

VENTIL

ISSN 1318 - 7279

Letnik 25 / 2019 / 6 / December

Tribološki testi
s hidravličnimi
črpalkami

Razvoj
servohidravličnega
pogona

Hidravlika
skozi čas

Ekologija –
trajnostni razvoj

PPTcommerce d.o.o.

HIDRAVLIKA IN PROCESNA TEHNIKA

PRODAJA • PROJEKTIRANJE • SERVIS

www.ppt-commerce.si

FISHER

ELMatic™

Dantorque

HYTORK®

Shafer®

BETTIS™

Field

EMERSON™
Process Management



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



FESTO

POCLAIN
Hydraulics

OPL

S3C
pnevmatika | hidravlika

Parker

IMI
Precision Engineering

MIEL® **OMRON**
www.miel.si



ppt commerce

HIDRAVLICNE NAPRAVE



Obdelovalni stroj



Hidromehanska oprema



Ladijski vitel

PLAČE UNIVERZITETNIH PROFESORJEV



Pred dobrim mesecem je bila v številnih slovenskih medijih objavljena novica o relativno visokih osebnih prejemkih naših univerzitetnih profesorjev. Objave novinarjev so bile milo rečeno tendenciozne. Pri tem je bilo veliko netočnih podatkov, zavajanj in predvsem veliko nepopolnih informacij.

Pri tem pa sta še posebno zanimiva popoln molk in neodziv univerzitetnih profesorjev na te podatke. Pregovor, ki pravi, kdor molči, devetim odgovori, v tem primeru prav gotovo ne drži.

Pa pogledjmo, kdo je danes redni univerzitetni profesor. Osredotočil se bom na tehnično stroko. Tisti, ki so danes redni univerzitetni profesorji na omenjenih fakultetah, so študirali v osemdesetih letih prejšnjega stoletja. Končali so klasično srednjo šolo, kar pomeni, da je bila neka selekcija glede kakovosti in sposobnosti učencev in odločitve za vpis v gimnazijo ali srednjo tehnično šolo že v osnovni šoli. Še večja selekcija je bila po srednji šoli pri vpisu na univerzo. Za študij tehnike so se odločili le tisti, ki so razumeli matematiko, logiko in imeli veselje do tehnike ter naravoslovja.

Že po prvem letniku fakultetnega študija so ti študentje izgubili polovico kolegov, ker pač vsi niso zmogli premagati potrebnega napora, ki ga zahtevata študij tehnike in naravoslovja v prvem letniku. Nekaj kolegov so izgubili še v višjih letnikih študija. Po zaključku študija je le peščica diplomantov ostala na fakulteti kot asistenti. Praviloma so bili to najboljši študenti, ki so študij končali med prvimi v svoji generaciji.

Ko so postali asistenti, so opravljali vaje s polno pedagoško obremenitvijo in študirali na tretji stopnji. V določenem roku so morali zaključiti znanstveni magistrski študij in za tem še doktorat. Po asistentskem stažu so zopet najperspektivnejši in tisti z najboljšimi referencami postali docenti za dobo petih let. V tem času so morali opravljati polno pedagoško obremenitev in raziskovati, objavljati članke, pisati učbenike in sodelovati z industrijo. Po petih letih so spet najperspektivnejši in tisti z najboljšimi referencami postali izredni profesorji za dobo petih let. In zatem šele redni profesorji, ko so izpolnjevali stroge pogoje na znanstvenem, strokovnem in pedagoškem področju. Skozi vsa opisana sita pridejo le najboljši in postanejo do svoje upokojitve redni profesorji.

Podobno je na drugih področjih človekovega delovanja. V športu, na primer, je moral Dončić priti skozi podobna sita, tako tudi direktor Krke v Novem mestu ali pa nek kulturni delavec, na primer režiser filma, ki bi dobil nagrado oskar. Pa žal takega pri nas nimamo.

Vsi prej omenjeni, ki dokažejo sposobnost in dosežejo reference ter dobijo nazive in službo, kot so opisani, so povsod po svetu vrhunsko plačani.

Kaj pa pri nas? Tudi, razen rednih univerzitetnih profesorjev.

Zakaj se novinarji ne spuščajo v zasluške drugih poklicev in drugih služb v naših organizacijah, na primer v podjetjih, ki so v državni lasti. Zakaj se novinarji ne spustijo v reference, potrebne za naziv redni univerzitetni profesor, v njihovo delo, njihovo obremenitev in njihov prispevek k celotni družbi. Samo nekaj primerov.

Ne bom se spuščal v zasluške naših športnikov v tujini in tudi ne doma, ki so prav gotovo mnogo višji kot naših rednih univerzitetnih profesorjev. Če pogledamo zasluške direktorjev naših javnih podjetij, smo resnično lahko zaskrbljeni o našem plačilnem sistemu in predvsem o naših novinarjih, ki o tem ne pišejo in teh direktorskih služb ne primerjajo z obremenitvami in referencami univerzitetnih profesorjev.

Poglejmo zelo nazoren primer. V medijih je pisalo, da ima direktor našega trgovskega podjetja, ki se ukvarja s trgovino (ne s proizvodnjo) z električno energijo, letno plačo več kot pol milijona evrov. To pomeni, da dobi na mesec več kot 20.000 evrov neto plače. Kaj ta direktor doprinese k razvoju slovenske industrije ali pa v splošnem k večji blaginji vseh naših ljudi? Če je uspešen v svojem podjetju in elektriko poceni kupuje od slovenskih proizvajalcev ter drago prodaja slovenskim potrošnikom ali pa tudi tujim, tu ni prav veliko inovativnosti, znanosti, razvoja ali česa podobnega.

In zakaj se o tem ne razpišejo novinarji?

Kje in koliko zaslužijo naši profesorji? Vsak sposoben profesor bi moral sodelovati z industrijo in si zaslužiti vsaj še eno plačo. A to pri nas ni mogoče. Ali je res greh oziroma ali so to res javna sredstva, da redni univerzitetni profesor, ki je polno obremenjen s pedagoškim delom, še dodatno dela v prostorih fakultete za industrijo in pri tem uporablja raziskovalno opremo, ki jo je nabavil z javnim denarjem? Žal je to pri nas nesprejemljivo. Sprejemljivo pa je, da je raziskovalna oprema neizkoriščena in da s časom zaradi razvoja zastara in je neuporabna. Koliko raziskovalne opreme je po naših javnih raziskovalnih zavodih in fakultetah slabo izkoriščene, žal ne bomo nikoli izvedeli?

Kdaj se bodo ljudje pri nas – politiki, novinarji in vsi drugi – zavedali, da je najpomembnejše, da ljudje delajo, ustvarjajo in tudi služijo ter s tem plačujejo davke, dohodnino in kasneje trošijo, kar je v dobro vseh državljanov.

Janez Tušek

PPTcommerce d.o.o.

PPT commerce d.o.o., Celovška 334, 1210 Ljubljana-Šentvid, Slovenija
tel.: +386 1 514 23 54, faks: +386 1 514 23 55,
e-pošta: info@ppt_commerce.si, www.ppt-commerce.si

HIDRAVLIKA IN PROCESNA TEHNIKA

PRODAJA • PROJEKTIRANJE • SERVIS

www.ppt-commerce.si



EMERSONTM
Process Management



BETTISTM

DantorqueTM

HYTORK[®]

Shafer[®]



DOGODKI • POROČILA • VESTI	434
NOVICE • ZANIMIVOSTI	444
TRIBOLOŠKI TESTI	
Darko Lovrec, Vito Tič	
Tribološki testi s hidravličnimi črpalkami ob spremenljivi obremenitvi	456
SERVOHIDRAVLIKA	
Vito Tič, Darko Lovrec, Marijana Milković, Nenad Gubelj	
Razvoj servohidravličnega pogona na področju mehanike loma	466
HIDRAVLIKA SKOZI ČAS	
Darko Lovrec	
Hidravlika na področju gradbeništva – 6. del: Zagotavljanje hidravlične energije	474
EKOLOGIJA	
Vesna Trančar, Kim Širec	
Zelene investicije za zeleno prihodnost naših generacij	484
AKTUALNO IZ INDUSTRIJE	
Servopnevmatični pogon YHBP za vse vrste balanserjev (FESTO)	492
Zanesljivo delovanje avtomatično vodenih vozil s komponentami, ki ne potrebujejo vzdrževanja in mazanja (HENNLICH)	494
Učinkovita notranja logistika z Active Shuttle D-MP (OPL)	495
Parni batni ventili YAKACIK (S3C)	493
NOVOSTI NA TRGU	
Podporna os HC (HIWIN)	496
Elektro-hidravlični aktuator H-Track (INOTEH)	497
Nizkotlačna filtra Parker GLF in GLI iprotect® (PARKER HANNIFIN)	498
PODJETJA PREDSTAVLJAJO	
Povečana zanesljivost delovanja hladilnega sistema pri nižjih temperaturah (OMEGA AIR)	500
LETALSTVO	
Aleksander Čičerov	
40. Skupščina Mednarodne organizacije civilnega letalstva	504
Aleksander Čičerov	
Guernika – pred vrati pekla	508
ZNANSTVENE IN STROKOVNE PRIREDITVE	455

POLNA GALLUSOVA DVORANA PROSLAVILA 100 LET STROJNIŠTVA UL

26. novembra je Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani s slavnostno akademijo obeležila 100 let strojništva na Univerzi v Ljubljani. Polna Gallusova dvorana Cankarjevega doma je združila goste iz različnih interesnih skupin, ki jih povezuje prijateljstvo do strojništva.



Na sliki, predsednik RS Borut Pahor (v sredini), na levi – rektor UL, prof. dr. Igor Papič in na desni – dekan FS Ljubljana, prof. dr. Mitjan Kalin

Slavnostno akademijo je odprl dekan fakultete prof. dr. Mitjan Kalin, ki se je v govoru zahvalil vsem, ki so soustvarjali razvoj v preteklosti, in tudi tistim, ki še danes delujejo na fakulteti. »Dokazali smo že, da lahko na podlagi odličnega znanstvenega dela pomagamo slovenski industriji in tako vplivamo na rast gospodarstva, življenjski standard in blaginjo. Prav

ta povezanost z okoljem pa mora biti temeljni in ne-nadomestljiv cilj vsake univerze!« je še dodal dekan.

V govoru se je dotaknil tudi novih prostorov, ki jih fakulteta za nadaljnje izobraževanje vrhunskih kadrov še kako potrebuje. »Sedaj smo na točki, ko potrebujemo financiranje. Na točki, ko se morajo veljaki že tretje države v 100-letnem obstoju Fakultete odločiti, ali tudi sodobna Republika Slovenija potrebuje času dostojno Fakulteto za strojništvo, da bo lahko ostala steber razvoja na področju strojništva. V preteklosti je vse državne finančne projekte za razvoj fakultete spodbudilo prav gospodarstvo, podpirala pa visokošolsko okolje in Univerza, zato tudi mi potrebujemo in pričakujemo odločno in glasno podporo vseh vas.«

Fakulteta za strojništvo UL je danes uvrščena med 200 najboljših fakultet za strojništvo na svetu. Posega po najvišjih priznanjih in nagradah v Sloveniji in mednarodnem prostoru. Znanstvenoraziskovalni dosežki, objavljeni v najboljših revijah, pa izkazujejo, da je kot fakulteta znanstveno in strokovno dozorela.

Prireditev je potekala pod častnim pokroviteljstvom predsednika Republike Slovenije Boruta Pahorja.



Druženje po slavnostnem dogodku

www.fs.uni-lj.si

STROJNIŠTVO

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo

1919

2019

UL100

POGANJAMO PRIHODNOST

TEHNIŠKO POSVETOVANJE VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije (TPVS) je potekalo že osmo leto 9. in 10. oktobra na Otočcu. Predsednik organizacijskega odbora in predsednik DVS g. Darko Cafuta se je sam in s svojo ekipo zelo trudil, da je kljub gospodarski rasti s težavo pridobil še dovolj razstavljalcev za izvedbo srečanja in posvetovanja.



Razstavni prostori na 29. TPVS

Naši partnerji so razstavljali samo drugi dan, tj. 10. oktobra. Prišlo je relativno mnogo vzdrževalcev in ostalih obiskovalcev, ki so si ogledali novosti naših zvestih razstavljalcev. To so naši največji podporniki, ki nam pomagajo ohranjati naše poslanstvo, da se vzdrževanje enakopravno vključuje v napredek človeške družbe v povezavi z globalnimi trendi. Vsakoletnim razstavljalcem se zahvaljujemo za zaupanje, novim pa želimo veliko vztrajnosti in še nadaljnega sodelovanja. Rimski klub napoveduje, da bodo poklici prihodnosti računalničarji in negovalci starejših oseb ter negovalci ali vzdrževalci strojev, tako smo lahko optimistični za naše področje.

Dan pred tem je bila uspešna delavnica, ki jo je vodil podpredsednik evropske komisije za Asset Management (AM – upravljanje s premoženjem) evropskega združenja vzdrževalcev EFNMS Janez Tomažin. Metode vzdrževanja se razvijajo in posegajo na vsa nova področja, predvsem računalništva in avtomatizacije, ter se povezujejo z managerji, ki že izkoriščajo moderne postopke vzdrževanja za povečanje uspešnosti podjetja. Delovna skupina za Asset Management v okviru Društva vzdrževalcev Slovenije (DVS) je zelo aktivna in že uspešno deluje pri izobraževanju in osveščanju vodij vzdrževanja, njihovih predpostavljajenih kot tudi samih vzdrževalcev. V okviru industrije 4.0 se pojavlja vse več tehničnih rešitev v vedno bolj uporabljani veji vzdrževanja, tj. vzdrževanje po stanju (CBM – Condition Base Maintenance). Na

razpolago so pametne naprave, predvsem tudi pametni senzorji, ki javljajo opozorila (alarme) kar na mobitele ali pa znajo shranjevati obilico podatkov v oblake, ki jih nato lahko s sodobnimi zelo zmogljivimi računalniki tudi analiziramo, da lahko potem ustrezno ukrepamo.

Letošnja usmeritev je bila namenjena rezervnim delom. Ob obrabi, okvari ali celo zlomu je potrebno popraviti ali zamenjati rezervni del. Z računalniško podporo spremljamo stanje kritičnih delov strojev in naprav in zagotavljamo pravočasno in ustrezno nabavo novih rezervnih delov. Več o reševanju problematike rezervnih delov smo slišali na okrogli mizi z moderatorjem mag. Mihaelom Hameršakom, kjer so spregovorili vodje/direktorji vzdrževanj prepoznavnejših slovenskih podjetij in predstavniki pomembnih dobaviteljev rezervnih delov za slovensko industrijo. Vabilu na okroglo mizo so se odzvali Martin Jug (vodja vzdrževanja MAHLE Electric Drives d. o. o.), Gregor Cvetko (vodja vzdrževanja Starcom d. o. o.), Gorazd Pikec (direktor vzdrževanja AquafilSLO d. o. o.), Marjan Starič (vodja vzdrževanja tovarne Revoz d. d.), Borut Novšak (direktor obrata vzdrževanja SIJ Acroni d. o. o.) in Gregor Sablič (vodja prodaje preko distribucije SKF Slovenija d. o. o.).

Na okrogli mizi je tekla beseda o postopkih naročanja v podjetjih, nabavnih verigah, o skladiščenju, zalogah, financiranju zalog in unifikaciji rezervnih delov. Nabavni procesi v podjetjih, sodelujočih na okrogli mizi, so zelo podobni. Vzdrževalci generirajo potrebo po rezervnih delih v poslovni informacijski sistem, povpraševanja in samo naročilo pa realizirajo nabavne službe. Ob generiranju potrebe po rezervnem delu vzdrževalci predpišejo tehnične zahteve. Sodelujoči na okrogli mizi so zagovarjali stališče, da je ekonomsko upravičeno vgrajevati kakovostne, originalne rezervne dele. Učinkovitega vzdrževanja brez elektronskih kosovnic rezervnih delov in ustreznega informacijskega sistema za podporo vzdrževanju si ne znajo več predstavljati. Ključni ukrep za obvladovanje zalog rezervnih delov je unifikacija vgrajenih komponent pri nabavi nove proizvodne opreme.

Predstavljeni so bili rezultati natečaja za izbor najboljših diplomske naloge na višjih strokovnih šolah Slovenije. Aktivnosti je letos vodil Viktor Jemec, urednik stanovske revije Vzdrževalec. V kategoriji zaključne naloge sta bili za najboljši diplomski nalogi s področja strojništva izbrani: glede na dodano

vrednost na ŠC Postojna, Višja strokovna šola, naloge diplomanta Nika Karloviča K. M. K. BOX, d. o. o. – Optimizacija procesa izdelave okvirov za embalažo PVC-profila, mentorja Antona Drobniča, za najboljšo diplomsko nalogo s področja strojništva glede na praktično uporabnost vzdrževanja pa na Višji strokovni šoli Arcadia iz Maribora diplomsko nalogo diplomanta Miha Ajsterja z naslovom: Zakonodaja in standardizacija na žičniških napravah za prevoz oseb – krožno kabinska žičnica Pohorska »vzpenjača«, mentorja dr. Darka Friščića. Za najboljšo izobraževalno ustanovo je bila na osnovi seštevka vseh prijavljenih diplomskih nalog izbrana ustanova Šolski center Kranj, Višja strokovna šola, Elektroenergetika.

