

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/576

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA V OBDOBJU 2004-2008

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

| | |
|--|---|
| Šifra programa | P2-0231 |
| Naslov programa | Tribologija |
| Vodja programa | 812 Jožef Vižintin |
| Obseg raziskovalnih ur | 17.000 |
| Cenovni razred | D |
| Trajanje programa | 01.2004 - 12.2008 |
| Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji) | 782 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo |

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa¹

Programska skupina je v preteklem obdobju 2004-2008 delovala na več raziskovalnih področjih, ki celovito zajemajo tematike:

- trenja in obrabe mehanskih sistemov,
- maziv in mazanja,
- nanotribologije in mejnih mazalnih filmov,
- inženiringa površin in lastnosti trdih površinskih prevlek,
- študij modelov za spremljanje in diagnosticiranje poškodb na mehanskih sistemih.

Na večini teh področjih, ki so sicer povezana in se prepletajo, smo dosegli zavidljive rezultate in preseglji celo lastna pričakovanja, tako v realizaciji kot tudi uspešnosti. Raziskovalna skupina se je izrazito mednarodno uveljavila, hkrati pa izvajala v Sloveniji številne projekte in sodelovala z industrijo doma in v tujini. Ob tem velja omeniti še vpetost skupine v pedagoško delo na dodiplomskem in podiplomskem študiju ter občasne seminarje za industrijske namene.

Pomemben delež naših raziskav obsega delo na triboloških sistemih, ki ne uporabljajo mazanja. V ta namen se uporabljajo različne kombinacije materialov in površinskih prevlek. V skupini smo delovali na karakterizaciji materialov v smislu njihovih površinskih lastnosti (trdota, hrapavost, topografija, kemijske lastnosti...), meritev zaostalih napetosti in triboloških lastnosti pod določenimi kontaktnimi pogoji. Izvajali smo številne raziskave in preizkušanja. Poleg rezultatov osnovnih temeljnih raziskav, ki so zajeti v bibliografskih podatkih, je treba omeniti še aplikativne študije in projekte. Pri teh aplikativnih študijah smo raziskovali keramične zavore za uporabo v avtomobilski industriji s podjetjem MS Production Bled, diagnostične sisteme z uporabo nevronskega

mrež za detekcijo okvar v Slovenskih železarnah, kvalitete biodizla v sodelovanju s podjetjem Petrol d.d., Ljubljana, Optimizacijo tehnologije izdelave valjev za vroče valjanje iz valjčne litine SHSS s podjetjem Valji Štore, Razvoj keramičnih tesnilnih obročev za mehanska drsna tesnila za ETI Izlake, idr.. Vsi ti projekti so bili zelo dobro ocenjeni, večina z odlično oceno. Uspeh pri samih uporabnikih pa lahko ocenimo z izboljšavami in zadovoljstvom partnerjev.

Naslednji večji sklop s katerim smo se ukvarjali so bili mazani tribološki sistemi, še posebej mazanje prevlek diamantu podobnega ogljika (DLC). Na tem področju smo bili ena izmed vodilnih skupin. Primerjalna raziskava triboloških lastnosti trdih keramičnih prevlek in prevlek na osnovi trdega ogljika je pokazala, da so keramične prevleke z relativno visokim koeficientom trenja primerne predvsem za obdelovalna orodja. Prevleke na osnovi trdega ogljika (DLC) pa z zelo nizkim koeficientom trenja (0.1 – 0.2) odpirajo nove možnosti zmanjšanja tornih izgub in povečanja dobe trajanja strojnih elementov in mehanskih sistemov. Zaradi svoje inertne narave in vpliva okolice (temperatura, relativna vlažnost) na tribološke lastnosti DLC prevlek je njihova uporaba v mehanskih sistemih, kjer je običajno prisotno mazivo, še vedno omejena. Raziskave triboloških lastnosti DLC prevlek v mazanih pogojih z uporabo olj, ki vsebujejo klasične additive proti obrabi in visokim tlakom kažejo, da lahko z uporabo ustreznih aditivov pri nekaterih DLC prevlekah dosežemo izjemno ugodne tribološke razmere s povečano obrabno odpornostjo, hitrim utekanjem in nižjim koeficientom trenja. V nasprotju s splošnim prepričanjem, da so DLC prevleke inertne, so naše tribološke raziskave in analize reakcijskih plasti pokazale, da v primeru DLC prevlek lahko pride do reakcij med aditivi maziva in prevlekami. Raziskovali smo kontakte DLC/DLC (brez drugih materialov v kontaktih), tako da smo lahko analizirali »čisti« učinek vnesenih modificiranih elementov in aditivov, saj smo preprečili možne dodatne interakcije prevleke z drugimi kontaktnimi materiali, kot npr. jeklom, ki je bilo sicer običajno uporabljeno kot proti-material kontaktnega para. Prav tako smo izdelali ločene študije, kjer smo se osredotočali tudi na kontakte jeklo/DLC. Pod takimi, natančno definiranimi pogoji smo dokazali, da aditivi močno vplivajo na delovanje DLC prevlek, še predvsem na modificirane DLC prevleke, in da lahko tako dosežemo mejno »kovinam-podobno« mazanje brez kovin (npr. jekla) v samem kontaktu. Dodatni parameter za obravnavo pri mejnem mazanju DLC prevlek je bazno olje. z našimi raziskavami v zadnjih letih smo se osredotočili na mineralna bazna olja in biološko razgradljiva sintetična ter rastlinska olja. Zaradi drugačne kemijske sestave in strukture, imajo omenjena olja precej različno oksidacijsko stabilnost, adsorpcijsko-mazalne lastnosti, topnost aditivov, itd., kar je znano iz konvencionalnih kovinskih/jeklenih sistemov. Torej imajo najverjetneje tudi drugačne lastnosti mejnega mazanja v kombinaciji z DLC prevlekami. V naši raziskavi smo, pod enakimi pogoji kot v študiji modificiranja prevlek, primerjali več baznih olj z različno polarnostjo in stopnjo nasičenosti molekul, pri čemer se je izkazalo, da je imelo visoko polarno bazno olje z velikim številom nenasičenih molekul očitno najboljši učinek.

Ob upoštevanju, da je mejno mazanje DLC prevlek v svoji zgodnji raziskovalni fazi, je razumljivo, da so dejanski mehanizmi mejnega mazanja in interakcije z aditivi še vedno slabo razumljeni. Mnogi relevantni parametri so bili raziskovani v naših zgoraj omenjenih študijah. Med najpomembnejše za mehanizme mejnega mazanja lahko štejemo različna: a) bazna olja, b) tip DLC prevleke, c) tip aditivov, d) kontaktne pogoje itd. Zaradi tako širokega nabora vplivnih parametrov, ostajajo tribološki sistemi, kjer maziva najučinkoviteje reagirajo z DLC prevlekami in rezultirajoči mazalni mehanizmi, še vedno precej nepoznani in nerazumljeni, zato ostaja veliko dela za prihodnje raziskave, kjer želimo ostati med vodilnimi skupinami v svetu.

