0	594 054	594 054	

* Norāda pēc programmas īstenošanas.

Projekta Nr. 6 vadītājs _____
(paraksts¹)

/ K.A. Gross/
(vārds, uzvārds)
(datums¹)

Zinātniskās institūcijas vadītājs _____
(paraksts¹)

(vārds, uzvārds)
(datums¹)

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

Izglītības un zinātnes ministre

Ina Druviete