Popoldne so sledila predavanja, namenjena glavni tematiki. Tudi letos je posvet potekal z mednarodno udeležbo, saj se nam je pridružil naš znanec dr. Hasan Avdić iz Bosne in Hercegovine. Najprej je Jovan Jovanović predstavil svetovno novost v Sloveniji – vizualizacijo in analizo gibanja in vibracij strojev s kamero IRIS, dr. Hasan Avdić, Viktor Jemec, dr. Joel Levitt in Alma Avdić so govorili o upravljanju z rezervnimi deli, Aljaž Gradišnik je predstavil učinkovito upravljanje in planiranje rezervnih delov s pomočjo informacijske rešitve, dr. Damjan Maletič je govoril o obvladovanju premoženja (AM) in kompetencah menedžerjev v industriji 4.0, Bojan Težak je predstavil infrardeča okna za večjo varnost vzdrževalcev in opreme, Miha Kukovec pravočasno dobavo rezervnih delov, Tomaž Štupar, Žiga Stržinar in Gregor Velepec pa povečanje zanesljivosti napajalnih sistemov z daljinskim spremljanjem napajalnih naprav, posvetovanje je zaključil Janez Tomažin s predavanjem o monitoringu olja v praksi.

Srečanje vzdrževalcev je namenjeno tudi varnosti pri delu, na katero moramo stalno misliti in upoštevati



Udeleženci med predavanji

že znano zakonodajo, pravila dela in predvsem skrbeti sami nase.

TPVS je poleg strokovnega posvetovanja tudi srečanje vzdrževalcev, razstavljalcev, vodij vzdrževanja in managementa. Skupaj želimo napredovati in pomagati dobaviteljem in kupcem izdelkov ter storitev s področja vzdrževanja.

Hvala vsem, ki ste se trudili pri organizaciji posvetovanja in sejma s kvalitetnimi predstavitvami storitev in izdelkov, da ostaja Otočec osrednja strokovna prireditelja vzdrževalcev Slovenije z druženjem in izmenjavo strokovnih izkušenj.

Mag. Viktor Jemec
Urednik revije Vzdrževalec

ODPRTJE NOVIH PROSTOROV LABORATORIJA ZA FLUIDNO TEHNIKO



Nagovor dekana FS, prof. dr. Mitjana Kalina

Laboratorij za fluidno tehniko (LFT) Fakultete za strojništvo (FS), Univerza v Ljubljani, se je po 46. letih delovanja preselil v nove, večje prostore. LFT je do sedaj deloval v pritličju nove stavbe FS, sedaj pa je preseljen v klet stare stavbe FS na istem naslovu. Nove prostore LFT sta 21. novembra slavnostno odprla dekan fakultete prof. dr. Mitjan Kalin in vodja LFT doc. dr. Franc Majdič. Ob odprtju so bili prisotni številni predstavniki industrije in zaposleni na FS. Novi prostori so za 30 kvadratnih metrov večji od starih, kar je veliko za sedanje razmere. Po slavnostnem odprtju so sledili ogled in sproščeni pogovori. Več o slovesnosti bo zapisano v naslednji številki znanstveno-strokovne revije Ventil.

Doc. dr. Franc Majdič
UL, Fakulteta za strojništvo

PODELITEV LOKALNIH NAGRAD MANUS »SLO MANUS 2019«

V sredo, 25. septembra, je podjetje HENNLICH iz Kranjav okviru Dneva inovativnosti, ki je potekal na Brdu pri Kranju, podelilo nagrade SLO manus. manus® je skupna pobuda podjetja igus®, raziskovalca in proizvajalca polimernih drsnih ležajev iz Kölna v Nemčiji, tehnične publikacije Industrieanzeiger, tehnične fakultete iz Kölna in Inštituta za kompozitne materiale iz Kaiserslauterna.



Manus 2019

Prvi natečaj je bil organiziran že v letu 2003, nato pa poteka vsako drugo leto. Število prijavljenih iz leta v leto narašča.

manus® simbolizira pogum in prizadevanja za raziskovanje novih tehnologij, zato seiščejo aplikacije, ki že delujejo ob uporabi polimernih ležajev. Ti se razlikujejo po tehničnih in komercialnih parametrih, so plod drznih idej in ustvarjalnosti ter dajejo presenetljive rezultate.

Na srečanje so bili povabljeni vsi sodelujoči natečajniki, tudi vsi, ki so sodelovali v prejšnjih dveh natečajih, vsi nagrajenci iz preteklih let, prav tako pa predstavniki podjetja Igus iz Kölna kot organizatorja tega natečaja v svetovnem merilu in predstavniki podjetja HENNLICH, ki podjetje Igus zastopa na slovenskem trgu. To je bila že peta podelitev, prvič je bil natečaj organiziran na področju Slovenije v letu 2011, drugič pa leta 2013, letošnja prireditev je bila že tradicionalna, torej peta zapored.

Letošnja udeležba je bila izjemnomnožična. Skupno se je na mednarodni natečaj prijavilo kar 445 udeležencev iz 32 držav. Letos so se slovenski predstavniki izkazali, kar 41 prijav je bilo iz Slovenije, kar je skoraj 100 % več kot na zadnji prireditvi.

Slovenija si skupaj z Nemčijo deli visokotretje mesto v absolutnem seznamu udeležencev. Glede na prebivalce (število prijav na 1 milijon prebivalcev je daleč pred vsemi (koeficient 20,5: 20,5 prijav na 1 milijon prebivalcev).



Prikaz števila udeležencev

Iz priložene tabele se vidi, da število udeležencev iz Slovenije narašča. Na prvem natečaju je bilo prijavljenih 10 udeležencev iz Slovenije, na naslednjem čez dve leti že 13, nato 17, letos pa kar 41.

Torej se nam ni treba bati za prihodnost, ideje so.

Predstavljena je bila kratka zgodovina podjetja HENNLICH in podjetja Igus.

Nato so bili na kratko predstavljeni vsi sodelujoči in njihove aplikacije, v katerih so bile vgrajene igusove puše ali vodila, ki imajo to prednost, da ne potrebujejo mazanja in vzdrževanja, da so neobčutljive za umazanijo in imajo dolgo življenjsko dobo.

Zmagovalec je dobil zlato manus priznanje, drugo uvrščeni srebrno, tretje uvrščeni pa bronasto manus priznanje. Izročeno je bilo tudi posebno manus priznanje, letos smo podelili kar dve.

Nagrajenci so bili:

Zlati manus je dobil g. Dean Vidmar iz podjetja 1024 d. o. o. za mehanizirani model nalaganja zabojnikov.

Izdelek je "Mehanizirani model nalaganja zabojnikov", ki je bil narejen v sodelovanju s svetovno priznanim umetnikom JR (Jean René). Namen instalacije je bil razlagati projekt JR Women are Heroes, ki je bil leta 2014 odpremljen iz пристanišča Le Havre na kontejnerski ladji CMA CGM Magelan. Modelni žerjavi na inštalaciji delujejo samostojno s pomočjo strojnega vida, prilagojene elektronike in pose-



Mehanizirani model nalaganja zabojnikov

bej izdelane programske opreme. Namestitvev je v stalnem gibanju in vsaki dve uri sestavi sliko na eni strani modelne ladje. Ta predstavlja sliko, ki jo je JR naredil leta 2014.

Uvodna predstavitev je bila junija 2018 v galeriji Perrotin v New Yorku in so jo obiskovalci odlično sprejeli. V model so vgrajena igusova vodila in vozički, ki ne potrebujejo mazanja in delujejo brez vzdrževanja. Gibanje je gladko in brez zastojev.

Srebrni manus je dobil g. Matej Meglič iz podjetja ElevonX d. o. o. za lansirnik brezpilotnih letal.

ElevonX je proizvajalec brezpilotnih letal (UAV) oziroma celotnih sistemov. ElevonXScorpion – elastični lansirnik – se uporablja za lansiranje brezpilotnih letal, ki za vzlet potrebujejo začetno hitrost. Pri razvoju sta bila moto varnost in vzdržljivost sistema, zato ima ta sistem prednosti pred ostalimi in sicer: vsi elastični deli so zaščiteni in ob odpovedi preprečujejo poškodbe operaterja, ima zanesljiv mehanizem za sprostitve, varnostno zaponko in mehanizem za napenjanje na zadnji strani.

Pri lansiranju se pojavljajo izredno visoke sile, kar pomeni, da mora biti sistem natančno izdelan.



Lansirnik brezpilotnih letal

V elastični lansirnik ElevonXScorpion so vgrajeni elementi DryLin®, ki so komponente visoke kakovosti, da zagotavljajo najboljše rezultate in varnost uporabnika. Prav zaradi uporabe izdelkov DryLin® je uporaba lansirnika skoraj brez vzdrževanja.

Bronasti manus je dobil g. Matej Štefanac iz podjetja VISARD, Matej Štefanac s. p. za PLUSminus svetilko.

Skrivnost in srčnost osvetlitve PLUSminus je mehanizem gibanja, ki omogoča premik na nekonvencionalen način. Za premikanje svetilke je dovolj le nežen dotik prsta ene roke. Ko smo zadovoljni s položajem, mehanizem samodejno zaklene položaj na zeleni višini in razdalji. Z uporabo puš iglidur svetilka skoraj plava.



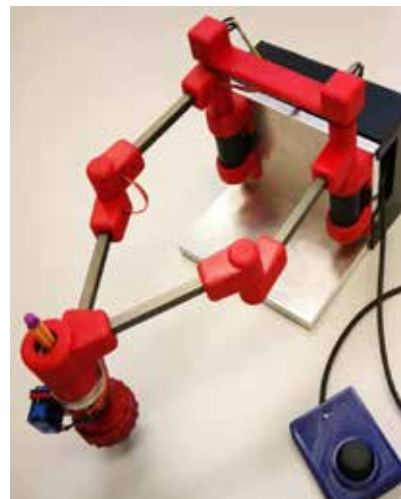
PLUSminus svetilka

Premika se v vodoravni in navpični smeri in se vrti okoli dveh osi. Zahvaljujoč lahki konstrukciji in minimalistični obliki skoraj ne zastira vidnega polja.

Letos smo podelili tudi dve posebni nagradi manus, ki sta šli v roke študentov in njihovih mentorjev.

Posebno manus nagrado so dobili dr. Sebastjan Šlajpah in skupina študentov iz EF Univerze v Ljubljani za izobraževalni robotski komplet. Študentje so ob pomoči mentorja izdelali zanimiv robot.

Izobraževalni robotski komplet mora vsebovati minimalno količino materiala, vendar kljub temu zagotavljati različne funkcionalne zasnove robotskih mehanizmov. Vključeni material je treba uporabiti na različne načine: če se en del uporablja kot li-



Izobraževalni robotski komplet

nearno vodilo v enem dizajnu, ga lahko uporabimo kot segment robotov v drugem. Uporabljeni materiali morajo biti lahki, z minimalnim vzdrževanjem ali breznejega. Celotna mehanska zasnova mora biti enostavna za sestavljanje in dovolj majhna in lahka, da je prenosna.

Igusov sistem DryLin® izpolnjuje vse zahtevane kriterije.



Analogna ura

Posebno manus nagrado so dobili mag. Marijan Španer in skupina študentov iz FERI Univerze v Mariboru za analogno uro.

Skupina študentov je pripravila idejno zasnovo, konstruiranje in tudi praktično izdelavo modela analogne ure z naprednim vodenjem. Konstrukcija mehanskega dela je relativno preprosto zasnovana, zato so se odločili, da bodo mehanizem izdelali sami. V delavnici, opremljeni le z osnovnimi stroji in orodji, je problem izdelave natančnejših strojnih obdelav, ki so sicer potrebne za izdelavo ležajnih sedežev in doseganje tolerančnih nasedov osi in gredi. Zato so z veseljem izkoristili možnost, ki jo ponuja uporaba polimernih drsnih ležajnih puš proizvajalca IGUS. Zato so jih uporabili na prav vseh ležajnih elementih zobniškega prenosa in tudi za gredi pogona kazalcev.

Polimerni ležaji in puše se v industrijskih rešitvah vse bolj in bolj uveljavljajo. Predsodki o plastiki, kot slabem in cenemem materialu se počasi umikajo iz stroke. Veliko razvojnikov že prisega izključno na polimerne rešitve. Svoje ideje utemnjujejo z možnostjo izračuna življenjske dobe, prav tako tudi z rezultati opravljenih testov, ki jih podjetje Igus ves čas opravlja v svojem testnem laboratoriju. Rezultati so dostopni, tako da se vsak lahko prepriča o kakovosti polimerov.



Podelitev nagrad SLO manus 2019

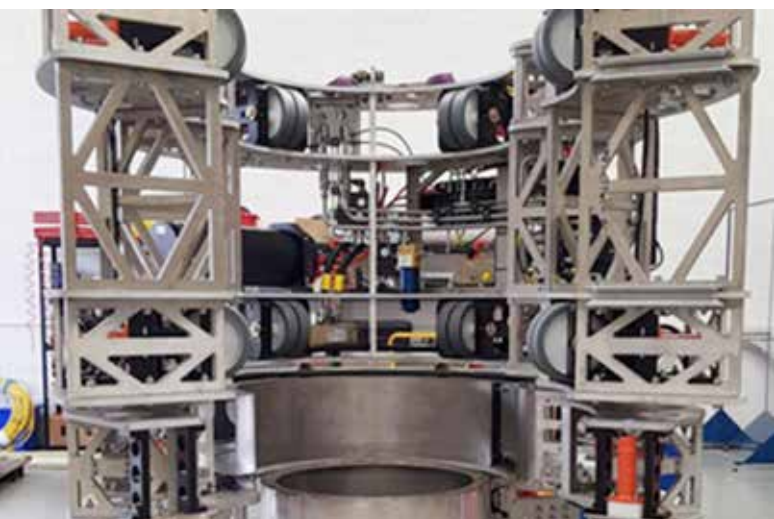
Svetovni manus 2019

Kot vedno je bila podelitev na sejmu v Hannoveru.



Podelitev letošnjih mednarodnih nagrad manusna sejmu v Hannoveru

Zlati manus 2019: Čistilna in preizkusna enota.



ToolTecLtd, Neil Macdonald, Aberdeen, Velika Britanija

Srebrni manus 2019: športni katamaran



CEC Catamarans GmbH, Ernst-Michael MILLER, Grünwald, Nemčija

Bronasti manus 2019: plinski obroč



KEMPF, Martine Kempf, Wasselonne, Francija

Na koncu smo sklenili, da se čez dve leti zopet srečamo, po vsej verjetnosti v še večjem številu, z veliko novimi in zanimivimi aplikacijami. Želimo si, da bi podelitev slovenskih manusov postala tradicionalna prireditel. Z vašo pomočjo nam bo to tudi uspelo. Vabljeni spet leta 2021.

Več si lahko preberete na www.hennlich.si.

Stojan Drobnič,
HENNLICH d.o.o.



POSVET ASM '19

Na GZS v Ljubljani je 4. decembra potekal tradicionalni, že šestnajsti strokovni posvet na temo Avtomatizacija strege in montaže 2019 – ASM '19. Posvet, ki je najpomembnejši dogodek v Sloveniji s področja strege in montaže, je organiziral Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko (LASIM) Fakultete za strojništvo, Univerza v Ljubljani, soorganizatorji dogodka pa so bili Zavod KC STV, SRIP ToP, Gospodarska zbornica Slovenije, RS, Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo ter EU, Evropski sklad za regionalni razvoj.