Na področju inženiringa površin smo sodelovali predvsem pri vrednotenju triboloških lastnosti različnih površinskih prevlek in drugih vrst oplemenitenja površin. Npr., na

področju obrabe orodij za hladno preoblikovanje se je izkazalo, da z se znižanjem hrapavosti površine torne lastnosti in odpornost površine orodnega jekla na prenos obdelovanega materiala občutno izboljšajo. Poliranje površine odstrani oz. zgladi nepravilnosti površine in na ta način eliminira potencialna mesta začetka prenosa materiala. Z zniževanjem trdote obdelovanega materiala pa se vpliv hrapavosti površine orodnega jekla zmanjšuje. Izbira postopka oplemenitenja površine pa močno zavisi od vrste preoblikovanega materiala. V primeru nerjavnega jekla omogoča prevleka na osnovi trdega ogljika doseganje nizkega predvsem pa stabilnega koeficienta trenja ter popolno zaščito površine orodnega jekla pred prenosom nerjavnega jekla tudi pri visokih obremenitvah in pogojih mejnega mazanja. Raziskave so tudi pokazale, da bi bilo mogoče toksična in močno aditivirana maziva za preoblikovanje pločevine nadomestiti z baznimi olji, če se površino orodja prekrije z ustrezno prevleko na osnovi trdega ogljika. Na drugi strani je za preoblikovanje aluminija najprimernejše nitriranje površine orodja, ki vodi tudi do 40% izboljšanja triboloških lastnosti orodnega jekla, vendar le pod pogojem, da je površina po nitriranju ponovno fino brušena ali polirana. Trde obrabno odporna prevleka na osnovi nitridov (TiN, VN, ...), ki v kontaktu z nerjavnim jeklom izkazujejo visok koeficient trenja in veliko tendenco k prenosu obdelovanega materiala, pa predstavljajo najboljšo izbiro v primeru preoblikovanja titana in titanovih zlitin.

Nadalje je del naših raziskav usmerjen tudi na področje topografije površine. Le-te kažejo, da površine, ki imajo visoke vrednosti parametra hrapavosti R_{ku} ("kurtosis" ali stopnja pogostnosti nepravilnosti profila površine) in negativne vrednosti parametra R_{sk} ("skewness" ali nesimetričnostjo profila površine), pri enakih vrednostih osnovnega parametra hrapavosti R_a (srednje odstopanje neravnin) izkazujejo nižji koeficient trenja in hitrejše utekanje. Na realni površini se visoke vrednosti parametra R_{ku} in negativne vrednosti parametra R_{sk} odražajo kot gladka, platojem podobna površina, s sorazmerno globokimi vdolbinami. Možna razlaga za nižje trenje takih površin je, da vdolbinice delujejo kot zadrževalniki maziva, generatorji mikrohidrodinamičnega mazanja ali pa kot lovilci obrabnih delcev. Raziskave topografije površine pa so poleg tega pokazale, da parametra R_{sk} in R_{ku} nist edina pokazatelja nizkega trenja. Tudi osnovni parameter R_a je pomembnem pokazatelj tornega obnašanja. Tako pri mazanem kontaktu nižje trenje izkazujejo površine z nižjo vrednostjo R_a , pri suhem kontaktu pa ravno obratno. Pri suhem kontaktu parametra R_{sk} in R_{ku} ne kažeta jasnega vpliva na trenje. Na torno obnašanje ima tudi velik vpliv drsna hitrost, kjer se s povečevanjem le te, koeficient trenja zniža.

V okviru študija diagnostičnih metod za analizo poškodb na strojnih elementih smo predvsem v zadnjem obdobju razvijali ustrezno raziskovalno opremo, saj se je izkazalo, da je le-ta nujna za natančne popise dogajanj. Tako smo zasnovali in razvili on-line diagnostično merilno verigo, ki omogoča trajno opazovanje in sprotno (on-line) analizo obratovanja rotacijskih strojev in podobnih elektromehanskih sistemov, predvsem z vidika varnosti in zanesljivosti nadaljnjega obratovanja ter čim zgodnejšo lokalizacijo poškodb in drugih napak. Posebnost opreme je, da omogoča opazovanje vseh pomembnih fizikalnih veličin, ki so povezane z obratovanjem sistema, s čimer so odprte široke možnosti za raziskovalno delo na področjih: analize časovnih vrst, obdelave velikih količin podatkov, empirično modeliranje, vzdrževanja na podlagi stanja (condition-based maintenance) ipd. Integracija učinkov posameznih področij omogoča razvoj široke palete produktov in storitev, zanimivih za industrijske partnerje s področij: proizvodnje industrijskih maziv, strojnih elementov, postrojenj in vzdrževanja. V nadaljevanju želimo te podatke, ki jih s poskusi že beležimo ustrezno vrednosti in določiti značilke za detekcijo poškodb, pri čemer bomo uporabili različne metode, vključno z nevronskimi mrežami.

Bibliografski podatki in drugi uspeh skupine:

Člani skupine so v obdobju od 2004-2008 objavili 47 znanstvenih in 4 pregledne članke. Predstavili smo 62 objavljenih prispevkov, ter 4 objavljena in 11 neobjavljenih vabljениh predavanj na mednarodnih znanstvenih konferencah, ter objavili 6 poglavij v raznih monografijah. Skupina ima v tem obdobju tudi 106 citatov v bazi WoS, od tega kar 70 čistih in 91 normiranih. Člani skupine so tudi objavili eno knjigo pri mednarodni založbi, 4 patente v Sloveniji in 2 mednarodni patentni prijavi. Omeniti moramo še naše vključevanje v uredniško delo, kjer so člani skupine pridruženi uredniki mednarodnih revij (Kalin-Journal of Tribology), člani uredniških odborov (Vižintin-Tribotest, Vižintin, Kalin-Industrial Lubrication and Tribology), gostujoči uredniki (Podgornik-Wear, Kalin-Tribology International) in člani Izdajateljskega sveta (Kalin-Strojniški Vestnik). Poleg tega smo sodelovali kot organizatorji domačih (Vižintin-Slotrib '04, Slotrib '06, Slotrib '08) in mednarodnih konferenc (Vižintin, Podgornik-Ecotrib 2007) ter sodelovali pri organizacij posameznih sekcij na večjih konferencah (Kalin-World Tribology Congress, STLE).

Nenazadnje lahko naštejemo še nekaj pomembnih nagrad in funkcij članov programske skupine: Zlata plaketa Univerze v Ljubljani (Vižintin), Zois-ovo priznanje (Kalin), Mednarodna nagrada ASME Burt L. Newkirk Award (Kalin), najboljši prispevek na konferenci Bushang Award (Podgornik), posamezniki pa so bili še izvoljeni v nazive kot so Prorektor za raziskovalno delo Univerze v Ljubljani (Vižintin), častni član STLE (Vižintin), Prodekan za raziskovalno delo Fakultete za strojništvo (Kalin), predsednik Slovenske Inženirske Akademije IAS (Vižintin), v.d. direktor Inovacijsko-razvojnega inštituta Unviere v Ljubljani-IRI, član Znanstvenega sveta IRI (Vižintin).

3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev²

V zgornjih odstavkih smo v kratkem opisali najpomembnejše dele raziskav in ugotovitve v preteklem obdobju. Na osnovi tega lahko ugotovimo, da so zastavljeni cilji v celoti realizirani in v glavnem preseženi.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa³

Bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa ni bilo.

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁴

| Znanstveni rezultat | | | |
|---------------------|--------|--|---|
| 1. | Naslov | SLO | Površinski naboj kot nov koncept mejnega mazanja keramike |
| | | ANG | Surface charge as a new concept for boundary lubrication of ceramics with water |
| | Opis | SLO | Raziskave v Centru za tribologijo in tehnično diagnostiko, ki jih vodi dr. Kalin v sodelovanju s sodelavci na Inštitutu Jožef Stefan so med najbolj aktualnimi in trenutno vodilne v svetu. Usmerjene so na študij vpliva površinskih nabojev in pH vodnih raztopin pri formiranju in lastnostih tribokemijskih plasti na keramičnih materialih. Prišli smo do povsem novih spoznanj uporabnih v mejnem mazanju. |
| | | ANG | The studies in Center for tribology and technical diagnostic under the guidance of dr. Kalin in cooperation with coworkers at Institute of Jožef Stefan are recently worldwide leading. Work was orientated on influence of surface charge and pH of aqueous solutions on formation and properties tribochemical layers on ceramic materials. Completely new findings relevant for boundary lubrication were found. |
| Objavljeno v | | Posebna številka revije J. Phys.: D, Appl. Phys. (2006, vol. 39, str. 3138-3149) | |

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

| | | |
|--|--------------|---|
| | Tipologija | 1.01 Izvirni znanstveni članek |
| | COBISS.SI-ID | 20050471 |
| 2. | Naslov | SLO Razvoj in uporaba naprave za tribološko vrednotenje keramičnih zavornihg materialov |
| | | ANG Development and use of an apparatus for tribological evaluation of ceramic-based brake materials |
| | Opis | SLO V tem članku predstavljamo novo testno napravo namenjen za vrednotenje tribološke izvedbe kompozitov na osnovi keramike za zavorno aplikacijo, ki uporablja pomanjšane vzorce s prilagojenimi kontakti. Rezultati potrjujejo izjemno viskoe temperature v kontaktih in potrebo po novi testni metodi. Poleg tega, dobljeni rezultati z novo kombinacijo materialov uporabljeno v MMC zavornih ploščicah in C/C-SiC diskov kažejo na ugodne vrednosti trenja. |
| | | ANG In this paper we present a new tester dedicated for evaluating the tribological performance of ceramic-based composites for brake applications that uses reduced-scale samples with conformal contacts. The results confirmed our assumptions about the very high temperatures that are generated at the ceramic contacts and the necessity for well-controlled contact conditions. In addition, these first results suggest there are some beneficial frictional properties with a new material combination using in-house-developed MMC pads and C/C-SiC discs. |
| | Objavljeno v | V reviji WEAR (2005): M: Kermc, M. Kalin, J.Vižintin, Wear, Vol. 259, pg. 1079-1087. Članek je bil na 10. mestu med »Top 25 Hottest Papers« v reviji WEAR. |
| | Tipologija | 1.01 Izvirni znanstveni članek |
| COBISS.SI-ID | 8262171 | |
| 3. | Naslov | SLO Tribologija mehanskih sistemov: vodilo sedanjih in novih tehnologij |
| | | ANG Tribology of mechanical systems: a guide to present and future technologies |
| | Opis | SLO Knjiga, ki sta jo uredila J. Vižintin in M. Kalin s še dvema avtorjema je nastala na osnovi mednarodne konference Slotrib. Ker se je te konference udeležilo nekaj eminentnih znastvenikov, smo tem dodali še vrsto drugih in predstavili celovito v mednarodnem prostoru. Knjiga obravnava trenutno stanje na različnih področjih s katerimi se tribologi ukvarjamo. Knjigo je izdala mednarodna založba ASME Press, ki izdaja pod okriljem ene največjih inženirskih organizacij s preko 125.000 člani, ASME (American society of Mechanical Engineers). DO danes je prodanih čez 600 izvodov. diagnostiko. |
| | | ANG The book, edited by J. Vižintin and M. Kalin with two other authors was written on the base on international conference Slotrib, Ljubljana. Since the conference attended some eminent scientists, we added to these authors several others and presented works on the whole international scene. The book treats recent state of various fields in which tribologists are interested in. The book was published by international publisher ASME Press, which publishes under patronage one of the biggest engeeniring organization with about 125.000 members, ASME. 600 copies are already sold. |
| | Objavljeno v | Tribology of mechanical systems: a guide to present and future technologies. Uredniki: J.Vižintin, M.Kalin, K.Dohda, S. Jahanmir, NY: ASME Press (New York, 2004. ISBN 0-7918-0209-4.) |
| | Tipologija | 1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji |
| COBISS.SI-ID | 7698203 | |
| 4. | Naslov | SLO Mazane površine: mehanizmi reakcij z aditivi |
| | | ANG Oil surface : additive reaction mechanisms |
| | Opis | SLO Leta 2004 je bila izšla knjiga z naslovom Surface Modification and Mechanisms. Pri nastajanju knjige so sodelovali mednarodno priznani znanstveniki. K nastajanju knjige je bil povabljen tudi prof. dr. Jože Vižintin. Omenjeno poglavje zelo skrbno obravnava fizikalno-kemijske procese v režimu mazanja. Tako avtor s svojim prispevkom poleg znanstvene vrednosti knjige pripomore tudi k njeni uporabi v industrijskih krogih. Do sedaj prodanih žez 70% tiskanih izvodov. |
| The book Surface Modification and mechanisms: friction, stress, and reaction engineering, was published in the year 2004. It was written by international recognized scientists. To creation of this book prof. dr. Jože Vižintin was also | | |

| | | |
|--------------|--------------------------------|---|
| | | invited. His chapter very carefully considers physico-chemical processes in lubrication regime. The author gave special attention to understanding of additives action, which is the clue for the successful application of oils in practice, contributing to scientific value of the book, but also to its application in industrial acquaintances. 70% of copies are sold. |
| | Objavljeno v | VIŽINTIN, J. Oil surface: additive reaction mechanisms. Surface modification and mechanisms: friction, stress, and reaction engineering, New York; Basel: M. Dekker, 2004, edited by George E. Totten and Hong Liang. |
| | Tipologija | 1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji |
| | COBISS.SI-ID | 7716379 |
| 5. | Naslov | SLO Pomembna ugotovitev (številni SCI članki)-tri glavne predstavljene |
| | | ANG An important statement (numerous SCI articles) – three main findings. |
| | Opis | SLO (i) Nedvoumno smo empirično dokazali, da nekatere DLC prevleke lahko znatno bolje sodelujejo z mazivi, če jim dodamo druge elemente, (ii) Nadalje smo kot prvi predstavili nedvoumen kemijski dokaz, da nedopirane, čiste amorfne DLC prevleke neposredno reagirajo z aditivi ob uporabi mineralnega olja in s tem tvorijo zaščitne mejne mazalne filme. (iii) Ugotovili smo tudi, da uporaba nenasičenih ter polarnih baznih olj precej izboljša lastnosti mejnega mazanja, najverjetneje preko adsorpcijskih mehanizmov polarnih molekul, podobno kot je to kovinskih površinah. |
| | | ANG (i) We have proved that some DLC coatings operate much better with lubricants if some other elements are added in their structure (ii) We first presented clear chemical evidence for reaction between undoped pure amorphous DLC coatings and additives when mineral oil was used and it was found that they form protective boundary lubrication films (iii) We also found that the use of unsaturated and polar base oils improves the properties of boundary lubrications for great extent, most probably due to adsorption mechanisms of polar molecules, similar to what is known for metal surfaces. |
| | Objavljeno v | številni SCI članki (> 20): Vižintin, Kalin, Podgornik - Cobiss. |
| Tipologija | 1.01 Izvirni znanstveni članek | |
| COBISS.SI-ID | 7698203 | |

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine⁵

| | | |
|--------------|--|---|
| | Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat | |
| 1. | Naslov | SLO Organizator znanstvene konference: Ecotrib 2007 - Evropska konf. o tribologiji |
| | | ANG Organizer of scientific meeting: ECOTRIB 2007 - European Conf. on Tribology |
| | Opis | SLO Center za tribologijo in tehnično diagnostiko je, v sodelovanju s Slovenskim društvom za tribologijo, od 12. do 15. junija 2007 v Ljubljani organiziral Evropsko konferenco o Tribologiji – ECOTRIB 2007, katere predsednik in programski vodja je bil prof. Vižintin. Na prvi ECOTRIB konferenci je sodelovalo 225 udeležencev iz 45 držav sveta. Predstavljenih je bilo 138 prispevkov, vključno z 2. plenarnima predavanjema, 5. predstavitevami društev, 13. vabljenimi predavanji, 100. govornimi prispevki in 18. posterji. Izdan je bil zbornik in posebne izdaje revij. |
| | | ANG Center for tribology and technical diagnostics has – in collaboration with Slovenian association for tribology – organized European conference on Tribology – ECOTRIB 2007, Ljubljana, 12th to 15th June 2007. Conference chairman and program manager was prof. Vižintin. The first ECOTRIB conference accepted 225 participants from 45 countries around the world. There were 138 contributions, including 2 plenary lectures, 5 presentations of associations, 13 invited lectures, 100 oral presentations and 18 posters presented. Conference proceedings and Journal special issues were prepared. |
| | Šifra | B.01 Organizator znanstvenega srečanja |
| Objavljeno v | Zbornik konference, 1. in 2. del (800 strani) ter posebna izdaja revij: Wear, Tribology International, Tribotest | |
| Tipologija | 1.25 Drugi članki ali sestavki | |
| COBISS.SI-ID | 10090523 | |