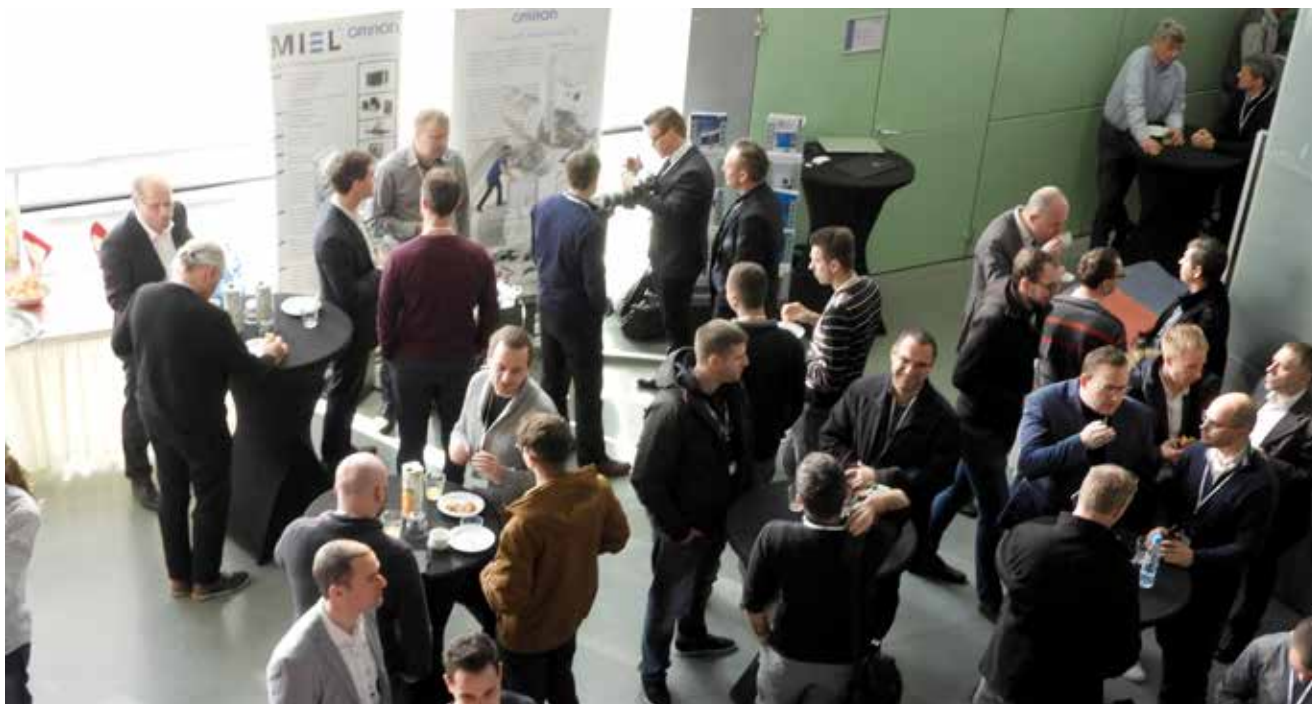
Utrinek iz otvoritve posveta

Glede na razmere v gospodarstvu in družbi na sploh je bil posvet zelo dobro obiskan, saj se ga je udeležilo preko 150 udeležencev iz kar 65 podjetij, iz desetih raziskovalnih in izobraževalnih institucij ter iz treh medijev. Dober in raznovrsten obisk kaže na izredno zanimanje za ta dogodek in predvsem na pomembnost področja avtomatizacije strege in montaže v gospodarstvu. Za posvet ASM danes že kar velja, da je postal dogodek, na katerem enostavno moraš biti prisoten, če deluješ na področju strege in montaže.

Na posvetu so se predstavila številna podjetja s svojimi dosežki, tehnološkimi rešitvami in novostmi. Mnoge prikazane rešitve so plod lastnega razvoja podjetij in inovativnosti njihovih inženirjev in bodo prav gotovo marsikomu pripomogle pri rešitvi njegovih problemov in dilem, s katerimi se srečuje v vsakodnevni praksi. Predavatelji na posvetu so bili iz sledečih organizacij: Zavod KC STV

in INEA d. o. o., GZS – Združenje kovinske industrije, Yaskawa Slovenija d. o. o. in Yaskawa Ristro d. o. o., ABB d. o. o., Nopromat d. o. o. in Fanuc Adria d. o. o., Miel d. o. o., Halder d. o. o., Kolektor Digital, Laboratorij LASIM – Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, UNISTAR LC d. o. o., ControlTech d. o. o., OPL d. o. o. in Bosch Rexroth, Riko d. o. o., Danfoss Trata, d. o. o., Leonardo d. o. o. in Festo d. o. o. ter Nopromat d. o. o., INEA RBT d. o. o. ter Ptica – zavod.

Organizator je skupaj z avtorji iz različnih podjetij pripravil izredno zanimivo srečanje, ki ga je podprlo več ustanov, podjetij in medijev. Med njimi naj posebej omenimo generalnega pokrovitelja Yaskawa Slovenija d. o. o., ki spada v globalni koncern Yaskawa Electric Corporation, ki je kot koncern v svetovnem merilu dobro prepoznaven in je vodilni svetovni proizvajalec na področjih robotike in sistemov za avtomatizacijo.



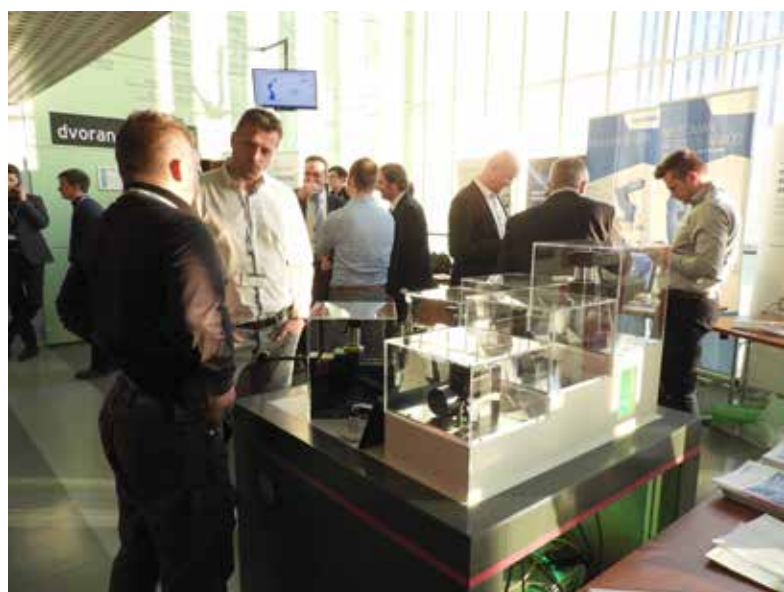
Udeleženci posveta med druženjem

Na razstavnem prostoru pred konferenčno dvorano so imela podjetja možnost predstavitve svoje dejavnosti s publikacijami, demonstracijskimi paneli ali na dveh večjih promocijskih zaslonih. Posvet ASM '19 je bil torej enkratna priložnost za predstavitev novosti in naprednih pristopov, prav tako pa za srečanje strokovnjakov s področja avtomatizacije ter danes vse pomembnejše digitalizacije in za medsebojno izmenjavo mnenj ter izkušenj.

Vsem udeležencem se za obisk in sodelovanje na ASM '19 najlepše zahvaljujemo in vse zainteresirane vabimo, da se nam kot soorganizatorji ali udeleženci pridružijo na naslednjem posvetu ASM, ki ga načrtujemo v začetku decembra 2020.

Več utrinkov s posveta ASM '19 je dostopnih na spletni strani posveta www.posvet-asm.si.

Dr. Mihael Debevec
OO ASM '19 in UL, FS, LASIM



Tudi izmenjave mnenj ni manjkalo

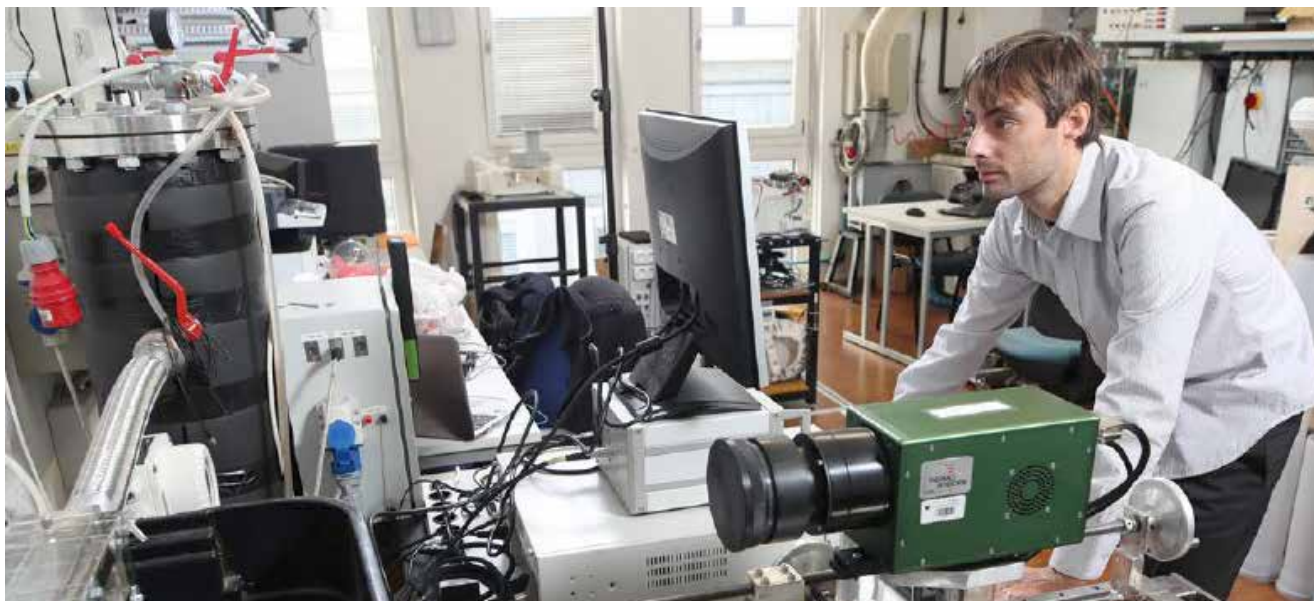
POSVET AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020 - ASM '20

2. decembra 2020

aktualne novice o posvetu so na voljo na www.posvet-asm.si

ZOISOVO PRIZNANJE PREJEL REDNI PROFESOR DR. MATEVŽ DULAR

Zoisovo priznanje lahko prejme raziskovalec v Republiki Sloveniji, ki je s svojimi dosežki trajno prispeval k razvoju znanstvenoraziskovalne in razvojne dejavnosti v Republiki Sloveniji. Tokrat je Odbor Republike Slovenije za podelitev nagrad in priznanj za izjemne dosežke v znanstvenoraziskovalni in razvojni dejavnosti nagradil prof. dr. Matevža Dularja, ki je prejel Zoisovo priznanje za pomemben prispevek k razumevanju pojava kavitacije.



Prof. dr. Matevž Dular

Prof. dr. Matevž Dular je redni profesor na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani, kjer raziskuje na področju inženirske dinamike tekočin, ožje pa predvsem na področju kavitacije – uparjanju vode zaradi nenadnega padca tlaka.

Kavitacija velja za enega najbolj perečih problemov pri obratovanju turbinskih strojev, saj povzroča vibracije, hrup, znižanje izkoristka in poškodbe lopatic stroja.

Poudariti velja predvsem njegov prispevek k razumevanju kavitacijske agresivnosti. Predlagal je fizikalno razlago procesa kavitacijske erozije, ki je prej temeljila zgolj na empiričnih relacijah. Teoretični model kavitacijske erozije je pozneje eksperimentalno potrdil in ga vključil v metodologijo računalniške dinamike tekočin, s katero je mogoče vnaprej napovedati nastanek poškodb.

V okviru dela za Evropsko vesoljsko agencijo (ESA) je razvil več novih modelov za popis uparjanja in kondenzacije v hitro spreminjajočih se tlačnih poljih

ter kot prvi pokazal na možnost neposrednih meritev temperaturnih polj v kavitirajočem toku, kar daje možnost za optimizacijo delovanja turbočrpalk raketnih motorjev.

Ne nazadnje je treba poudariti tudi njegov prispevek k razumevanju kavitacijske agresivnosti na novem področju – na področju uporabe kavitacije, kjer se izkorišča za uničevanje virusov, bakterij in farmacevtikov. Na tem področju je prof. Dular pridobil tudi prestižni projekt Evropskega raziskovalnega sveta (ERC), ki raziskuje osnovne mehanizme učinkovanja kavitacije na kontaminante. Projekt CABUM – Raziskave mehanizmov ob interakcijah kavitacijskih mehurčkov s kontaminanti – bo vodil v boljše poznavanje fizikalnega ozadja pojava kavitacije, ki bi ga lahko v prihodnosti uporabljali za okolju prijazno čiščenje pitne in odpadne vode.

Za dosežke v znanosti in prejeto priznanje vsem nagrajenkam in nagrajencem iskreno čestitamo!

www.fs.uni-lj.si

PUHOVA NAGRADA ZA VRHUNSKE DOSEŽKE NA PODROČJU INDUSTRIJSKE ROBOTSKE TEH- NOLOGIJE PODJETJU YASKAWA IN FAKULTETI ZA STROJNIŠTVO UNIVERZE V LJUBLJANI

20. novembra 2019 je v Unionski dvorani potekala svečana podelitev najvišjih državnih priznanj in nagrad za najbolj odlične dosežke slovenskih znanstvenikov, ki jih podeljuje Odbor Republike Slovenije za podelitev nagrad in priznanj za izjemne dosežke v znanstvenoraziskovalni in razvojni dejavnosti.



Prejemniki Puhove nagrade

Puhovo nagrado so kot skupina prejeli dr. Hubert Koller, Erih Arko, Damjan Širaj iz podjetja Yaskawa ter izr. prof. dr. Matija Jezeršek in prof. dr. Niko Herakovič s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani. S sodelovanjem so dosegli vrhunske rezultate pri vplelavi novih znanstvenih dosežkov v razvoj in proizvodnjo industrijskih robotskih tehnologij in izvedbeni odličnosti, vključno z integracijo laserskih tehnologij v proizvodne procese ter nadgradnjo digitalizacije proizvodnje na načelih pametne tovarne.

Po uspešni realizaciji raziskovalnih dosežkov na trgu je ta skupina raziskovalcev in inženirjev pridobila takšno zaupanje Yaskawe Electric iz Japonske, da ji je ta zaupala načrtovanje prve tovarne robotov v Evropi oz. v Sloveniji, ki je zgrajena in že obratuje. Tovarna z vsemi detajli procesov je bila zasnovana v popolnoma digitalnem okolju, preden se je gradnja sploh začela, kar je izjemen tehnični dosežek, ki nas

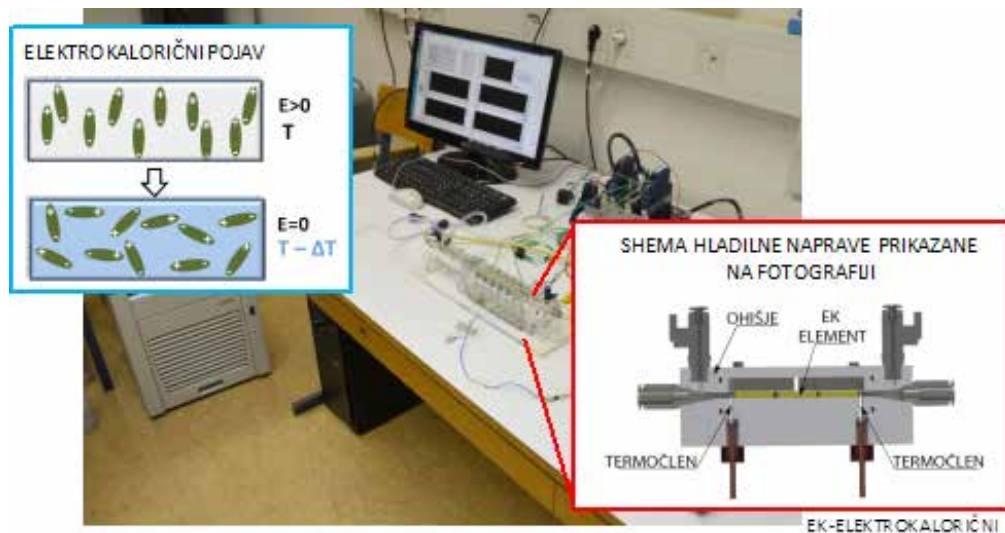
na tem področju postavlja na svetovni zemljevid. To je bil, gledano v širši regiji, prvi takšen pristop. Prvi roboti so bili izdelani v novembru leta 2018. Z novimi 150 visoko kvalificiranimi delovnimi mesti bo po dosedanjih predvidevanjih proizvodnja do leta 2022 dosegla 6000 robotov v vrednosti ok. 100 milijonov evrov letno, maksimalna proizvodna kapaciteta pa znaša do 10.000 robotov letno. Vse to ima izjemno velik pomen za Slovenijo, predvsem pa za občino Kočevje, ki se je doslej soočala s 25-odstotno brezposelnostjo. Dosežki so v največji možni meri rezultat tesnega sodelovanja med podjetjem Yaskawa in Fakulteto za strojništvo Univerze v Ljubljani.

Za izjemne dosežke in zaslužene nagrade nagrajenkam in nagrajencem iskreno čestitamo!

www.fs.uni-lj.si

DEMONSTRATORSKA HLADILNA NAPRAVA NA OSNOVI ELEKTROKALORIČNEGA POJAVA

Sodelavci Laboratorija za hlajenje in daljinsko energetiko Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani in odsekov za elektronsko keramiko in za fiziko trdne snovi Instituta Jožef Stefan so med prvimi na svetu izdelali demonstratorsko hladilno napravo, ki temelji na elektrokaloričnem pojavu.



Fotografija (sredina) in shematski prikaz (spodaj desno) elektrokalorične hladilne naprave ter shematski prikaz elektrokaloričnega pojava (zgoraj levo).

Relaksorsko-feroelektrična keramika na osnovi svinčevega perovskita izkazuje elektrokalorično spremembo temperature pod vplivom električnega polja, do ≈ 3.5 K pri 160 kV/cm, kar je med najboljšimi rezultati na svetu. Koncept prenosa toplote z aktivno regeneracijo v napravi s hladilnimi elementi v obliki tankih keramičnih plošč, kjer je tekočina protitočno v stiku z izvorom in ponorom toplote, je predstavljen na sliki. V primerjavi z obstoječimi hladilnimi tehnologijami elektrokalorično hlajenje omogoča zelo velik izkoristek in nima škodljivih vplivov na okolje. Izum je patentno zaščiten v EU, ZDA in na Kitajskem, patent je odkupilo podjetje Gorenje.