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

| | | | |
|--------------|---------------------------|---|--|
| 2. | Naslov | SLO | Vabljen predavanja na mednarodnih konferencah |
| | | ANG | Invited lectures at international conferences |
| | Opis | SLO | (i) "Friction and wear properties of oxide ceramics in various aqueous solutions", ITC 2005, symposium "Tribology of ceramics and hard coatings", Kobe, Japan. (ii) Plenarno vabljen predavanje: Additive reaction mechanisms on coating surface, LUBMAT 2006, Preston, UK (iii) 3rd International Conference on Tribology in Manufacturing Processes, Yokohama, Japonska, September 2007: Galling properties of forming tool steels: how to determine and improvements through surface engineering. |
| | | ANG | (i) "Friction and wear properties of oxide ceramics in various aqueous solutions", ITC 2005, symposium "Tribology of ceramics and hard coatings", Kobe, Japan. (ii) Plenary invited lecture: Additive reaction mechanisms on coating surface, LUBMAT 2006, Preston, UK (iii) 3rd International Conference on Tribology in Manufacturing Processes in Yokohama, Japan (September 2007): Galling properties of forming tool steels: how to determine and improvements through surface engineering. |
| | Šifra | B.04 | Vabljen predavanje |
| | Objavljeno v | podatki Cobiss | |
| | Tipologija | 1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljen predavanje) | |
| COBISS.SI-ID | 8285467 | | |
| 3. | Naslov | SLO | Gostujoči urednik, urednik, član uredniškega odbora. (C.3/C.4/C.6) |
| | | ANG | Associate editor, editor, member of editorial board. (C.3/C.4/C.6) |
| | Opis | SLO | Člani skupine delujemo kot uredniki v več revijah. (i) Dr. Kalin »pridruženega urednika« (associate editor) revije Journal of tribology (ISSN 0742-4787.), ki je ena temeljnih in najprestižnejših revij s področja tribologije. (ii) Prof. J. Vižintin in M. Kalin že nekaj let delujeta tudi kot člana uredniškega odbora SCI revije Industrial Lubrication and Tribology (2004-danes), (iii) prof. J. Vižintin pa tudi pri reviji Tribotest. (iv) Trenutno pri posebnih izdajah konference Ecotrib2007 v SCI revijah Wear in Tribology International delujeta kot gostujoča urednika tudi B. Podgornik in M. Kalin. |
| | | ANG | (i) Dr. Kalin is Associate editor of Journal of tribology, one of the fundamental journals in the field of tribology (ii) Prof. J. Vižintin and M. Kalin have been working for several years as Members of editorial board of SCI journal Industrial Lubrication and Tribology (2004-today), and (iii) prof. J. Vižintin is also a member of editorial board of journal Tribotest. (iv) Currently B. Podgornik and M. Kalin are working as Guest editors for special issues of journals Wear and Tribology International, for publication of ECOTRIB 2007 conference proceedings. |
| | Šifra | C.03 | Vabljeni urednik revije (guest-associated editor) |
| | Objavljeno v | Podatki v Cobiss | |
| Tipologija | 4.00 Sekundarno avtorstvo | | |
| COBISS.SI-ID | 7267077 | | |
| 4. | Naslov | SLO | Mednarodne in domače nagrade |
| | | ANG | International and national awards |
| | Opis | SLO | (i) Dr. Kalin je leta 2006 prejel Zoisovo priznanje za pomembne znanstvene dosežke (ii) Prof. Vižintin pa je v letu 2007 prejel Zlato plaketo Univerze v Ljubljani, (iii) Dr. Kalin je v letu 2006 prejel ASME Burt L. Newkirk Award, (iv) Leta 2007 je prof. Vižintin postal STLE Fellow, ki jo podeljuje združenje STLE, (v) Leta 2005 je dr. Podgornik prejel tudi Bunshah award nagrado za najboljši prispevek na konferenci ICMCTF (San Diego) s področja površinskega inženiringa in trdih prevlek. |
| | | ANG | (i) In 2007 prof. Vižintin received Zlata plaketa Univerze v Ljubljani award (Golden plaque of University of Ljubljana), (ii) in 2006 dr. Kalin achieved the Zois award for special scientific achievements in engineering, (iii) in 2006 dr. Kalin received a prestigious intl. award ASME Burt L. Newkirk Award, (iv) in 2007 prof. Vižintin received STLE Fellow award, given by STLE association (v) in 2005 dr. Podgornik received the Bunshah award for the best paper in the area of surface engineering and hard coatings given at ICMCTF |
| | Šifra | | |
| Objavljeno v | | | |
| Tipologija | | | |

| | | |
|--------------|------------------|---|
| | | conference (San Diego). |
| Šifra | E.02 | Mednarodne nagrade |
| Objavljeno v | podatki v Cobiss | |
| Tipologija | 3.25 | Druga izvedena dela |
| COBISS.SI-ID | 7267077 | |
| 5. | Naslov | Izboljšanje tehnološke ravni, izdelkov |
| | | Improvement o technological level, products |
| Opis | SLO | Center za tribologijo in tehnično diagnostiko uspešno sodeluje v številnih projektih in delih za slovensko industrijo (MS Production Bled, Eti Izlake, Hidria Spodnja Idrija, Nek Krško). V zadnjem obdobju smo sodelovali tudi z več podjetij iz tujine. Izvajali smo študije za podjetja kot so Balzers (Liechtenstein), Hilti (Lechtenstein), Bekaert (Belgija), Atlas Copco (Belgija) ter Dow Chemicals (ZDA). To je nedvomno izjemen dosežek, da taka podjetja iščejo znanje in svetovanje za njihov razvoj v Sloveniji, v našem Centru. |
| | ANG | Center for tribology and technical diagnostics successfully collaborates in different projects and works for Slovenian industry (MS Production Bled, Eti Izlake, Hidria Spodnja Idrija, Nek Krško). In the last period we have conducted studies also for intl. companies like Balzers (Liechtenstein), Hilti (Liechtenstein), Bekaert (Belgium), Atlas Copco Belgium) and Dow Chemicals (USA). Therefore, it is an exceptional achievement for us that such companies search for knowledge and counseling in Slovenia, in our Center. |
| Šifra | F.04 | Dvig tehnološke ravni |
| Objavljeno v | Interne pogodbe | |
| Tipologija | 3.25 | Druga izvedena dela |
| COBISS.SI-ID | 7267077 | |

7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁶

7.1. Pomen za razvoj znanosti⁷

SLO

Želja po zmanjšanju porabe materialnih virov in energije je pripeljala tudi do novega raziskovalnega področja, ki so ga poimenovali; Nanotehnologija. Pri razvoj tega področja je trenje na atomskem nivoju izrednega pomena. Vendar za samo aplikacijo rezultatov je še bolj pomembno dogajanje na nano-mikro nivoju v tribološkem kontaktu. Temu področju pravimo Nano-tribologija. V našem programu planiramo delo na področju nanostrukturnih materialov, nano mazalnih filmov in trenju na nano nivoju brez prisotnosti maziva. Ta področja so, po navedbah večine ekspertov, ključna za razvoj veliko naprav in sistemov in so tudi še povsem nedorečena. Zato pričakujemo, da bomo na tem področju lahko, z našim delom, veliko prispevali k razvoju znanja in znanosti.

Drugo tako področje je predlagano delo na oplaščenih površinah za strojne elemente, ki imajo zahtevno obliko površine. Tu sta dva problema. Prvi je kako izdelati prevleko, ki bo prenašala velike obremenitve in pri teh pogojih delovala zanesljivo in samo regulativno (inteligentne prevleke). Drugi problem pa je, da so take prevleke v osnovi inertne. Delovanje strojnih elementov pa zahteva, da so tribološki kontakti mazani. Naloga, ki smo si jo zadali je razvoj zanesljivih prevlek z veliko nosilnostjo in zanesljivostjo ter priprava takih mazalnih snovi, ki bodo ekološko sprejemljiva in obenem omogočala nastanek nano-mikro mazalnega filma v kontaktu. Tu smo v svetu, lahko rečemo med vodilnimi centri, in tako želimo tudi ostati. Dokaz za to je planirana konferenca v Španiji naslednje leto, ker smo mi nosilci in organizatorji strokovnega programa konference.

Tretje področje teksturiranje površin z namenom zmanjšanja porabe mazivnih snovi. V to področje se vključujemo kot eni od nosilnih raziskovalnih inštitucij poleg Izraelcev. Naš namen je izdelava modela pretoka fluida - hidrodinamičnega mazanja na testuriranih površinah in optimiranje le-teh z namenom povečanja zanesljivosti delovanja sistemov v vseh pogojih delovanja pri zmanjšani količini maziva v kontaktu. Na tem področju pričakujemo dobre znanstvene in aplikativne rezultate še posebej zato, ker bomo v delo vključili še druge raziskovalne skupine s Fakultete za strojništvo.

Četrto področje je diagnostika oziroma spremljanje dogajanja v tribološkem kontaktu med delovanjem pogonskih in delovnih sistemov. Za razvoj tega področja imamo sedaj zagotovljene

teoretične in eksperimentalne pogoje. Pričakujemo, da bomo lahko v naslednjem programskem obdobju, dosegli na znanstvenem in predvsem na aplikativnem področju tiste rezultate, ki jih od nas pričakuje industrija. V okviru tega dela bomo razvili tudi model za vzdrževanje po stanju, ki naj bi ga nato uveljavljali v slovenskem prostoru. Po našem mnenju so našeta področja zanimiva za razvoj znanosti in predvsem za aplikacijo tega znanja v neposredni praksi.

ANG

Requirements for reduced energy and material resources consumption brought up a new research field called Nano-technology. In the development of this field knowledge about friction on the atomic level is essential. However, for application of results it is more important what happens on nano-micro level in the tribological contact. This field is called Nano-tribology. In our research program investigation will be focused on nano-structured materials, nano lubrication films and dry friction on nano level. Based on experts' opinion, these fields are essential for the development of many mechanical components and system, at the same time being still largely unexplored. We expect for our work on these fields to contribute to the knowledge and research development.

The second field proposed is the investigation of coatings for machine elements with complex geometry. Here we have two points of interest. The first concern is how to manufacture a reliable coating that can carry high loads and be self-regulating (intelligent coatings). The second concern is chemically inertness of these coatings. For normal operation of machine elements lubricants are more or less essential. Therefore, our task is to develop reliable coatings with high load-carrying capacity on one side, and lubricating fluids which are environmentally adapted and capable of forming nano-micro lubricating films in the contact. In this field, we are one of the leading centres in the world and we plan to remain in this position. Good example is coating conference organized in Spain next year, with our group being responsible for the technical program of the symposium.

The third field is surface texturing, with the main focus on lubricant quantity reduction. In this field we are one of the leading research institutes beside Israel. We are planning to introduce a model for fluid flow and hydrodynamic lubrication of textured surfaces, and to optimize texturing parameters for increased reliability of systems operating under different contact conditions and with reduced lubrication. We are expecting positive scientific and applied results, especially due to planned cooperation with different laboratories at the Faculty of Mechanical Engineering.

The fourth field is diagnostics, mainly the condition monitoring of tribological contacts in different mechanical systems. For the development of this field we have all the necessary resources, theoretical and experimental. We are expecting that in the forthcoming program period, we will obtain scientific and applicative results required by the industry. During these activities we will develop the model for condition based maintenance, which will be introduced in the Slovene industry. We believe that above mentioned fields are of big interest for progress of science and application of this knowledge in industry.

7.2. Pomen za razvoj Slovenije⁸

SLO

Slovenija je država, ki je zelo odvisna od uvoza energije in surovin za proizvodno materialov. Zato je nujno, da skrbi za to, da porabi kar se da malo energije in osnovnih surovin na enoto proizvoda. Po mnenju nekaterih analitikov je neposredni strošek trenja in obrabe industrijsko razvitih državah tudi do 10% BDP. Ocenjuje se tudi, da je moč doseči prihranek do 1% BDP zgolj z zmanjšanjem trenja z uporabo ustreznih maziv. Manj znano je dejstvo, da lahko tudi porabo goriva znatno zmanjšamo s spremembo maziva. Tako je možno pri modernem avtomobilu porabo goriva zmanjšati tudi do 5% zgolj z zamenjavo večgradacijskega olja z oljem z nižjo viskoznostjo in aditivom za zniževanje trenja. Slovenija ima približno 1 milijon potniških avtomobilov, od katerih vsak v povprečju naredi do 20000 km na leto. Raziskava Evropske unije je pokazala, da bi lahko povprečno emisijo CO₂ osebnih avtomobilov do konca leta 2008 zmanjšali z današnjih 200 g/km na manj kot 140 g/km. To pomeni, da bi bila lahko v Sloveniji emisija CO₂ samo s tem ukrepom približno 1 milijon ton na leto manjša. Emisijo CO₂ bi lahko zmanjšali z uporabo biorazgradljivih goriv in maziv. Republika Slovenija spada med razvite države. Z doseganje navedenih prihrankov ima vse potrebne lastne resurse in znanje. Na drugi strani izvedenci tudi ocenjujejo, da 70 do 80% hidravličnih tekočin zapusti sistem skozi razpoke, z izlitjem, poškodbo cevi ali spojev. To lahko povzroči ekološko onesnaževanje okolja in pitne vode. Zato je uporaba bio maziva in goriva v avtomobilih, nekaterih delovnih strojih in še posebej v hidravliki za Slovenijo nujna. Slovenija ima resurse za proizvodnjo biogoriv in maziv za zadovoljitev lastnih potreb.

V praksi se znanje tribologije uporablja za izboljšanje lastnosti gibajočih se elementov, z namenom znižanja tornih izgub in obrabe ter s tem podaljšanje trajnosti in zanesljivosti delovnih in pogonskih sistemov. Znano je, da so v Nemčiji izgube energije in poškodbe

kontaktnih površin, povezanih z obrabo in trenjem, ocenjene na okoli 35 Milijarda €. Raziskave kažejo, da bi povečanje znanja o trenju in obrabi v razvitih državah, kar Slovenija je, prispevalo k prihranku do 1% BDP. Trenje in obrabo lahko zmanjšamo tudi z uporabo nanostrukturnih materialov, oploščenimi površinami, mikro-nano mazalnimi filmi in teksturiranimi površinami. Vse naštetе možnosti so za Slovenijo lahko nov iziv tako z znanstvenega kot tudi proizvodnega stališča. Te raziskave so predmet programa Programske skupine TRIBOLOGIJA.