Naprava je bila razvita v sklopu ARRS projektov L2-6768 (vodja, prof. dr. Barbara Malič) in L7-7580 (vodja, prof. dr. Andrej Kitanovski).

Dosežek je bil nagrajen z priznanjem odlični v znanosti, ki je eden izmed projektov Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije v okviru

promocije znanosti. Agencija spodbuja predstavitev znanstvenih dosežkov strokovni in splošni javnosti ter aktivno spodbuja povezovanje med potrebnimi družbe in rešitvami, ki jih znanost lahko ponudi. Demonstratorska hladilna naprava na osnovi elektrokaloričnega pojava predstavlja vse naštetu in je izreden znanstveni dosežek, ki ga bomo kot družba lahko izkoriščali.

Vir:

MALIČ, Barbara, URŠIČ NEMEVŠEK, Hana, KOSEC, Marija, DRNOVŠEK, Silvo, CILENŠEK, Jena, KUTNJAK, Zdravko, ROŽIČ, Brigita, FLISAR, Uroš, KITANOVSKI, Andrej, OŽBOLT, Marko, PLAZNIK, Uroš, POREDOŠ, Alojz, TOMC, Urban, TUŠEK, Jaka. *Method for electrocaloric energy conversion: United States Patent US9915446 (B2), 2018-03-13.* [S. I.]: United States Patent and Trademark Office, 2018. [16] [COBISS.SI-ID 29642791]

www.fs.uni-lj.si

University of Ljubljana
Faculty of Mechanical Engineering



Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija

gorenje lifeSimplified



STRATEŠKA DELAVNICA GROZDA STV – SRIP ToP, DECEMBER 2019

V ponedeljek, 2. decembra, je v Hotelu Mons v Ljubljani v organizaciji Zavoda KC STV potekala strateška delavnica grozda STV (Sistemi in tehnologije vodenja), na kateri so bila oblikovana prednostna tehnološka področja in prioritete smeri razvoja in raziskav v 3. fazi SRIP, to je za obdobje 2020-2021 s pogledom do 2023.



Udeleženci delavnice med predavanjem

V začetnem delu delavnice so bili prikazani kratek povzetek dosedanjega dela in načrti grozda STV za nadaljevanje v 3. fazi SRIP. Sledila je predstavitev dela ekspertne skupine Beyond 2020 in perspektivnih tehnoloških področij tehnologije vodenja v svetu, v nadaljevanju pa anketa za oblikovanje novih prednostnih smeri vertikalne verige vrednosti Intelligentni sistemi vodenja za tovarne prihodnosti ter

povzetek prejetih odgovorov članov grozda. Sledilo je skupno oblikovanje posameznih tehnoloških področij in prednostnih smeri razvoja, ki se je zaključilo s pogostitvijo in mreženjem med udeleženci delavnice.

Dr. Mihael Debevec
UL, Fakulteta za strojništvo



Kotalne e-verige plastični vodilni žlebovi

za avtomatske namakalne
sisteme

- hodi do 400 m
- namakanje do 200.000 rastlin v lončkih

HENNLICH d.o.o., Ul. Mirka Vahnova 13, 4000 Kranj



HENNLICH

Pokličite nas:
04/532 06 05



www.hennlich.si

OBISKAL NAS JE PREDSEDNIK EVROPSKEGA RAZISKOVALNEGA SVETA

Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport je v novembru 2019 gostilo predsednika Evropskega raziskovalnega sveta (ERC) prof. dr. Jean-Pierra Bourguignona. V čast nam je, da je bila Fakulteta za strojništvo UL izbrana za gostiteljico osrednjega dogodka obiska, saj smo institucija, ki sodi med najuspešnejše raziskovalne organizacije pri pridobivanju projektov ERC.



Prof. dr. Jean-Pierre Bourguignon ob prihodu na FS Ljubljana

Znanje sodobne tehnike mora preiti v realno življenje in ponosni smo, da smo v zadnjih dveh letih prejeli kar dva izmed najprestižnejših evropskih projektov, t. i. projekta ERC, kakršnih je bilo v Sloveniji v dveh desetletjih podeljenih le enajst. Prav projekti ERC predstavljajo najbolj prestižen del evropskega raziskovalnega prostora, ker povezujejo vrhunsko znanost in uporabno vrednost znanosti v širšem družbenem okolju. In to mora biti cilj večine znanosti: da neposredno sodelujejo in pomagajo družbi h kakovostnejšemu življenju in boljšemu jutri vseh.

Predsednik ERC je pričel svoj obisk z ogledom laboratorijev obeh dobitnikov sredstev ERC s Fakultete za strojništvo UL, in sicer *prof. dr. Matevža Dularja* in *doc. dr. Jaka Tuška*. Sledil je posvet z uvodnima pozdravoma prodekana Fakultete za strojništvo prof. dr. Andreja Kitanovskega in rektorja Univerze v Ljubljani prof. dr. Igorja Papiča, ki sta besedo predala osrednjemu gostu prof. dr. Jean-Pieru Bourguignonu. Predsednik je izpostavil, da so »bistvene raziskave, ki jih spodbuja ERC, mejne raziskave in resnično si prizadevamo, da ne bi ustvarjali ločnic med temeljnimi, uporabnimi in tehničnimi raziskavami. Mislimo, da ta pristop dokazano deluje in vidimo, da na ta način lahko podpremo številne inženirje, ki tako dobijo osnovno podporo za temeljne raziskave in te rezultate prenašajo širše v družbo. Skratka: v prihodnje bo ERC dajal prednost tistim projektom, ki bodo zasledovali prelomne raziskave. Pomembna je znanstvena odličnost in strojništvo je panoga, ki je ne smemo spregledati.«

Minister za izobraževanje, znanost in šport dr. Jernej Pikalo nam je zaupal, da si na ministrstvu vedno bolj prizadevajo, da bi pomagali raziskovalcem zmagati na enem izmed najbolj tekmovalnih razpisov v svetu znanosti. Poudaril je, da so pri tem pomembne izmenjave izkušenj med dobitniki in bodočimi prijavitelji, zato je bilo jedro današnjega obiska prav posvet med preteklimi in bodočimi dobitniki. Svoje izkušnje in znanje so z nami delili šesti dobitniki sredstev ERC iz treh različnih institucij, pri čemer sta Fakulteto za strojništvo zastopala prej omenjena dr. Dular in dr. Tušek. Uspešni prijavitelji so nam zaupali male skrivnosti velikih uspehov, predvsem v času prijave projekta. Ministrstvo pa razmišlja še dlje, in sicer v čas po koncu trajanja projekta. Skupaj z Javno agencijo za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije ARRS želijo vzpostaviti mehanizem, ki bi omogočal dobitnikom finančno podporo tudi po koncu projekta in s tem nadaljevanje odlične znanosti.

Napovedi za prihodnost financiranja znanstvenih projektov pa so navdušujoče. Predsednik nam je zaupal, da je Evropska komisija predlagala 100 milijard evrov za prihodnje 7-letno obdobje, Evropski parlament je šel še korak dlje s predlogom 120 milijard evrov. Sledijo torej trda pogajanja s članicami Evropske unije. Predsednik je poudaril, da je trenutno njegova bistvena naloga, da prepriča čim več ministrstev za finance držav članic Evropske unije, da je vrhunska znanost področje, v katero moramo vlagati. Vrhunska znanost domuje tudi na naši fakulteti, zato se nam za finančno podporo revolucionarnih idej naših znanstvenikov ni potrebno bati.

www.fs.uni-lj.si



Posvet prejemnikov sredstev ERC s slovenskimi raziskovalci in znanstveniki

INSTITUT »JOŽEF STEFAN« IN NORVEŠKI SINTEF V OKVIRU DRŽAVNIŠKEGA OBISKA PREDSEDNIKA BORUTA PAHORJA NA NORVEŠKEM PODPISALA DOGOVOR O SODELOVANJU

Direktor Instituta »Jožef Stefan« prof. dr. Jadran Lenarčič in direktorica največjega norveškega inštituta SINTEF Alexandra Bech GjØrv sta podpisala dogovor o sodelovanju med obema institucijama, v katerem se zavezujeta še povečati sodelovanje v korist obeh držav. Institut sicer z znanstvenimi institucijami na Norveškem sodeluje v skupno 51. projektih, med njimi v desetih z inštitutom SINTEF.



Podpis dogovora o sodelovanju med IJS in SINTEF

Dogovor o sodelovanju med največjim norveškim in največjim slovenskim znanstvenim inštitutom je dobil svojo protokolarno podobo v okviru državniškega obiska predsednika Republike Slovenije g. Boruta Pahorja na Norveškem, kamor ga je povabil norveški kralj Harald V., in poslovno-znanstvenega dogodka na temo umetne inteligence, krožnega gospodarstva in trajnostne mobilnosti, ki poteka v prostorih inštituta SINTEF. Direktor Instituta »Jožef Stefan« prof. dr. Jadran Lenarčič in direktorica SINTEF-a Alexandra Bech GjØrv sta dogovor tako podpisala v družbi norveškega kralja Harald V. in predsednika Republike Slovenije g. Boruta Pahorja, dogodka pa se je udeležilo tudi večje število slovenskih in norveških gospodarstvenikov ter predstavnikov izobraževalnih ustanov.

Dogovor o sodelovanju se dotika področij umetne inteligence, krožnega gospodarstva, trajnostne mobilnosti in naprednih materialov. Obe instituciji bosta

v prihodnje skušali še povečati obseg sodelovanja v korist obeh držav, pri čemer se bosta trudili določiti programe, s pomočjo katerih bi lahko pridobili sredstva iz prihajajočega programa Horizon Europe (9. okvirni program) in ostalih programov. Dogovor je bil sklenjen za nadaljnja tri leta in se lahko podaljša.

SINTEF je ena največjih evropskih neodvisnih raziskovalnih organizacij. Z 2.000 zaposlenimi vsako leto izvede več tisoč projektov na področjih tehnologije, naravoslovnih znanosti, medicine in družbenih ved. Z Institutom »Jožef Stefan« že sodeluje v desetih projektih, največ na področju umetne inteligence, kar predstavlja petino vseh projektov, ki jih ima Institut »Jožef Stefan« sklenjenih z različnimi institucijami na Norveškem (skupno 51 projektov).

Polona Strnad
Odnosi z javnostmi, Institut »Jožef Stefan«

12. MEDNARODNA KONFERENCA O PRENOSU TEHNOLOGIJ Z ZMAGOVALCI TEKMOVANJA ZA NAJBOLJŠO INOVACIJO

Na Institutu »Jožef Stefan« (IJS) je med 9. in 11. oktobrom v okviru multikonference Informacijska družba 2019 v organizaciji Centra za prenos tehnologij in inovacij potekala že 12. Mednarodna konferenca o prenosu tehnologij, ki so jo v četrtek, 10. oktobra, slavnostno odprli državni sekretar dr. Jernej Štromajer (MIZŠ), direktor dr. Jadran Lenarčič (IJS) in dr. Špela Stres (vodja Centra za prenos tehnologij in inovacij).

V uvodni sekciji je priznani in ugledni strokovnjak David Secher (Cambridge KT Ltd.) predstavil inovacijski ekosistem Cambridgea in izpostavil pomembne gradnike uspešnega sistema za prenos tehnologij iz raziskovalnih organizacij v gospodarstvo. Poleg uspešnih raziskovalnih institucij so za ustvarjanje tržno uspešnih inovacij nujne pisarne za prenos tehnologij, kjer raziskovalci sodelujejo s specializiranimi strokovnjaki in tako soustvarjajo korist za družbo, ki se uresničuje z inovativnimi izdelki podjetij. Vsako okolje pa je specifično. Vse, kar deluje v Cambridgeu in večjih inovacijskih ekosistemi v svetu, kot so v Bostonu z MIT in Harvardom, v Silicijski dolini s Stanfordom in Berkeleyem ipd., ni nujno, da deluje v vsakem okolju. Zato je pomembno, da institucije znanja, vladne institucije in inovativna podjetja najdejo model, ki je najprimernejši za njihovo okolje.

V nadaljevanju so se s predstavitvami svojih institucij in inovacijskega okolja pridružili mnogi tuji strokovnjaki ob pomoči domačih predstavnikov stroke: Siobhan Horan (Knowledge Transfer Ireland), Giancarlo Caratti (DG JRC), Andrea Marcello (EIF), Tjwan Tan (EEN) in Iiro Eerola (EC) ter Andrej Simončič (KIS), Tomaž Boh (MIZŠ), Natalija Stošički (SID banka) in Jakob Gajšek (LUI). V okviru predstavitev in okrogle mize so bila postavljena izhodišča za nadaljevanje prizadevanj za ustvarjanje učinkovitega sistema za povezovanje raziskovalne skupnosti z gospodarstvom. Kot je bilo izpostavljeno v več mnenjih uglednih gostov konference in prikazih sorodnih inovacijskih sistemov, je v Sloveniji nujna zagotovitev virov financiranja za preverjanje koncepta tehnologij v zgodnjih fazah razvoja (Proof of Concept).

Po večtedenskih pripravih je nastopil tudi trenutek za sedem podjetnih raziskovalnih timov iz Instituta »Jožef Stefan«, Kemijskega inštituta, Kmetijskega inštituta in Univerze v Ljubljani, ki so predstavili svoje inovativne tehnologije s tržnim potencialom več kot stotim udeležencem konference in mednarodni ocenjevalni komisiji. Strokovnjaki za trženje inovacij in podjetništvo Tjwan Tan iz Nizozemske



Udeleženci 12. Mednarodne konference o prenosu tehnologij (foto: Urška Mrgole)

gospodarske zbornice, Primož Kunaver iz zasebnega svetovnega podjetja Primus, Roman Kužnar iz Razvojnega centra za informacijske in komunikacijske tehnologije in Iiro Eerola iz Direktorata za raziskave in inovacije Evropske komisije so izbrali letošnjo zmagovalno skupino. S tehnologijo Innovative nanofabrication process for catalyst production of better and cheaper hydrogen fuel cells »The highway towards the hydrogen society« so Matija Gatalo, Matic Grom, Marjan Bele, Miran Gabršček, Nejc Hodnik in Primož Jovanovič iz Kemijskega inštituta prepričali ocenjevalno komisijo z jasno izraženo vrednostjo, visoko stopnjo tehnološke zrelosti in potencialno veliko vrednostjo za družbo, kjer bodo že vzpostavljene partnerske vezi omogočale uspešno izpeljavo tržnih aktivnosti. Zmagovalni tim je prejel denarno nagrado 2.500 evrov. Tudi ostale raziskovalne skupine so s svojimi izumi in inovacijami dokazale, da imajo raziskovalni dosežki v Sloveniji velik potencial, njihove inovacije pa so ob dokazanem znanju, pravi podjetniški miselnosti in pogumu na pravi poti do tržne uveljavitve.



Zmagovalci 12. Mednarodne konference o prenosu tehnologij z ocenjevalno komisijo (foto: dr. Duško Odič)

Po razglasitvi zmagovalne skupine je sledil tretji vsebinski sklop, posvečen digitalnim inovativnim vozliščem (DIH) in digitalizaciji. Po uvodnih besedah Marka Hrena (SVRK) in Jorga Galvána Falcóna (CIDIHUB) so Sergej Krajnc (Termodron, d. o. o.), Brane Semolič (DIGITECH SI-East), Daniel Copot (DIH Agrifood), Marko Močnik (DIH for Smart Manufacturing), Muhamed Turkanović (UM DIH), Tanja Senekovič (STP), Špela Stres (CTT) in Peter Wostner (SVRK) predstavili praktične primere digitalizacije, delovanje DIH v Sloveniji, vlogo in poglede političnih odločevalcev na to področje.

Tudi letošnja konferenca je potrdila, da sta povezovanje raziskovalne skupnosti z gospodarstvom in prepoznavanje inovativnih raziskovalcev ključni nalogi za dobrobit družbe kot celote, izjemno pomembno pa je tudi sodelovanje.

Mag. Robert Blatnik, Robert Premk, Urška Mrgole,
Center za prenos tehnologij in inovacij na Institutu
»Jožef Stefan«

USPEŠNOST PROJEKTA STIČIŠČE ZNANOSTI IN GOSPODARSTVA



Minister dr. Jernej Pikalo je čestital vodji projekta Stičišče znanosti in gospodarstva Janez Škrlec. (Foto MIZŠ)

Minister dr. Jernej Pikalo je sprejel vodjo projekta Stičišče znanosti in gospodarstva Janeza Škrleca, čestital mu je za odlično opravljen sejamski projekt,

ki se je že četrto leto uspešno predstavil na Mednarodnem obrtnem sejmu v Celju. Janez Škrlec je ministru ob tej priliki izročil posebno priznanje, ki ga je Ministrstvu za izobraževanje, znanost in šport podelila strokovna komisija Celjskega sejma za celovito predstavitev novih tehnologij in inovacij ter primerov dobre prakse sodelovanja med znanostjo in gospodarstvom, ki jih prinaša projekt Stičišče znanosti in gospodarstva.

Minister se je podrobneje seznanil tudi z drugimi aktivnostmi, povezanimi s povezovanjem znanosti in gospodarstva, in s priznanji, ki jih je za to v preteklosti prejel Janez Škrlec od Instituta Jožef Stefan, Kemijskega inštituta v Ljubljani, Univerze v Mariboru, FE Univerze v Ljubljani in FERi Univerze v Mariboru.

Stičišče znanosti in gospodarstva je dobitnik številnih priznanj tako za celovito predstavitev kot za posamezne inovacije sodelujočih. V štirih letih je bilo Stičišču in sodelujočim partnerjem podeljenih več kot 15 priznanj, od tega nekaj zlatih.

Vir: MIZŠ

STÄUBLI NA SEJMU K 2019

Podjetje Stäubli ima obsežno strokovno znanje na področju predelave plastičnih mas, še posebej na področju spojk za tekočine, električnih priključkov in robotike. Na razstavnem prostoru so podporo nudili sodelavci iz vseh poslovnih enot, iz podružnice Pardubice direktor tehnične podpore Tomas Lunacek in kolega iz romunske tehnične podpore SerbanDumitrescu; ter mednarodna prodajna ekipa.



Predstavili so edinstven razstavni koncept: popolnoma funkcionalno interaktivno brizgalno celico I4.0, na kateri so prikazali tehnologije hitre menjave orodij in inovativne avtomatizacijske rešitve. V živih demonstracijah so obiskovalci lahko videli tehnologije, ki pomagajo doseči večjo zmogljivost. Proces se začne s pripravo orodja z vgrajeno postajo za predgretje. Naslednje orodje za uporabo v stroju se pripravlja vzporedno s proizvodnjo. Priključitev vseh medijev ter virov energije in elektrike se izvede v enem samem koraku s Stäublijevim centraliziranim večspojčnim sistemom. Ko je zelena temperatura dosežena, miza za vstavljanje orodja orodje prenese neposredno do stroja. Sistem valjev z direktnim pogonom z veliko natančnostjo izvede menjavo orodja, pri čemer ga v celoti nadzorujejo senzorji. Stroj in miza se ob vsakem koraku samo-

dejno prilagajata. Miza prepozna tako podatke orodja kot tudi podatke stroja. Stäublijev sistem za vstavljanje orodja, ki je pritrjen na plošče stroja, natančno spremlja celo višino orodja. Preden se orodje vpne s pomočjo magnetov, ga centrirni sistem natančno pozicionira v samo nekaj sekundah.

Stäubli je tako na sejmu prvič demonstriral prednosti servisne postaje za orodja, vgrajene v zasnovo sistema. Ti inovativni sistemi so odlična rešitev za čiščenje, pregledovanje in vzdrževanje. Izdelajo jih v skladu s specifikacijami kupca za brizgalke velikosti 1 do 130 ton. Vzdrževalne postaje so zasnovane tako, da so izredno fleksibilne za vse zapiralne sisteme in za horizontalno ali vertikalno vstavljanje.

www.staubli.com/sl-si




Ljubljana, GR, Slovenija

11.-13.02.2020

Robotics




www.icm.si



OBISK KITAJSKE DELEGACIJE IZ PROVINCE LIAONING

Šestčlanska kitajska delegacija iz province Liaoning je 17. 10. na predlog Kitajske gospodarske zbornice v Sloveniji obiskala Institut »Jožef Stefan« (IJS). Državniško (pokrajinsko) in znanstveno-tehnološko delegacijo je vodil viceguverner province Lu Ke. Provinca Liaoning (43 milijonov prebivalcev) je po površini ena manjših, a najbolj industrializiranih kitajskih regij, v kateri imajo sedež vodilni kitajski raziskovalni instituti za robotiko, keramiko, kemijo in fiziko. Nemčija je največji industrijski in gospodarski partner podjetij v tej provinci.



Obisk kitajske delegacije na Institutu »Jožef Stefan«

Delegacijo province Liaoning je sprejel prof. dr. Jadran Lenarčič, direktor Instituta »Jožef Stefan«. Kitajski gosti so obiskali Raziskovalni odsek za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko ter Raziskovalni odsek za raziskave sodobnih materialov.

Vodja kitajske delegacije je izrazil pripravljenost za razvojno-raziskovalno sodelovanje raziskovalcev in institucij iz kitajske province Liaoning z raziskovalci na IJS na večini raziskovalnih področij, direktor IJS

pa je to pripravljenost pozdravil. Po obisku delegacije je Center za prenos tehnologij in inovacij na IJS s priporočilom Kitajske gospodarske zbornice v Sloveniji navezal stik z Znanstvenim in tehnološkim sektorjem v pokrajinski upravi, ki bo podpiral sodelovanje med kitajskimi in slovenskimi raziskovalci.

Tekst in foto: Tomaž Justin,
Center za prenos tehnologij in inovacij na Institutu »Jožef Stefan«



6.-8.10.2020
GR, Ljubljana

CLEANME
Strokovni sejem za industrijsko & komercialno čiščenje

www.icm.si

VELIK PORAST INDUSTRIJE BIONIČNIH NAPRAV IN SISTEMOV

Poročilo o globalnem trgu bionike (Global Bionics Market Report) je strokovno in poglobljeno raziskovalno poročilo, ki ponuja analizo trga (prihodkov), tržnega deleža, glavnih tržnih segmentov in različnih geografskih regij ter napoved za naslednjih sedem let. Predstavlja, kdo so ključni akterji na trgu in kakšni so trendi v industriji.

Dejavniki, ki vplivajo na rast trga, vključujejo staranje prebivalstva, večanje števila invalidov in okvar organov, tehnološki napredek in visoko pogostost prometnih nesreč, ki vodijo do amputacij. Drugi glavni dejavnik je pomanjkanje organov darovalcev. Ko je govor o bioničnih napravah, to pomeni, da gre za naprave, ki jih razvija in ustvarja človek. Naprave pa je mogoče vsaditi ali integrirati v človeka ali nadomestiti nek naravni organ oziroma zagotoviti podporo za ponovno vzpostavitev določene funkcije ali skupine povezanih funkcij, ki pomagajo bolniku, da se vrne v normalno življenje. Raziskovalce na področju bionike združujejo skupni cilji, da se lahko s pomočjo inovacij v bioniki obnovijo ali izboljšajo človeške sposobnosti.

Najhitreje raste azijsko-pacifiški trg, Evropa na nekaterih področjih zaostaja

Geografsko se trg bionike lahko razdeli na Severno Ameriko, Evropo, azijsko-pacifiški del in preostali svet. Severna Amerika močno spodbuja svetovni trg bionike in ga bo predvidoma v prihodnosti še bolj nadzorovala. Leta 2011 je avstralski inštitut za zdravje in dobro

počutje poročal, da je ponavljajoče se srčno popuščanje prizadelo vsaj 300.000 Avstralcev. Vsako leto zabeleži 30.000 novih primerov. Zaradi tega je velika pogostost srčnih bolezni pomembna za trg bionične industrije. Na Japonskem so zelo razširjene očesne bolezni, zato predstavlja idealen trg za področje očesne bionike. Zaradi porasta ključnih gospodarstev, kot so Indija, Japonska in Kitajska, azijsko-pacifiška regija, ki predstavlja več kot 20 odstotkov svetovne industrije bionike, naj bi se prav ta regija najhitreje razvijala. Evropski trg bioničnih vsadkov in umetnih organov naj bi v predvidenem obdobju 2018–2023 zabeležil 11,4-odstotno letno rast (CAGR), svetovni pa 15,2-odstotno. Trenutno ima Nemčija največji tržni delež v evropski regiji. To se lahko pripiše velikemu tehnološkemu napredku zadnjih let in povečani stopnji zavedanja o potencialnih koristih bionike in umetnih organov. Združeno kraljestvo je drugi največji trg. Razvoj bioničnih naprav in sistemov ter njihov tržni delež v industriji se v svetu precej razlikuje glede na vlaganje v nove tehnologije, specifičnost bolezni v določenih regijah, vladne predpise, ekonomske dejavnike in drugo. Zaostajanje Evrope na nekaterih področjih izhaja iz preteklih premajhnih vlaganj v razvoj, nove tehnologije in delno tudi ovir v zakonodaji.

Bionski sistemi tudi v proizvodni industriji

Da bi se danes proizvodna podjetja lahko odzvala na povpraševanje kupcev in ostala konkurenčna, morajo imeti novo vrsto proizvodnega sistema, ki se lahko hitro odziva na svetovni trg. Današnji sistemi, imenovani FMS (Flexible Manufacturing Systems), žal nimajo takih značilnosti. Manašnji globalni trg zahteva spremembo proizvodnih sistemov ter stroškovno učinkovite, rekonfigurabilne proizvodne sisteme. Na te zahteve bi po mnenju mnogih lahko odgovorili z novim razvojnim konceptom BAS (Bionic Assembly System). BAS temelji na konceptih avtonomije, sodelovanja in inteligence svojih enot. Sistem predlaga uporabo avtonomnih mobilnih robotov neposredno v proizvodnem okolju. Razvoj BAS rešuje pomanjkanje prilagodljivosti pri raznovrstnih izdelkih in njihovi uporabi, pomanjkanje fleksibilnosti pri zamenjavi opreme, upoštevajoč vse večjo kompleksnost proizvodnih sistemov. Glavni elementi predlaganega sistema so avtonomni mobilni roboti, ki morajo delovati samostojno, prilagodljivo in v močni povezavi med seboj in okoljem. Eden najpomembnejših vidikov BAS je uporaba prednostnih nalog. Bionski sistem sestavlja nov



Inovacije v bioniki in medicini na lanske letošnje sejmu MEDICAL2

Bionične tehnologije in inovacije letos predstavljene tudi v okviru sejma MOS in Stičišča znanosti in gospodarstva

Letos smo v okviru sejemске predstavitve Stičišča znanosti in gospodarstva predstavili tudi bionične tehnologije, povezane z industrijo, medicino in zdravstvom, npr.: implantabilne vsadke, od srčnih spodbujevalnikov, kardioverter defibrilatorjev, inzulinskih črpalk, protibolečinskih mikro črpalk, različnih nevrostimulatorjev, senzorskih sistemov, vmesnikov, komunikacijskih sistemov, vse do pametnih bioničnih kolenskih in kolčnih sklepov. Pametnih kolenski in kolčni sklepi vsebujejo mikro elektronske sisteme, različne senzorje za zaznavanje vnetij, povečane temperature, posedanja kolčnega sklepa, deformacij itd. Z razvojem teh inovacij se bo v prihodnost povečala možnost učinkovitejšega diagnosticiranja in boljšega nadzora v postoperativnem času, še zlasti v času medicinskih rehabilitacij. Obsežnejša predstavitev novih tehnologij in inovacij na tem področju bo predvidoma tudina mednarodnem sejmu MEDICAL 2020. Predstavljene bodo tudi slovenske inovacije in novi razvojni trendi na področju bionike in z njo povezane industrije.

koncept samoreguliranja multirobotskih sistemov. Ker se število mobilnih robotov načrtuje in nadzoruje, postaja sistem vse bolj kompleksen in zapleten.

Janez Škrlec, inž.,
Razvojna raziskovalna dejavnost,
Zgornja Polskava

3. konferenca

za informacijsko-komunikacijsko tehnologijo, elektroniko in mehatroniko

Rogla, hotel Planja // 18. – 19. junij 2020

<https://iktem.si>

Strokovna predavanja

Praktične delavnice

Prijetno druženje s strokovnjaki

konferenca **IKT**
EM



VABLJENI



MEHATRONIKA

AX elektronika d.o.o. • Špruha 33 • 1236 Trzin • 01 528 56 88 • iktem@svet-elsi.si • <https://iktem.si>

ELEKTRONIKA

ZNANSTVENE IN STROKOVNE PRIREDITVE

12. Internationale Fluidtechnische Kolloquium (12. IFK)

12. Mednarodni kolokvij o fluidni tehniki

09. – 11. 03. 2020 | Dresden, ZRN

Najpomembnejše evropsko srečanje s tematiko hidravličnih in pnevmatičnih pogonov, krmiljenja in regulacije omogoča intenzivno izmenjavo infor-

macij med uporabniki, izdelovalci in raziskovalci. Udarne teme bodo posvečene razvojnim tendencam, možnostim uvajanja inteligentnih struktur in uvodu v novo prihajajočo industrijo 5.0. Moto 12. kolokvija bo »Fluidna tehnika – tehnologija prihodnosti«.

Informacije:

► www.ifk2020.com

TRIBOLOŠKI TESTI S HIDRAVLIČNIMI ČRPALKAMI OB SPREMENLJIVI OBREMENITVI

Darko Lovrec, Vito Tič

Izvleček:

Na področju triboloških testov, ki temeljijo na uporabi hidravličnih črpalk, je na voljo več različnih testov, s katerimi se želimo čim bolj približati realnim obratovalnim razmeram. Cilj vseh teh testov je ugotavljanje odpornosti hidravlične črpalke na obrabo njenih vitalnih delov ob uporabi testirane hidravlične tekočine. Tovrstni testi predvidevajo uporabo različnih vrst in velikosti črpalk, različno velike količine testirane hidravlične tekočine, različne obratovalne pogoje ter tudi različen profil in način obremenjevanja črpalke.

Prispevek obravnava tribološke teste z različnimi hidravličnimi črpalkami, kjer se spremenljiva obremenitev črpalke doseže na različne načine. V nadaljevanju prispevka je prikazan lasten pristop testiranja triboloških lastnosti tekočine z zobniško črpalko skupaj z drugimi komponentami hidravličnega sistema, kjer se doseže spreminjanje obremenitve preko ventilske krmiljene linearne bremenske enote.

Ključne besede:

hidravlične tekočine, mazalne lastnosti, testi s črpalkami, značilnosti testov, spremenljiva obremenitev, profil obremenitve

1 Uvod

Testiranje mazalnih sposobnosti tekočih maziv, tudi hidravličnih tekočin, poteka na različne načine, z različnimi pristopi oz. testi. Pri določenih vrstah testov so v ospredju fizikalno-kemijske lastnosti tekočine, predvsem tiste, ki so povezane z njenimi mazalnimi lastnostmi, ali pa je poudarek na ugotavljanju vzdržljivosti tekočine in njene uporabne dobe, tudi vplivov različnih obratovalnih parametrov in pogojev, ter učinek na degradacijo hidravlične komponente [1], [2], [3], [4].

Z mehanskimi testi se želimo čim bolj približati razmeram, ki se pojavljajo v sami hidravlični komponenti, npr. črpalki, med njenim obratovanjem, npr. trenje krilca ob tekalno ploskev krilne črpalke, razmere pri ubiranju dveh zob zobniške črpalke ali zobniškega prenosnika, trenje pri gibanju bata črpalke v izvrtini ... tudi v ventilih ipd. Končni namen teh testov je reproducirati mehanizme obrabe, kakršni se pojavljajo v določeni komponenti in na osnovi teh podatki izjave o učinkovitosti uporabljane tekočine. Običajno gre za kratkotrajne standardizirane ali uveljavljene laboratorijske tribološke teste, ki se izvajajo pod določenimi pogo-

ji, značilnimi za test. Ti testi običajno ne potekajo v obratovalnih pogojih, kakršnim so izpostavljene hidravlične komponente pri svoji dejanski uporabi – tlak, temperatura, prisotnost vode, profil spreminjanja obremenitve, količina tekočine, čas obratovanja.

Veliko bližje realnim pogojem obratovanja so testi, ki se izvajajo s hidravličnimi črpalkami v obratovalnih testnih pogojih, ki so blizu realnim pogojem. Tudi pri tovrstnih testih se uporablja več različnih pristopov. Tribološke teste, ki se izvajajo s hidravličnimi črpalkami, bi lahko razdelili v različne skupine glede na različne značilnosti. Tako lahko teste razdelimo glede na vrsto uporabljane črpalke, npr. na teste s krilnimi, z batnimi in z zobniškimi črpalkami, pri čemer so lahko uporabljene črpalke s konstantno iztisnino ali pa so nastavljive. Vsaka od omenjenih vrst črpalk ima svojo značilno kinematiko in mehanizem nastajanja obrabe v kombinaciji s testirano hidravlično tekočino.

Nadaljnja možna razdelitev je glede na količino uporabljane testne hidravlične tekočine, ki se navezuje na velikost uporabljane črpalke. To določa velikost števila prečrpavanja in s tem stopnjo obremenitve tekočine. Tako lahko govorimo o testih z veliko količino tekočine in testih z majhno količino tekočine. Običajno gre za teste, ki predvidevajo velike količine tekočine, visoke obratovalne tlake in povišano temperaturo (npr. za Eaton-Vickersov test: 190 litrov tekočine, tlak testiranja 207 bar in temperatura 93 °C). Tudi moč pogonskega agre-

Prof. dr. Darko Lovrec, univ.dipl. inž., **doc. dr. Vito Tič**, univ. dipl. inž., oba Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

gata je običajno velika, število prečrpavanja povečano, čas trajanja testa pa dolg (npr. za omenjeni Eaton-Vickersov test: 91 kW, 144 L/minuto, 42 dni). Nekateri testi uporabljajo točno določen tip hidravlične črpalke (npr. Eaton-Vickersov test s črpalko tip 35VQ-25, Sundstrandov test z batno črpalko serije 22), drugi samo določeno vrsto črpalke, npr. batno ali zobniško črpalko. Nasprotno tem testom pa se uporabljajo tudi testi, ki predvidevajo majhno količino testirane tekočine, npr. Lapotkov test MP-1 s krilno črpalko, kjer znaša količina testirane tekočine le 0,7 litra. [7]

Testi s krilnimi črpalkami so (bili) med bolj (pri) znanimi testi, ki se izvajajo pri srednje visokem obratovalnem tlaku in so veljali za splošno uporabne teste. S kinematičnega in tribološkega vidika je kontakt med krilci, ki drsijo po tekalnem obroču črpalke, značilen za krilne črpalke, drugačen od triboloških oz. obrabnih razmer, značilnih za batne črpalke. Razen tega pa je tlak pri testiranju bistveno višji. Zaradi tega testi z batnimi črpalkami veliko bolje ponazarjajo dogajanje za primer uporabe batnih črpalk. Vsekakor je pri izbiri testa smiselno upoštevati vrsto črpalke, ki bo v uporabi.