ANG

Slovenia is highly dependent on import of energy and raw materials for material production. Therefore, it is necessary to focus toward the smallest possible consumption of energy and raw materials per product unit. According to some analysts, the direct expense of friction and wear in industrially developed countries is as high as 10% GDP. It is also estimated that it could be possible to achieve savings of up to 1% GDP, only with the reduction of friction obtained by the use of appropriate lubricants. A less known fact is that it is also possible to reduce fuel consumption with the change of a lubricant. Thus it could be possible to reduce the fuel consumption in a modern vehicle for up to 5%, simply by the change from multigrade engine oil to lower-viscosity oil with friction-reduction additive. Slovenia has approximately 1 million passenger cars, from which each makes up to 20000 km per year. A research by European Union showed that it would be possible to reduce the average CO2 emission of passenger cars from today's 200 g/km to less than 140 g/km till the end of year 2008. This means that with such an arrangement, Slovenia's annual CO2 emission would be lower for approximately 1 million tons. Emissions could be reduced with the use of biodegradable fuels and lubricants. Slovenia belongs to developed countries and therefore holds necessary knowledge and resources to achieve the above mentioned savings as well as for its own production of bio-fuels and bio-lubricants. On the other hand, experts are estimating that 70 to 80% of hydraulic fluids leave the systems through leakage. This can cause big ecological pollution of the environment and drinking water. Therefore, the use of bio-lubricants and bio-fuels in cars, industrial machines and especially in hydraulic systems is essential for Slovenia. In practice, knowledge of tribology is used to improve different properties of moving elements, with intention to reduce friction and wear losses and consequentially prolong durability and reliability of machines and transmission systems. It is well known that in Germany energy losses and damage of contact surfaces, related to wear and friction, are responsible for costs equal to about 35 billion €. Investigations show that in developed countries as well as in Slovenia, improved knowledge about friction and wear would contribute to saving of up to 1% GDP. Friction and wear can be reduced also with the use of nano-structured materials, coated surfaces, micro-nano lubricating films and textured surfaces. All of the mentioned possibilities could represent a new challenge for Slovenia from scientific as well as from production point of view. These topics are the main subject of Program group TRIBOLOGY.

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov⁹

| Vrsta izobraževanja | Število mentorstev | Od tega mladih raziskovalcev |
|---------------------|--------------------|------------------------------|
| - magisteriji | 2 | 1 |
| - doktorati | 3 | 2 |
| - specializacije | 3 | |
| Skupaj: | 8 | 3 |

9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

| Organizacija zaposlitve | Število doktorjev | Število magistrov | Število specializantov |
|---|-------------------|-------------------|------------------------|
| - univerze in javni raziskovalni zavodi | | | |
| - gospodarstvo | 3 | 2 | 3 |
| - javna uprava | | | |
| | | | |

| | | | |
|----------------|---|---|---|
| - drugo | | | |
| Skupaj: | 3 | 2 | 3 |

10. Opravljeno uredniško delo, delo na informacijskih bazah, zbirkah in korpusih v obdobju¹⁰

| | Ime oz. naslov publikacije, podatkovne informacijske baze, korpusa, zbirke z virom (ID, spletna stran) | Število * |
|----|--|------------------------|
| 1. | VIŽINTIN, Jože (ur.), KALIN, Mitjan (ur.), DOHDA, Kuniaki, JAHANMIR, Said. Tribology of mechanical systems : a guide to present and future technologies. New York: ASME Press, 2004. VI, 336 str., ilustr., graf. prikazi. ISBN 0-7918-0209-4. [COBISS.SI-ID 7528219] | 18/4 |
| 2. | Work report 2000-2004, (Work report - Centre of Tribology and Technical Diagnostics, CTD). Ljubljana: Faculty of Mechanical Engineering: CTD - Centre for Tribology, Technical Diagnostics and Hydraulics, 2004. 44 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 7899931] | 1/4 |
| 3. | VIŽINTIN, Jože (ur.), BEDENK, Janez (ur.), KALIN, Mitjan (ur.). Zbornik predavanj posvetovanja o pogonskih in alternativnih gorivih, tribologiji in ekologiji = Proceedings of the Conference on Fuels, Tribology and Ecology. Ljubljana: Slovensko društvo za tribologijo: = Slovenian Society of Tribology, 2004. XVI, 268 str., ilustr., tabele. ISBN 961-90254-6-6. [COBISS.SI-ID 216315648] | 26/3 |
| 4. | VIŽINTIN, Jože (ur.), BEDENK, Janez (ur.), KALIN, Mitjan (ur.). Posvetovanje o pogonskih in alternativnih gorivih, tribologiji in ekologiji, Ljubljana, Slovenija, 14. november 2006 = Conference on Fuels, Tribology and Ecology, Ljubljana, Slovenia, 2006. SLOTRIB '06 : zbornik predavanj Posvetovanja o pogonskih in alternativnih gorivih, tribologiji in ekologiji = Proceedings of the Conference on Fuels, Tribology and Ecology. Ljubljana: Slovensko društvo za tribologijo, 2006. XVI, 17-239 str., ilustr. ISBN 961-90254-7-4. ISBN 978-961-90254-7-5. [COBISS.SI-ID 229530880] | 21/3 |
| 5. | VIŽINTIN, Jože (ur.), PODGORNIK, Bojan (ur.), HOLMBERG, Kenneth (ur.), CIULLI, Enrico (ur.), FRANEK, Friedrich (ur.). ECOTRIB 2007 : joint European conference on tribology and final conference of COST 532 action tribosciece and tribotechnology : proceedings of the European conference on tribology and final conference of COST 532 action, Ljubljana, Slovenia, June 12-15, 2007. Ljubljana: Slovensko društvo za tribologijo: = Slovenian Society of Tribology, 2007. 2 zv. (XIV, 596; XIV, [597]-1178 str.), ilustr. ISBN 978-961-90254-8-2. [COBISS.SI-ID 233021184] | 109/5 |
| 6. | Industrial Lubrication and Tribology. Vižintin, Jože (član uredniškega odbora 2004-). Droitwich, Worcs: Peterson Publishing Co, 1967-. ISSN 0036-8792. http://home.izum.si/izum/ft_base/eco_dostop.htm . [COBISS.SI-ID 6308615] | 5/21 6 števil/leto |
| 7. | Letopis. Vižintin, Jože (član uredniškega odbora 2004-). Ljubljana: Inženirska akademija Slovenije, 2005-. ISSN 1581-9728. [COBISS.SI-ID 216386048] | 1/3 |
| 8. | Strojniški vestnik. Vižintin, Jožef (član uredniškega odbora 2003-). Ljubljana: Zveza strojnih inženirjev in tehnikov Slovenije [et al.]: = Association of Mechanical Engineers and Technicians of Slovenia [et al.], 1955-. ISSN 0039-2480. [COBISS.SI-ID 762116] | 8/12 11 števil/leto |
| 9. | Industrial Lubrication and Tribology. Kalin, Mitjan (član uredniškega odbora 2004-). Droitwich, Worcs: Peterson Publishing Co, 1967-. ISSN 0036-8792. | 5/21 6 števil/leto |

| | | |
|-----|--|--------------------------|
| | http://home.izum.si/izum/ft_baze/eco_dostop.htm . [COBISS.SI-ID 6308615] | |
| 10. | Journal of tribology. Kalin, Mitjan (urednik 2006-, gostujoči urednik 2006). New York, NY: American Society of Mechanical Engineers, 1984-. ISSN 0742-4787. [COBISS.SI-ID 7267077] | 18/19 4 številke/leto |

*Število urejenih prispevkov (člankov) /število sodelavcev na zbirki oz. bazi /povečanje obsega oz. število vnosov v zbirko oz. bazo v obdobju

11. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca

| Sodelovanje v programski skupini | Število |
|---------------------------------------|---------|
| - raziskovalci-razvijalci iz podjetij | 3 |
| - uveljavljeni raziskovalci iz tujine | 4 |
| - podoktorandi iz tujine | 1 |
| - študenti, doktorandi iz tujine | 1 |
| Skupaj: | 9 |

12. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obravnavanem obdobju¹¹

| |
|--|
| <p>VTI; The European virtual tribology institute, G7RT-CT-2001-05062 Čas trajanja: 09.12.2001-18.12.2004</p> <p>COST532: Triboscience and Tribotechnology; "Superior friction and wear control in engines and transmissions". Celoten projekt je bil razdeljen v tri Working grupe WG1, WG2 in WG3. Koordinator WG2; " Transmission systems" je prof. dr. Jože Vižintin, mednarodno raziskovalno-razvojni projekt pog. št. 3311-06-837014 2002-2006.</p> <p>Rolling and rolling-to-sliding contact failure mechanisms of diamond like coatings, COST 532 (i.prof.dr. M.Kalin 2003-2006); mednarodno raziskovalno-razvojni projekt pog. št. 3311-06-837076.</p> <p>Interaction between hard coatings and lubricants, COST 532 (doc.dr.B.Podgornik 2003-2006); mednarodno raziskovalno-razvojni projekt pog. št. 3311-06-837077</p> <p>Umbrella E!3603 ENIWEP, THE European Network for Industrial Wear Prevention, začetek 01.09.2005, prof. J. Vižintin predsednik v času od 2005-2006.</p> <p>SLO-Srbija in Črna gora »Raziskava možnosti delovanja triboloških sistemov brez maziva ali z mikro-nano mazalnimi filmi«(prof.dr.J.Vižintin 01.01.2005-31.12.2006; BI-SCG/05-06-008)</p> <p>SLO-Rusija; "Delovanje pogonskih sistemov brez maziva ali z mikro-nano mazalnimi filmi " (prof.dr.J.Vižintin ; 08.12.2005 – 08.12.2007; BI-RU/05-07-002)</p> <p>SLO-Indija Tribološke lastnosti nanostrukturnih keramičnih kompozitnih materialov (izr. prof. dr. Mitjan Kalin, BI-IN/06-07-001) 2006-2007</p> <p>SLO-Francija SOCRATES Programme:Higer Education 8ERASMUS) Bilateral Agreement for the Academic Year 2006/2007, Universite de Poitiers, France.</p> <p>SLO-Italija SOCRATES Programme:Higer Education ERASMUS Bilateral Agreement for the Academic Year 2006/2007, Universita degli studi di Salerno, Italy.</p> |
|--|

WEMESURF: Characterisation of wear mechanisms and surface functionalities with regard to life time prediction and quality criteria – from micro to the nano range Marie Curie research Training Networks (RTN), FP6-2005-Mobility-1
Pog. št. Marie Curie MRTN-CT-2006-035589
Čas trajanja: 01.11.2006 – 31.10.2010
Nosilec: J. Vižintin

EUREKA –»ROPTIM« Optimizacija tehnologije izdelave valjev za vroče valjanje iz valjčne litine SHSS; sodelujoči: Valji Štore, AC2T Austria, 01.01.2007-31.12.2009, 20.

COST 532 B.Podgornik: Interactions between hard coatings and lubricants, št. pog. 3311-04-837077

MATERA – Wear Resistant Ductile Iron - DIWEAR (Obrabno obstojne litine) Čas trajanja: 01.03.2007-28.02.2009 Nosilec projekta: J. Vižintin, pog. št. 4302-31/2006/13
Sodelujoči: IceTec, Iceland, MTJ, Iceland, CRP-GL, Luxemburg, Pogodba št.: 4302-31/2006/13

SLO-Anglija

SOCRATES Programme: Higher Education ERASMUS Bilateral Agreement for the Academic Year 2008/2009, Vranfield University UK.

FP7-PEOPLE-2007-1-1-ITN Marie Curie actions, MINILUBES, Mechanisms of interactions in nano-scale of novel ionic lubricants with functional surfaces; 2008-2011

13. Vključenost v projekte za uporabnike, ki potekajo izven financiranja ARRS¹²

Razvoj sistema s hitrotekočo digitalno barvno kamero za uporabo pri preučevanju strelnega orožja, pog.št. 3311-04-828014
Čas trajanja projekta 15.08.2004 – 15.02.2006 Sodelujoči: AREX, Šentjernej, CRP; šifra projekta M2-0014.

INŠTITUT JOŽEF STEFAN, Ljubljana: Pametne funkcionalne prevleke za povečanje obstojnosti struktur in komponent za obrabne namene, CRP; šifra projekta M2-0125, 01.06.2006 – 31.05.2008

Dvig vzdržnosti utopnih orodij kot pomemben vzvod konkurenčnosti št. 4010-1214/2003 Unior Zreče za obdobje 2003-2004

MS Production; Raziskava triboloških lastnosti keramičnih kompozitnih materialov za zavorne obloge, 5/3-02
Čas trajanja: 01.01.2002-31.12.2004

Disclosure agreement between CTD and Balzers Ltd from 8th of November 2004-dolgoročno sodelovanje. Delo po posebni pogodbi.
Naslov projekta: Evaluacija trdih prevlek za avtomobilsko industrijo. Pogodba podpisana za prvo obdobje od 23.12.2004 naprej in kasneje za čas od 1.11.2007-1.11.2009

Projekt Petrol, pogodba št. 5/83-05, avgust 2005 - avgust 2006
Naslov projekta: Raziskava vzrokov okvar visoko tlačnih dizelskih črpalk

PE»Izboljšanje preventivnega vzdrževanja naprav pogonsko krmilne hidravlike!, Kolektor PRO d.o.o., pog. št. 5/29-06

»Prenova pogonsko krmilnih sklopov hidravlike postrojenja CBL v HVB« ACRONI d.o.o., pog. št. 5/51-06

MS Production, Bled, pogodba št. 05/07-03.
Naslov projekta: Evaluacija zavornih ploščic za zavore s C/C-SiC kompozitnimi diski

KALIN, Mitjan, VIŽINTIN, Jože. Boundary lubrication of DLC coatings : performance assessment NV Bekaert SA. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, CTD, 2006. 7 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 9700123], Contract No. 5/97-06.

KALIN, Mitjan, VIŽINTIN, Jože. Tribological properties of ceramic composite AIBN brake disks : DOW Chemicals; generation 3 and 4. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, CTD, 2006. 1 zv., ilustr. [COBISS.SI-ID 9700635] Contract Nr. DOW/CTD-01-06

ACRONI: Prenova pogonsko-krmilnih sklopov hidravlike postrojenja CBL v HVB, 2004-2007

Kolektor: Preventivno vzdrževanje naprav pogonsko- krmilne hidravlike v podjetju KOLEKTOR 5/29-06

TEKNIKER, Španija; pog. št. 5/77-07
Analysis of the tribological properties of the hydraulic fluids in gear scuffing test

Flemish Institute for Technological Research NV - VITO Belgija, Literature review on low friction lubricated coatings for tribological interfaces, subcontract za leto 2007

Hilti, Leicheinstein, Karakterizacija prevlek za uporabo na strojnih elementih
Confidentiality agreement podpisan 31.01.2008

14. Dolgoročna sodelovanja z uporabniki, sodelovanje v povezavah gospodarskih in drugih organizacij (grozdi, mreže, platforme), sodelovanje članov programske skupine v pomembnih gospodarskih in državnih telesih (upravni odbori, svetovalna telesa, fundacije, itd.)

Prof. J. Vižintin;

- Predsednik Inženirske Akademije Slovenije
- v.d. direktor Inovacijsko-Razvojni Inštitut UL (IRI)
- Članstvo:
- Član borda VTI - Virtual Tribology Institute
- Predsednik mednarodnega združenja ENIWEF - The European Network for Industrial Wear Prevention
- Član MC COST532 in vodja WG2-Transmission systems
- Član upravnega odbora Slovenske znanstvene fundacije
- Predsednik strokovnega sveta IRI
- Član vladnega sveta za konkurenčnost in
- Član vladne skupine za nano materiale

Izr. Prof. dr. M. Kalin

- Prodekan za raziskovalno delo Fakultete za strojništvo

Izr. prof. dr. Bojan Podgornik

- MC COST532 - vodja WG3-Tribochemistry

15. Skrb za povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06)¹³

| | |
|---------------------|---|
| Naslov | Posvetovanja o tehnični diagnostiki, mazivih in alternativnih gorivih |
| Opis | Člani programske skupine so aktivno sodelovali pri organizaciji posvetovanja, katerega namen je bil povezati evropske in slovenske strokovnjake s področja tribologije, tehnične diagnostike in inženiringa površine in zadnja dognanja ter znanje s teh področij prenesti v slovenski prostor oz. približati slovenski industriji. Na samem posvetovanju so člani programske skupine predstavili 8 znanstvenih prispevkov. |
| Objavljeno v | SLOTRIB '08 : zbornik predavanj Posvetovanja o tehnični diagnostiki, mazivih in alternativnih gorivih, Ljubljana, Slovenija, 18. november 2008 |
| COBISS.SI-ID | 241974784 |