Nadalje bi lahko vse znane tribološke teste s hidravličnimi črpalkami razdelili na tiste, ki so se skozi leta uveljavili kot priporočeni, pri čemer so nekateri postali standardni, drugi pa so »zgolj« priporočani in izvajani namensko, npr. za testiranje HFC-tekočin ali biološko hitreje razgradljivih tekočin. Lahko pa so to testi s črpalkami, ki se običajno uporabljajo v mobilni hidravliki, kjer so značilni višji obratovalni tlaki, ali pa gre za druga področja uporabe, npr. v rudnikih ali v premogovnikih.

Prav tako je možno teste s črpalkami razdeliti glede na način obremenitve: ali je obremenitev konstantna, ob konstantnem tlaku, ali pa se obremenitev ciklično spreminja na različne načine, po različnem profilu. Nadaljnji vidik je npr. tudi, ali se test izvaja pod običajnimi obratovalnimi pogoji ali pa so ti zaostreni, npr. povišana temperatura ali prisotnost vode.

Testi s hidravličnimi črpalkami so glede na omejene načine izvedbe in uporabljene črpalke zelo raznoliki, običajno zasnovani za določen namen testiranja. Za nobenega od testov zato ne moremo splošno reči, da je od vseh najprimernejši, drugi pa so manj primerni ali neprimerni. Vsak test je bil zasnovan z določenim namenom in se za ta namen tudi uporablja. Tako so določene teste zasnovali kar sami proizvajalci hidravličnih črpalk za testiranje svojega izdelka (običajno so za test uporabili v praksi najpogostejše uporabljene hidravlične črpalke) ali pa gre za proizvajalce celovitih hidravličnih naprav. Tako se določen test pogosto poimenuje po proizvajalcu komponente, npr. Vickersov test, Denisonov test, Parker-Denisonov

test, Bosch-Rexrothov test, ali po proizvajalcu hidravlično gnanih strojev, npr. Komatsujev test ipd. Podrobnejši pregled bolj ali manj uveljavljenih testov z navedenimi pogoji testiranja je podan v strokovni literaturi, npr. [5], [6] ali [7].

Vsekakor so eden od pomembnejših vidikov testiranja obratovalni pogoji, uporabljeni pri testiranju, predvsem način obremenjevanja testne črpalke. Določeni testi potekajo pri konstantnem tlaku [7], čeprav je ta povišan oz. najvišji dovoljen za določeno črpalko, pri drugih pa se profil obremenjevanja ciklično spreminja. Po mnenju strokovnjakov so slednji testi, testi s t. i. spremenljivimi obratovalnimi pogoji oz. spremenljivim obremenjevanjem, bližje realnim obratovalnim pogojem in s tem rezultati testiranja realnejši. Tej vrsti testov se bomo podrobneje posvetili v naslednjih poglavjih.

2 Testi s spremenljivimi obratovalni pogoji

Pri testih s črpalkami sta med pomembnejšimi obratovalnimi parametri višina obratovalnega tlaka in vrtilna hitrost črpalke. S slednjo je povezana hitrost gibanja vitalnih sestavnih delov črpalke, z višino obratovalnega tlaka pa obremenitev ploskve. Tako je pri testih s črpalkami, ki potekajo pri konstantnem tlaku, ta konstanten, a različno visok [7]. Prav tako so lahko različni vrtiljaji pogona in s tem pretok črpalke. Pri večini tovrstnih testov so uporabljene črpalke s konstantno iztisnino, obremenjevanje črpalke pa poteka z višjim ali nižjim konstantnim tlakom. Pri drugi skupini testov se profil obremenitve črpalke s tlakom spreminja ciklično – obremenjevanje črpalke s konstantnim, a različno visokim tlakom v posamezni fazi cikla testiranja. Spreminjanje tlaka je na najenostavnejši način doseženo s tlačno omejevalnimi ventili.

Zelo poznan in uveljavljen test s spremenljivo obremenitvijo črpalke je Eaton-Vickersov test s krilnima črpalkama tip V-104 in tip 20VQ5. Primerjavo obratovalnih parametrov pri izvedbi testa, vključno z višinami obratovalnega tlaka in velikostmi pretokov obeh črpalk, prikazuje tabela 1.

Glede na kataloške podatke o dovoljenem najvišjem obratovalnem tlaku in vrtiljajih za omenjeni vrsti črpalk vidimo, da so pri Eaton-Vickersovih testih uporabljene višje vrednosti. Medtem ko je pri črpalki 20VQ5 uporabljen za testiranje enak tlak, kot znaša priporočljiva vrednost za najvišji tlak, naveden v katalogu, sta v primeru črpalke V-104 tlaka testiranja 103 bar in 138 bar višja od navedene v katalogu za to črpalko – 69 bar, priporočena vrednost. To seveda vpliva na mehanizem oz. potek obrabe črpalke, ki je odvisen od hitrosti in od obremenitve. Vrtljaji pri izvajanju testa so enaki, kot so navedeni v podatkovnem listu. [1]

Tabela 1 : Primerjava Eaton-Vickersovih testov s spremenljivimi obratovalnimi parametri [1]

Parameter	Eaton-Vickers V-104		Eaton-Vickers 20VQ5		
Pretok (l/min)	30	38	19	38	43
Tlak (bar)	138	103	207	207	207
Vrtljaji (min-1)	1200	1500	1200	2400	2700
Moč (kW)	69	65	65	130	147

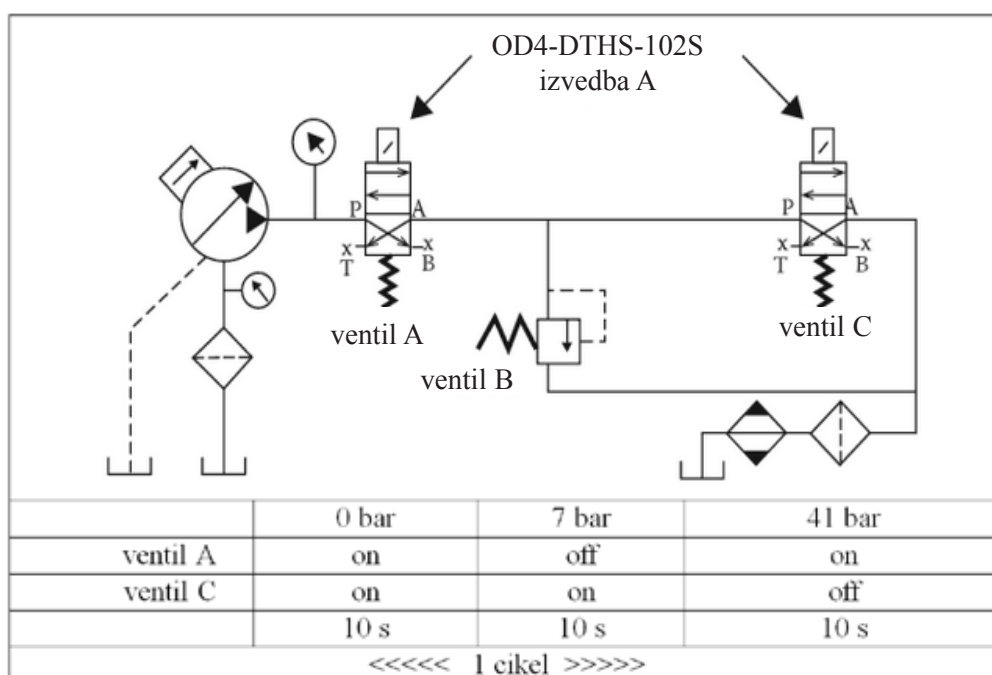
Op.: Podane vrednosti za pretok, tlak in moč so preračunane iz angleških enot gpm, psi in hp ter zaokrožene na celoštevilčno vrednost.

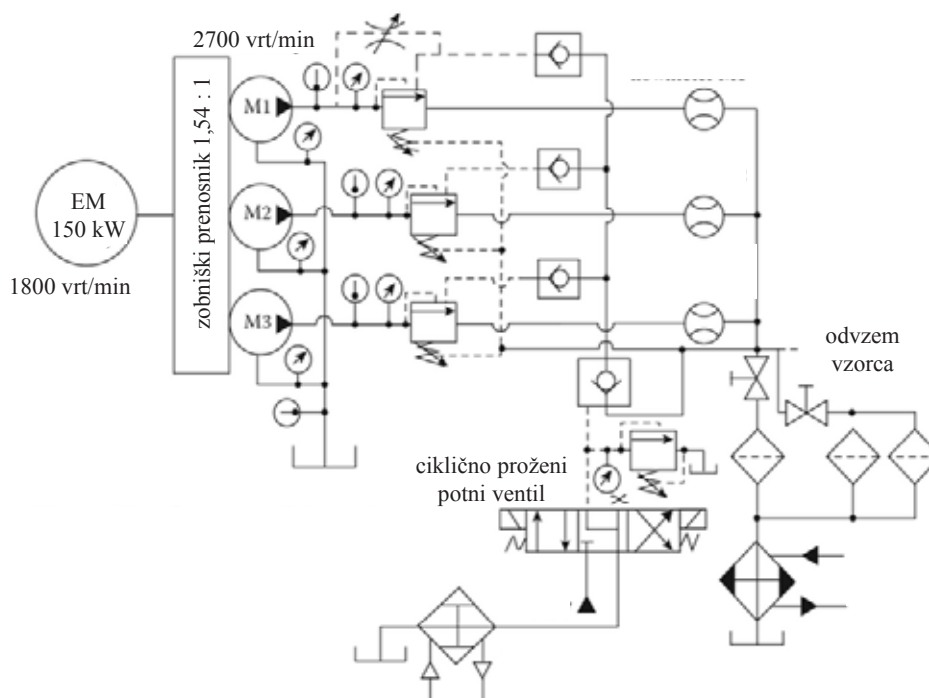
Podobno je v primeru testov z batnimi črpalkami. Pri batnih črpalkah se pojavlja več vrst obrabe. Razen drsne obrabe pri gibanju bata v izvrtini se pojavlja še kombinirana obraba (v kombinaciji s kotaljenjem in vrtenjem elementov črpalke) kot tudi obraba zaradi korozije in kavitacije. Na testiranje z uporabo batne črpalke se npr. nanaša tudi standard ASTM D6813-02a [8]. Pogosto je za testiranje uporabljena Sauer-Danfossova procedura za ugotavljanje vpliva kontaminacije z vodo, kjer se obratovalni tlak spreminja po določenem profilu – različno dolgo ohranjanje različno visokega obratovalnega tlaka: 345 bar v trajanju do 2 ur, 207 bar v času testiranja od 3. do 25. ure, 34 bar od 25. do 26. ure in 380 bar od 26. do 225. ure – t. i. ciklično obremenjevanje. Ker je ta test namenjen ugotavljanju vpliva prisotnosti vode, so v navedenih periodah različno visokega obratovalnega tlaka faze brez prisotnosti vode (prvih 25 ur), v nadaljevanju pa je vse do konca testa ob različno visokem obratovalnem tlaku vzdrževana 1-odstotna kontaminacija z vodo. Razen pregleda znakov obrabe, korozije in kavitacije je nadaljnji kriterij testa tudi upad pretoka črpalke – upad pretoka za 10 % se šteje kot okvara črpalke. [1]

Primer cikličnega obremenjevanja črpalke je tudi test zmogljivosti za hidravlične tekočine HFC, kjer je predvidena uporaba Sauer-Danfossove aksialne batne črpalke v izvedbi s poševno ploščo, gnano s Sauer-Danfossovim hidromotorjem Serija 20 enake izvedbe. Časi trajanja posameznih period so skupno s 600 s dolгим ciklom obremenjevanja ter pripadajočimi tlaki podani v tabeli 2. Celoten test cikličnega obremenjevanja traja 500 ur. Po končanem testu so vse rotacijske komponente črpalke pregledane na znake obrabe.

Tabela 2 : Faze cikličnega obremenjevanja Sauer-Danfossovega 500-urnega testa

Trajanje periode obremenitve (s)	Tlak v posamezni periodi obremenitve (bar)
130	214
325	172
60	310
85	172


Slika 1 : Bosch-Rexrothov (Racine) test s cikličnim obremenjevanjem krilne črpalke SV-10



Slika 2 : Preskuševališče za tribološke teste z zobniškimi črpalkami Wanke

Zanimiv test s cikličnim obremenjevanjem je tudi Boschev test – Bosch-Racinov test (ali Bosch-Rexrothov test s krilno črpalko). Ta test predvideva uporabo cikličnega obremenjevanja krilne črpalke tipa SV-10, gnane z elektromotorjem moči približno 5,5 kW, pri čemer ima rezervoar velikost 70 litrov. Trajanje faz spreminjanja tlaka kot tudi shema testne naprave sta podana na *sliki 1*. Tlak se spreminja od tlačno razbremenjenega stanja do tlaka 10 bar in dalje na 40 bar, pri čemer vsaka faza traja po 10 s.

Spreminjanje obremenitve črpalke se dosega z vklapljanjem potnih ventilov in tlačnega ventila. Zaradi tlačnih konic, ki se pojavljajo pri preklonih potnega ventila, veliko bolje posnemamo njihov vpliv na delovanje in obrabo črpalke ter na delovanje celotnega hidravličnega sistema, kot je to v primeru testov s konstantnim tlakom obremenjevanja. Tudi v tem primeru se po končanem testu merijo izgube mase obroča in krilc ter opazujejo druge poškodbe kontaktne površine ter ležajev črpalke (podobno kot pri Eaton-Vickersovem testu).

Podobnih testov je kar nekaj, nekateri so se pojavili že zelo zgodaj. Sem spada manj znan test s cikličnim obremenjevanjem Vickersove batne črpalke AA 65560-ISC-4 [9]. Omenimo lahko tudi test s sedmimi hkrati delujočimi zobniškimi črpalkami, ki ga je zasnoval Knight, in je namenjen testiranju obrabe zobniških črpalk [10]. Pri tem so črpalke obremenjene s tlakom 143 bar, ki traja vse do izpada (prekomerne obrabe) črpalke oz. do poškodbe ležaja. V drugem primeru zelo podobnega testa je testiranje potekalo ob spremenljivem tlaku obremenjevanja.

Podoben test, a s tremi zobniškimi črpalkami, je predlagal in izvedel tudi Wanke [11]. Pri tem testu je bila v ospredju študija vpliva stopnje čistosti na obrabo zobnikov. V primeru tega testa je obremenitev ciklična – ciklično spreminjajoč se tlak, pogonski električni motor pa je moči 150 kW. Zgradbo preskuševališča za izvedbo tega testa prikazuje *slika 2*.

Primeri testov, na kratko predstavljeni v tem poglavju, sicer potekajo ob spremenljivih obratovalnih pogojih: spremenljiv obratovalni tlak različne višine, ki traja daljši čas, perioda trajanja tlaka (različno dolgo obremenjevanje s tlakom različne višine). Veliko bolj zaostrene pogoje testiranja pa predstavlja hitre in nenehne pulzirajoče spremembe obratovalnega tlaka.

3 Testi s spremenljivim tlakom obremenjevanja

Tudi triboloških testov s hitrejšim spreminjanjem obratovalnega tlaka in s tem intenzivnejšo obrabo je kar nekaj. Tudi za te teste velja, da so bili izvedeni za različne namene, profilov in načinov doseganja hitrejših sprememb tlaka pa je več.

Janko je npr. izvedel 1250 ur dolg test z batno črpalko, gnano z visokimi vrtljaji [12]. Prvih 1000 ur testa je bila črpalka obremenjena s konstantnim tlakom 140 bar, v nadaljevanju vse do konca testa pa se je tlak spreminjal med 70 bar in 140 bar s frekvenco 0,1 Hz. Vsakih 250 ur testa je bila črpalka razstavljena in vizualno pregledana. Poudarek je bil na obrabi ključnih elementov, kot so bati, drsni

čevlji, cilindrski boben, ventilska plošča ... ter ležaji črpalke.