16. Skrb za popularizacijo znanstvenega področja (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12)¹⁴

| | |
|---------------|---|
| Naslov | Ko maziva ne bodo več potrebna : tribologija, najmlajša strojniška stroka |
| | Vodja programske skupine Prof. Vižintin je v časniku Delo na poljuden način predstavil znanstveno področje Tribologije s poudarkom na uporabi tehnologij oplemenitenja površine. Namen prispevka je bila prav |

| | |
|---------------------|---|
| Opis | popularizacija področja Tribologije, ki jo pokriva programska skupina in približanje področja širši množici. Izr.prof. Bojan Podgornik pa je v istem časniku poljudno predstavil delo programske skupine na področju trdih zaščitnih prevlek in kompatibilnosti z obstoječimi mazivi. |
| Objavljeno v | Delo (Ljubl.), 21. okt. 2004, leto 46, št. 245, str. 18 Delo (Ljubl.), 31. dec. 2004, leto 46, št. 304, str. 30 |
| COBISS.SI-ID | 216857600 |

17. Vpetost vsebine programa v dodiplomske in podiplomske študijske programe na univerzah in samostojnih visokošolskih organizacijah v letih 2004 – 2008

| | | |
|----|-----------------------------------|--|
| 1. | Naslov predmeta | Tribologija |
| | Vrsta študijskega programa | UNI |
| | Naziv univerze/fakultete | Univrza v Ljubljani/Fakulteta za strojništvo |
| 2. | Naslov predmeta | Tehnična diagnostika |
| | Vrsta študijskega programa | UNI |
| | Naziv univerze/fakultete | Univrza v Ljubljani/Fakulteta za strojništvo |
| 3. | Naslov predmeta | Mehanika kontakta |
| | Vrsta študijskega programa | UNI |
| | Naziv univerze/fakultete | Univrza v Ljubljani/Fakulteta za strojništvo |
| 4. | Naslov predmeta | Mehanski pogoni |
| | Vrsta študijskega programa | UNI |
| | Naziv univerze/fakultete | Univrza v Ljubljani/Fakulteta za strojništvo |
| 5. | Naslov predmeta | Manegement vzdrževanja |
| | Vrsta študijskega programa | VSŠ |
| | Naziv univerze/fakultete | Univrza v Ljubljani/Fakulteta za strojništvo |
| 6. | Naslov predmeta | Vrdrževanje letal |
| | Vrsta študijskega programa | VSŠ |
| | Naziv univerze/fakultete | Univrza v Ljubljani/Fakulteta za strojništvo |
| | Naslov predmeta | Pogoni in prenosniki moči Vzdrževanje in tehnična diagnostika |

| | | |
|----|-----------------------------------|---|
| 7. | Vrsta študijskega programa | VSŠ |
| | Naziv univerze/fakultete | Univerza v Ljubljani/Fakulteta za strojništvo |

18. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja:

| | Vpliv | Ni vpliva | Majhen vpliv | Srednji vpliv | Velik vpliv | |
|-------------|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|
| G.01 | Razvoj visoko-šolskega izobraževanja | | | | | |
| G.01.01. | Razvoj dodiplomskega izobraževanja | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | |
| G.01.02. | Razvoj podiplomskega izobraževanja | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | |
| G.01.03. | Drugo: <input type="text"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02 | Gospodarski razvoj | | | | | |
| G.02.01 | Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | |
| G.02.02. | Širitev obstoječih trgov | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02.03. | Znižanje stroškov proizvodnje | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02.04. | Zmanjšanje porabe materialov in energije | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02.05. | Razširitev področja dejavnosti | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02.06. | Večja konkurenčna sposobnost | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | |
| G.02.07. | Večji delež izvoza | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02.08. | Povečanje dobička | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02.09. | Nova delovna mesta | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02.10. | Dvig izobrazbene strukture zaposlenih | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | |
| G.02.11. | Nov investicijski zagon | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02.12. | Drugo: <input type="text"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.03 | Tehnološki razvoj | | | | | |
| G.03.01. | Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.03.02. | Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | |
| G.03.03. | Uvajanje novih tehnologij | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.03.04. | Drugo: <input type="text"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.04 | Družbeni razvoj | | | | | |
| G.04.01 | Dvig kvalitete življenja | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.04.02. | Izboljšanje vodenja in upravljanja | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.04.03. | Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.04.04. | Razvoj socialnih dejavnosti | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.04.05. | Razvoj civilne družbe | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |

| | | | | | | | |
|--------------|--|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| G.04.06. | Drugo: | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.05. | Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.06. | Varovanje okolja in trajnostni razvoj | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.07 | Razvoj družbene infrastrukture | | | | | | |
| G.07.01. | Informacijsko-komunikacijska infrastruktura | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.07.02. | Prometna infrastruktura | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.07.03. | Energetska infrastruktura | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.07.04. | Drugo: | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.08. | Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.09. | Drugo: | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |

Komentar¹⁵

| |
|--|
| |
|--|

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja, za objavo 5., 6. in 7. točke na spletni strani <http://sicris.izum.si/> ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki

Podpisi:

| | | |
|-------------------------------|--------|--|
| vodja raziskovalnega programa | | zastopniki oz. pooblašcene osebe raziskovalnih organizacij in/ali koncesionarjev |
| Jožef Vižintin | in/ali | Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

Kraj in datum:

Ljubljana

16.4.2009

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/576

¹ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega programa. Največ 21.000 znakov vključno s presledki (približno tri in pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

² Največ 3000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

³ Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

PRIMER (v slovenskem jeziku):

Naslov: Regulacija delovanja beta-2 integrinskih receptorjev s katepsinom X;

Opis: Cisteinske proteaze imajo pomembno vlogo pri nastanku in napredovanju raka. Zadnje študije kažejo njihovo povezanost s procesi celičnega signaliziranja in imunskega odziva. V tem znanstvenem članku smo prvi dokazali... (največ 600 znakov vključno s presledki)

Objavljeno v: OBERMAJER, N., PREMŽL, A., ZAVAŠNIK-BERGANT, T., TURK, B., KOS, J.. Carboxypeptidase cathepsin X mediates $\beta 2$ - integrin dependent adhesion of differentiated U-937 cells. *Exp. Cell Res.*, 2006, 312, 2515-2527, JCR IF (2005): 4.148

Tipologija: 1.01 - Izvirni znanstveni članek

COBISS.SI-ID: 1920113 [Nazaj](#)

⁵ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, izberite ustrezen rezultat, ki je v Šifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>. [Nazaj](#)

⁶ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si> [Nazaj](#)

⁷ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

⁸ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

⁹ Za raziskovalce, ki niso habilitirani, so pa bili mentorji mladim raziskovalcem, se vpiše ustrezen podatek samo v stolpec MR [Nazaj](#)

¹⁰ Vpisuje se uredništvo revije, monografije ali zbornika v skladu s Pravilnikom o kazalcih in merilih znanstvene in strokovne uspešnosti (Uradni list RS, št. 39/2006, 106/2006 in 39/2007), kar sodi tako kot mentorstvo pod sekundarno avtorstvo, in delo (na zlasti nacionalno pomembnim korpusu ali zbirki) v skladu z 3. in 9. členom istega pravilnika. Največ 1000 znakov (ime) oziroma 150 znakov (število) vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹¹ Navedite oziroma naštejite konkretne projekte. Največ 12.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹² Navedite konkretne projekte, kot na primer: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine ipd. in ne sodijo v okvir financiranja pogodb ARRS. Največ 9.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹³ Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine strokovnega prispevka v slovenskem jeziku, ki se nanaša na povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratak opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki) ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. [Nazaj](#)

¹⁴ Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine, povezano s popularizacijo znanosti (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratak opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki), ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. [Nazaj](#)

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

¹⁵ Komentar se nanaša na 18. točko in ni obvezen. Največ 3.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-ZV-RPROG-ZP/2008 v1.00a