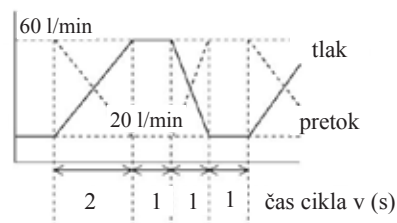
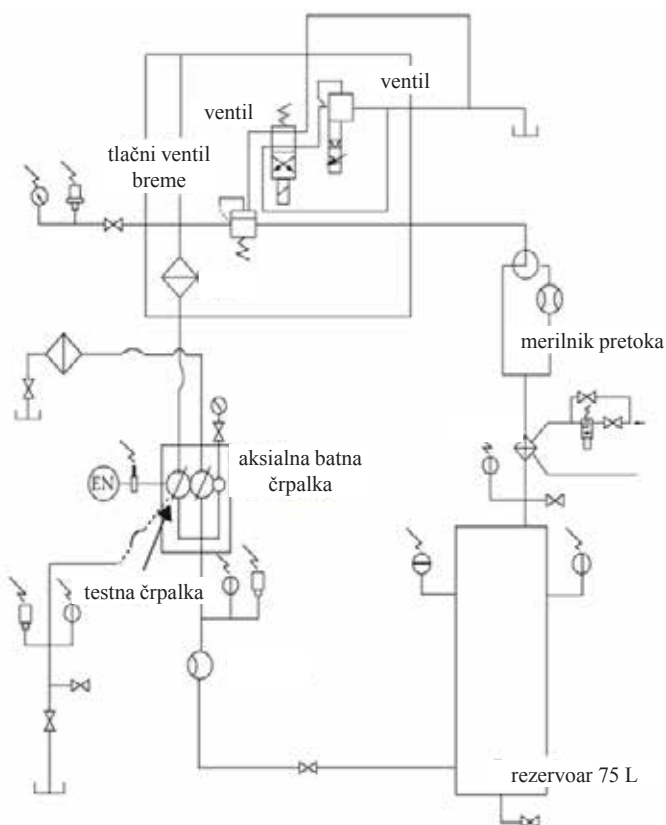
Ohkawa je razvil 500-urni test z uporabo dvojne batne črpalke Komatsu HPV35+35, ki je namenjen predvsem testiranju biološko hitreje razgradljivih hidravličnih olj in za področje mobilne hidravlike [13]. Testiranje poteka pri ciklično spremenljivem se tlaku (od 10 bar do približno 410 bar) in pretoku med 60 l/min in 20 l/min, pri trajanju cikla 5 s, velikost rezervoarja pa znaša cca 75 litrov. Pri tem testu se spremljajo spremembe učinkovitosti črpalke, trenje in spremembe hrapavosti površine, tvorjenje lakastih produktov in gošč ter seveda slabšanje fizikalno-kemijskega stanja olja. Test je danes znan kot Komatsujev test. Preskuševališče za izvedbo Komatsujevega testa in profil obremenjevanja batne črpalke sta prikazana na *sliki 3*.

Za razliko od Bosch-Rexrothovega testa s krilno črpalko nadaljnji Rexrothov test določa uporabo dveh nastavljivih batnih črpalk (tandem) tipa AA-4VSO-71DR in poteka v treh stopnjah. Pogonska moč znaša 45 kW (regenerativna moč 100 kW), velikost rezervoarja pa od 150 do 200 litrov. Prva stopnja testa (250 ur) poteka pri maksimalnem tlaku in maksimalni temperaturi ter s tem pri minimalni dovoljeni viskoznosti tekočine. Druga stopnja testa poteka pri pulzirajoče se spreminjajočem tlaku ob največji nastavitvi črpalke od najnižjega tlaka do maksimalnega tlaka in na najvišji temperaturi, dolo-

čeni s specifikacijo tekočine, ter traja 1 milijon ciklov s frekvenco spreminjanja tlaka 2 do 3 Hz (cca 140 do 93 ur). V tretji fazi testiranja, ki traja 280 ur, poteka testiranje ob spremenljivem pretoku od minimalnega do maksimalnega, ob maksimalnem tlaku in temperaturi ter minimalni viskoznosti.

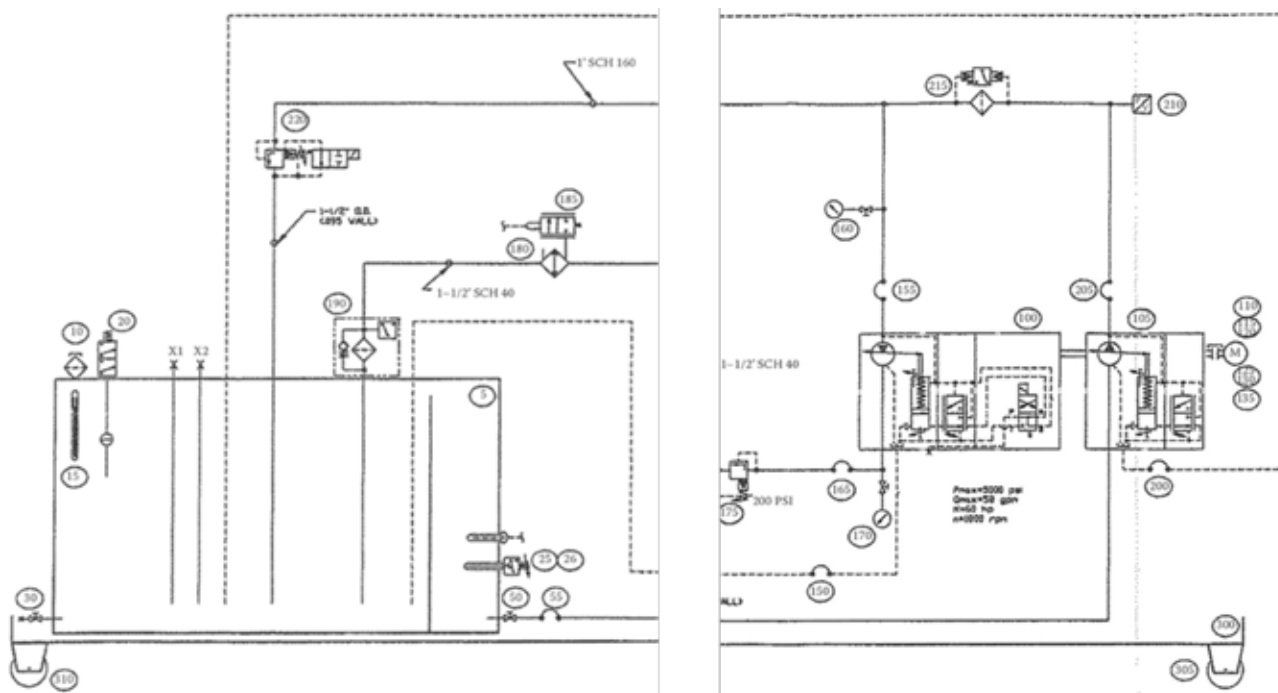
Po vsaki fazi testiranja se črpalka demontira in razstavi ter pregleda [14]. Preskuševališče Bosch-Rexrothovega kombiniranega testa s spremenljivim dinamičnim obremenjevanjem prikazuje *slika 4*.

Posodobljen Bosch-Rexrothov test se izvaja skladno z zahtevami, podanimi v podatkovnem listu Rexroth RDE 90235, kjer je v ospredju interakcija med tekočino in vitalnimi sestavnimi deli komponent pri dejanskih obratovalnih pogojih [15]. Standardizirani postopek je bil sprva razvit in sprejet za aksialno-batne hidravlične črpalke serije A4VG in za hidravlične motorje serije A6VM, delujoče v zaprtih hidravličnih krogotokih. Po prvi fazi konstantne obremenitve so komponente podvržene dinamičnemu cikličnemu obremenjevanju pod visokim tlakom v trajanju 300 ur: 450 bar, 4.000 vrt/min in temperatura 100 °C. Test se nadaljuje v preizkus skrajne zmogljivosti, s katerim se preveri nosilnost komponent pri največjem tlaku in hitrosti, kar poteka 200 ur: 500 bar, 4.000 vrt/min in 100 °C. Oba dela testa kot celota služita za ugotavljanje odpornosti na strižne obremenitve, zaščite proti obrabi in združljivosti materialov s testirano tekočino ipd.



Tlak: 10 bar do 415 bar
 Pretok: 20 l/min pri 415 bar in
 60 l/min pri 10 bar
 Vrtljaji: 2100 vrt/min
 Temperatura tekočine: 80 oC
 Velikost rezervoarja: cca 75 L
 Trajanje testa: 500 ur

Slika 3 : Preskuševališče Komatsujevega testa HVP 35+35 in profil obremenjevanja [1]



Slika 4 : Preskuševališče za Bosch-Rexrothov test z dinamičnim obremenjevanjem batne črpalke [14]

4 Razvoj kombiniranega testa z dinamičnim obremenjevanjem črpalke

Pri vseh omenjenih testih s črpalkami gre za sorazmerno velike sisteme z veliko količino hidravlične tekočine, običajno večjo kot 100 litrov. Razen v primeru Komatsujevega testa, kjer je količina nekoliko manjša, saj je test namenjen za področje mobilne hidravlike, kjer so značilna nekoliko višja števila prečrpavanja. Razen tega pa so vsi testi vezani na uporabo bolj ali manj znane hidravlične tekočine, ki ne »bi povzročila prevelike škode« na vseh komponentah praviloma drage testne naprave. Pri vseh testih je bolj ali manj poudarek na kombinaciji opazovanja vzajemnega vpliva črpalka-tekočina.

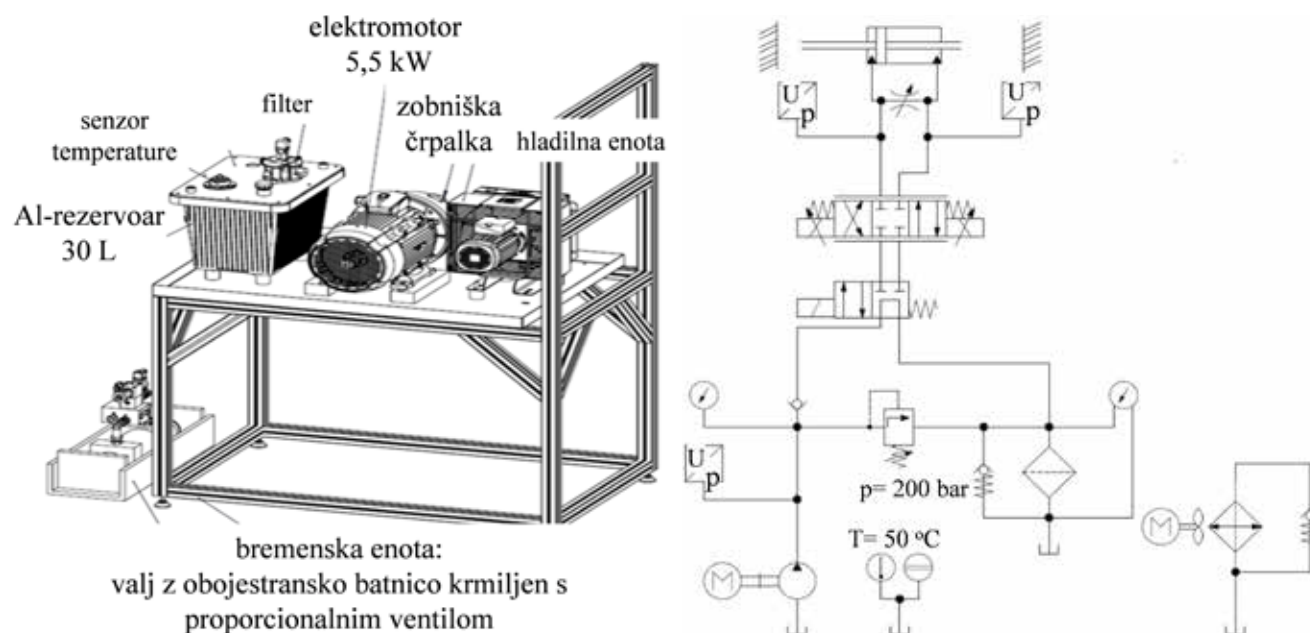
Za popolnoma nove vrste hidravlične tekočine ali pri novi formulaciji sicer znane tekočine (npr. novi paket aditivov) bi bili omenjeni testi predragi. V takšnih primerih vedno obstaja nevarnost velike poškodbe testne naprave, pa čeprav so bili pred trajnimi testiranj pod realnimi obratovalnimi pogoji izvedeni testi posamičnih fizikalno-kemijskih lastnosti nove tekočine kot tudi testi združljivosti z materiali.

Druga pomanjkljivost je ta, da na žalost noben od do sedaj omenjenih testov ne daje celovite informacije o vplivu hidravlične tekočine na vse druge pomembne komponente hidravličnega sistema – na krmilni ventil, hidravlični valj s tesnili, hladilnik hidravlične tekočine, materiale tesnil in drugih komponent, npr. cevi in priključkov, vpliv na senzorje itd. Prav tako ni predvideno spremljanje porabe energije med posameznimi fazami testa ali pri ce-

lotnem testu. Omenjene pomanjkljivosti so vodile do zasnove lastne kombinirane testne naprave za testiranje znanih in povsem novih hidravličnih tekočin, ki zagotavlja celovit vpogled v degradacijo vseh pomembnih hidravličnih komponent. Shema kombinirane testne naprave za trajno testiranje hidravličnih tekočin in njihovega vpliva na zmogljivosti vseh komponent naprave je prikazana na sliki 5.

V primerjavi z do sedaj omenjenimi testnimi napravami gre za testno napravo z manjšo količino testirane hidravlične tekočine – 20 litrov. Kot črpalka je uporabljena zobniška črpalka z zunanjim ozobjem pretoka 12 l/min, gnana z elektromotorjem moči 5,5 kW in vrtilno hitrostjo 1460 vrt/min. Z ozirom na količino testirane tekočine in velikost pogonske moči gre za testno napravo manjše moči s povečanim številom prečrpavanja. Temperatura tekočine je lahko vzdrževana na konstantni vrednosti 50 °C ali na poljubni višji vrednosti v primeru testa pri povišani temperaturi. Obremenjevanje črpalke s tlakom ni doseženo s tlačnimi ventili, ki predstavljajo breme, temveč posredno preko bremenske enote, ki je zgrajena iz simetričnega hidravličnega valja z obojestransko batnico, krmiljenega s proporcionalnim ventilom. Ta način obremenjevanja črpalke je veliko bližje realnemu dogajanju na realnih hidravličnih napravah.

Zobniška črpalka s svojo značilno tribologijo je dinamično obremenjevana s spremenljivim tlakom, ki se spreminja od minimalne vrednosti (stanje razbremenjenosti pri tlaku, enakem skupnemu padcu tlaka v cevovodu) do maksimalne vrednosti cca. 210 bar. Tlak se spreminja s frekvenco oz. taktom,



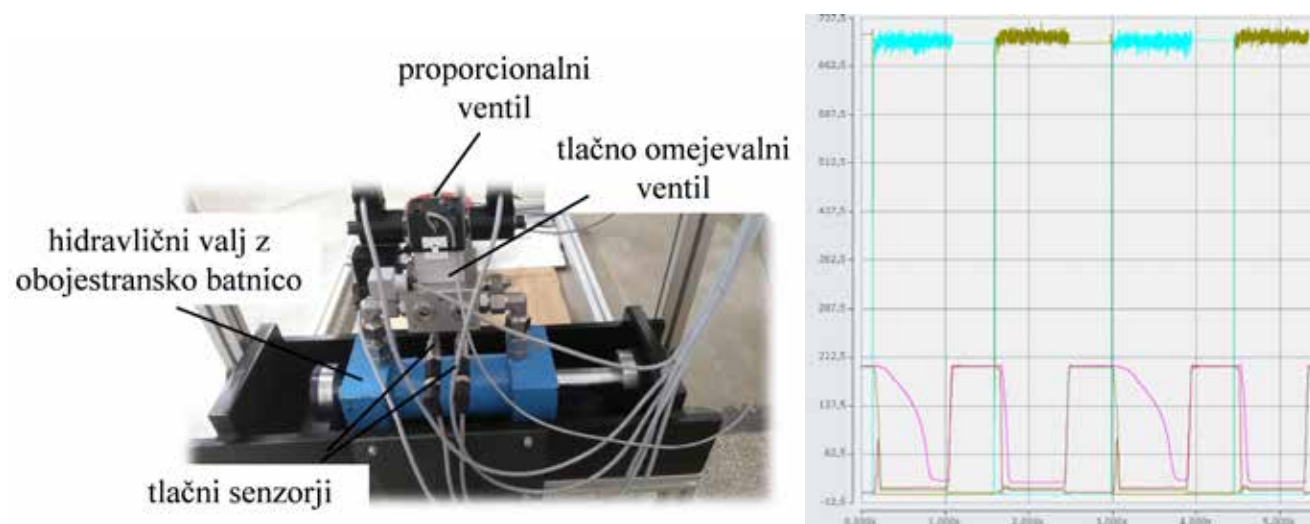
Slika 5 : Videz testne naprave in pripadajoča hidravlična shema

ki ga določa gibanje simetričnega valja v izvedbi z obojestransko batnico, opremljeno s poliuretansko pritisko ploščo (*slika 6*).

Valj bremenske enote je krmiljen s proporcionalnim ventilom, pri čemer je proženje ventila določeno na podlagi znane statične karakteristike proporcionalnega ventila krmilni signal-pretok ventila, I - Q -karakteristika. Ta je lahko podana v katalogu proizvajalca ventila ali pa dobljena na podlagi predhodnega merjenja I - Q -karakteristike za dejansko uporabljeni ventil [16]. Bremenska enota s pripravljenim ventilskim krmilnim sklopom je prikazana na sliki 6. Prav tako sta prikazana potek spreminjanja krmilnega signala proporcionalnega ventila in posledično spreminjanje tlaka na črpalki – ta se spreminja med 5 bar in 210 bar, pri čemer celotna

perioda dveh sprememb traja 2 s (pritisk batnice na eno in na nasprotno ležečo oporno ploščo ohišja bremenske enote). Na ta način dosežemo pulzno spreminjanje bremenskega tlaka na črpalki s frekvenco cca 1-2 Hz.

Krmilni signal proporcionalnega ventila (in s tem posredno hitrost spreminjanja tlaka na črpalki) je določen tako, da je odprtje ventila v področju malih signalov oz. malih pomikov krmilnega drsnika – delno odprtje ventila. Na ta način dosežemo povečan vpliv testirane tekočine na krmilne robove ventila. Če gre za proporcionalni ventil z manjšim pozitivnim prekritjem, je potrebno velikost mrtve cone ventila upoštevati pri določanju krmilnega signala ventila. Kvaliteta zvezno delujočega krmilnega ventila na ta način določa hitrost preklopa



Slika 6 : Bremenska enota (levo), krmilni signal ventila in profil spreminjanja tlaka (desno)

periode obremenitve. V primeru krmilnega ventila z minimalnim ali ničelnim prekritjem je frekvenca obremenjevanja črpalke posredno preko bremenske enote lahko višja.

Za potrebe spremljanja parametrov testiranja med potekom testa zasledujemo 22 parametrov: od tlakov na črpalki, krmilnem ventilu in filtru do pretokov črpalke ob bremenu in ob razbremenjenem stanju, temperatur na vseh vitalnih delih hidravličnih komponent, vse do porabe vstopne električne energije in časov delovanja hladilnega sistema v odvisnosti od temperature okolice in obratovalnih temperatur.

Merilo za stopnjo obrabe črpalke je padec pretoka pod bremenskim tlakom, ki ga merimo med samim delovanjem testne naprave v času trajanja 1 milijon ciklov obremenitve črpalke ali do njene odpovedi. Po končanem testiranju se črpalka razstavi in preverijo ter ovrednotijo sledi obrabe. Stopnja degradacije ventila se ugotavlja posredno z merjenjem vseh pomembnejših statičnih karakteristik po koncu testiranja in primerja s karakteristikami ventila, izmerjenimi pred začetkom testiranja.

5 Zaključek

Za tribološke raziskave vpliva hidravlične tekočine na hidravlične komponente so se uveljavili testi s hidravličnimi črpalkami kot najbolj obremenjenimi komponentami v hidravličnem sistemu. Testi s črpalkami so zelo raznoliki tako glede na vrsto uporabljene črpalke kot način obremenjevanja črpalk in obratovalnih pogojev. V prispevku je poudarek na tistih testih s črpalkami, ki potekajo ob spremenljivi obremenitvi črpalke – spreminjanje obratovalnega tlaka, in so se uveljavili v praksi. Večina predstavljenih testov se nanaša na vzajemni vpliv uporabljene testne hidravlične tekočine na vitalne dele uporabljene črpalke. Druge komponente hidravličnega sistema v okviru teh testov niso obravnavane oz. njegovo stanje ni spremljano.

Za razliko od vseh opisanih testov s spremenljivim obremenjevanjem je lastno zasnovan test, predstavljen v poglavju 4, veliko bolj celovit, saj podaja vpogled v degradacijo vseh komponent hidravlične naprave in ne samo črpalke. Je tudi energetsko racionalnejši kot drugi testi, ki potrebujejo veliko pogonsko moč. Razen tega pa so uporabljene cenovno ugodne komponente, kar je še posebej pomembno v primeru prvega testiranja povsem novih hidravličnih tekočin, ki še niso bile trajnostno testirane v realnih obratovalnih pogojih. Številni merjeni parametri omogočajo sprotno spremljanje stanja obratovalnih parametrov in kasnejše podrobnejše analize. Z menjavo zobniške črpalke za drugo vrsto črpalke, npr. batne, pa je možno izvesti testiranje tudi pri veliko višjih obratovalnih tlakih.

Viri

- [1] Totten, G. E., De Negri, V. J.: Handbook of Hydraulic Fluid Technology, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2nd edition, ISBN 9781138077348, 2012, 983 str.
- [2] Lovrec, D., Tič, V.: Thermal tests for testing of degradation behaviour of mineral based hydraulic oils. TMT 2016: proceedings, 20th International Research/Expert Conference Trends in the Development of Machinery and Associated Technology", ISSN 1840-4944, letnik 20, št. 1., str. 141-144.
- [3] Lovrec, D.: Mechanical tests for accelerated testing of mineral lubricants with respect to its degradation. TMT 2016: proceedings, 20th International Research/Expert Conference »Trends in the Development of Machinery and Associated Technology«, TMT Proceedings, ISSN 1840-4944, letnik 20, št. 1, str. 137-140.
- [4] Tič, V., Tašner, T., Lovrec, D.: Enhanced lubricant management to reduce costs and minimise environmental impact. Energy, ISSN 0360-5442, 2014, vol. 77, str. 108-116; <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544214005799#>; doi: 10.1016/j.energy.2014.05.030.
- [5] Totten, G. E., Kling, G. H., Smolenski, D. J.: Tribology of Hydraulic Pump Testing, Technology & Engineering, ASTM STP 1310, 1997.
- [6] Totten, G. E., Bishop, R. J., Gent, G. M.: Evaluation of Hydraulic Fluid Lubrication by Vickers Vane Pump Testing: Effect of Testing Conditions, NFPA, Presented at the International Exposition for Power Transmission and Technical Conference 4-6 April 2000, Technical paper series I00-9.7.
- [7] Lovrec, D., Tič, V.: Tribološki testi s hidravličnimi črpalkami ob konstantni obremenitvi. Ventil : revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo, ISSN 1318-7279, april 2019, letnik 25, št. 2, str. 132-139.
- [8] ASTM D6813-02a: Standard Guide for Performance Evaluation of Hydraulic Fluids for Piston Pumps.
- [9] Conduct Test-to-Failure on Hydraulic Pumps, Vickers AA 65560-ISC-4, NTIS No. AD 60224, 1964.
- [10] Knight, G. C.: Experience with the Testing and Application of Fire-Resistant Fluids in the National Coal Boards, Transactions SAE 1981, 90, str. 2958-2969.
- [11] Wanke, T.: A Comparative Study of Accelerated Life Test Methods on Hydraulic Fluid Power Gear Pumps, Proceedings of 37th National Conference Fluid Power, National Fluid Power Association, Milwaukee, 1985, Vol. 35, str. 231-243.
- [12] Janko, K.: A Practical Investigation of Wear in Piston Pump Operated with HFA Fluids with Different Additive, Journal of Synthetic Lu-

- brication, 1987, 4, str. 99–114.
- [13] Ohkawa, A. et. all.: Oxidation and Corrosion Characteristics of Vegetable-Base Biodegradable Hydraulic Oils, SAE Technical Paper Series, Paper No. 951038, 1995.
- [14] Totten, G. E., Melief, M. H., Bishop, J. R.: Hydraulic Fluid Qualification Using the Rexroth High-Pressure Piston Pump Test, International Exposition for Power Transmission and Technical Conference, april, 2000, I00-9.2; str. 241–248.
- [15] Korane, K.: Hydraulic fluid test matches real-world conditions, Sealing&Contamination Tips, 12-2016, <https://www.sealingandcontaminationtips.com/hydraulic-fluid-test-matches-real-world-conditions/>.
- [16] Tič, V., Lovrec, D.: Test device and automated test procedures for measuring valve characteristics, Conference proceedings, International Conference Fluid Power 2019. 1st ed. Maribor: University of Maribor Press, Faculty of Mechanical Engineering. 2019, str. 145–158.

Tribological tests with hydraulic pumps at variable load

Abstract:

In the field of hydraulic pump based tribological tests, there are a few different tests that are designated to reproduce real operating conditions. The aim of all these tests is to determine the wear of hydraulic pump and its vital parts using the hydraulic fluid tested. Such tests involve the use of different types and sizes of pumps, varying amounts of hydraulic fluid tested and different operating conditions, as well as different pump loads and load profiles.

The paper outlines tribological tests with different hydraulic pumps, where the pump load is variable, realized in different ways. The following section presents our own approach to testing the tribological properties of a hydraulic fluid with gear pump, together with other components of the hydraulic system, where load variation is achieved by means of a valve-controlled linear load unit.

Keywords:

hydraulic fluids, lubricating properties, pump tests, test parameters, variable load, load profile

MOTOMAN HC10

6-osni-kolaborativni robot

Motoman HC10 je 6-osni kolaborativni robot z nosilnostjo 10kg in polmer dosega R=1200mm. HC10 predstavlja novo generacijo robotov, ki so zmogljivi, cenovno dostopni, vsestransko uporabni, preprosti za uporabo in izdelani za integracijo v industrijske procese. Roboti so namenjeni uporabnikom, ki iščejo preprosto in hitro avtomatizacijo nalog, ki jih industrijski roboti opravljajo v bližini ljudi v sodelujočem načinu delovanja.

Varno sobivanje z uporabniki
Varnostni krmilnik FSU: Functional Safety Unit
Tehnologija PFL Power and Force Limiting
Aplikacija EasyTeach – natančno ročno vodeno učenje in programiranje robota

Brez varnostne ograje

- Vgrajena funkcija kontrole sile ob dotiku na vseh šestih robotskih oseh
- Gibljivi deli robota so oblikovani tako, da preprečujejo možnost poškodb
- Varnostni standard – aplikacija za industrijske robote: ISO 10218–1 (5.10.5 Power and Force limiting)
- Varnostne funkcije za krmilnike industrijskih robotov: ISO 13849–1, PLd, CAT3
- Tehnična specifikacija za delovanje kolaborativnih robotov: TS15066

Enostavno programiranje

- Neposredno premikanje robotske roke s pomočjo ročnega vođenja
- Pametni vmesnik (Smart HUB) za programiranje po principu »enostavnega učenja«



YASKAWA



Boniteta odličnosti
2017

A Binarde Solution

Krmiljen z
YRC1000

11.-13.02.2020

Ljubljana, Slovenija, GR

IAm

INTRONIKA

Robotics

ICT 4 Industry



powered by

iCm

www.icm.si

RAZVOJ SERVOHIDRAVLIČNEGA POGONA NA PODROČJU MEHANIKE LOMA

Vito Tič, Darko Lovrec, Marijana Milković, Nenad Gubelj

Izveček:

Naprave za preizkušanje dinamične trdnosti materialov se v laboratorijskih in industrijskih okoljih uporabljajo za testiranja in raziskave na področju mehanike loma in običajno delujejo s pomočjo servohidravličnih ali servopnevmatskih pogonov. Vsebujejo vse več elektronskih in mikroprocesorsko krmiljenih komponent, s pomočjo katerih dosegajo ustrezno dinamiko ter sposobnost shranjevanja in obdelave signalov.

Prispevek opisuje načrtovanje, izvedbo in delovanje prilagodljive naprave za preizkušanje dinamične trdnosti materialov, ki bazira na osnovi linearne elektro-hidravlične servoosi z zaprtozančno regulacijo sile. Za krmiljenje komponent je vgrajen večjedrni krmilnik proizvajalca Beckhoff, na katerem se hkrati izvaja krmilni program z realno časovno regulacijo sile, kakor tudi vmesnik človek-stroj v Windows okolju. Predstavljena naprava je zmožna dosegati sile do 40 kN pri hitrostih testiranja do 20 Hz.

Ključne besede:

servohidravlika, regulacija sile, visoko dinamično obratovanje, testiranje utrujenosti materiala

1 Uvod

Razvoj novih materialov zahteva razumevanje njihovih mehanskih lastnosti, pri čemer je ena najpomembnejših njihovo obnašanje ob utrujenosti. Glavni namen tovrstnih preizkusov je zagotavljanje varnosti sestavnih delov naprav ob njihovi uporabi [1–3]. Upoštevajoč, da teoretične enačbe vedno ne ustrezajo realnemu obnašanju materiala, je določanje vzdržljivosti materialov z eksperimentalnimi postopki še toliko pomembnejše [4]. Da bi raziskali poglobitve vzroke za lom oz. odpoved inženirskih sestavnih delov, ki so bili izpostavljeni enosni in/ali večosni obremenitvi, je potrebno izvesti preizkuse mehanske utrujenosti v različnih režimih in na najrazličnejših materialih [5].

V literaturi lahko zasledimo več namenskih naprav zasnovanih in izdelanih naprav za posebne aplikacije preizkušanja materialov [6–10]. Na področju naprav za preizkušanje dinamične trdnosti materialov pa je trg zasičen z dragimi namenskimi preskuševališči, ki lahko delujejo v zelo različnih režimih frekvenc [10]. Najnovejše raziskave so usmerjene v razvoj naprav, ki dosežejo utrujenost materiala s pomočjo resonančnega sistema ali servopogonov [11,12]. V nadaljevanju

bosta predstavljena načrtovanje in izvedba lastno zasnovane naprave za preizkušanje dinamične trdnosti materialov, ki deluje na osnovi linearne elektro-hidravlične servoosi in zaprtozančne regulacije sile.

Elektro-hidravlični servosistemi so servomehanizmi, ki omogočajo vodenje težkih bremen z veliko inercijo in to z visoko odzivno hitrostjo ter natančnostjo krmiljenja. To omogočajo elektro-hidravlični servoventili, ki so bili razviti z namenom zelo velikega povečanja moči, pri čemer lahko s šibkim električnim signalom zelo hitro in natančno krmilimo velike hidravlične moči.

Za upravljanje servoventilov je potrebno uporabiti mikroprocesorske sisteme. Programabilni logični krmilnik (PLK) je zelo primeren za različne naloge avtomatizacije v industriji, zato ga pogosto uporabljamo. Največje prednosti PLK-jev so modularna konstrukcija, programirljivost, enostavno vzdrževanje, odpornost na vplive okolja itd.

2 Zasnova naprave

Napravo za preizkušanje dinamične trdnosti materialov upravlja servoventil v zaprtozančni regulaciji sile. Vsak regulacijski sistem pa je sestavljen iz štirih osnovnih elementov: regulacijskega člena, merilnega člena, izvršnega člena in objekta krmiljenja. V našem primeru je regulacijski člen Beckhoffov industrijski PLK, merilni člen je senzor sile, aktuator je servoventil, krmilni objekt pa hidravlični valj.

Doc. dr. Vito Tič, univ. dipl. inž., **prof. dr. Darko Lovrec**, univ. dipl. inž., **Marijana Milković**, mag. inž., **prof. dr. Nenad Gubelj**, univ. dipl. inž., vsi Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

2.1 Konstrukcija naprave

Konstrukcija naprave, prikazana na *sliki 1*, je zasnovana iz visoko kakovostnih materialov in prilagojena predhodno izdelanim hidravličnim valjem in nosilni mizi [13]. Konstrukcija je prav tako prilagojena izvedbi visoko dinamičnih preskusov z nadzorovano silo, pri čemer sta regulirani tako amplituda kot tudi frekvenca sile. Pri dimenzioniranju sta bili skrbno upoštevani največja natezna in največja tlačna sila, ki znašata 40 kN.

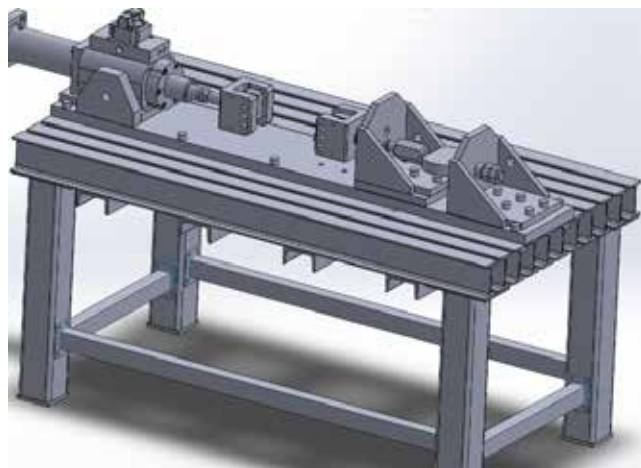
Sama zasnova naprave sicer omogoča tlačne, natezne ter tlačno-natezne statične in dinamične preizkuse, pri čemer je potrebno ustrezno zasnovati in izdelati vpenjalno pripravo za vpetje preizkušanca. Zaradi nadaljnjih potreb raziskovalnega dela na področju mehanike loma smo se sprva omejili le na natezne preizkuse, ki jih bomo v nadaljevanju izvedli na aluminijevih zlitinah.

Na eni strani naprave je hidravlični valj, ki ima na batnici nameščeno namensko klinasto vpenjalo, medtem ko je drugo klinasto vpenjalo nameščeno togo v varjeni nosilec preko merilne celice sile. Razdalja med vpenjali pa se lahko prilagodi z vijačenjem varjenih nosilcev. Posebna pozornost je bila namenjena konstrukciji klinastih samozategovalnih vpenjal, ki vsebujejo premične čeljusti z rebrasto površino za boljši oprijem. Vpenjala so izdelana iz orodnega jekla 115CrV3 (DIN), pri čemer je ogrodje vpenjala temperirano na 850 ± 20 MPa, čeljusti pa imajo trdoto 52 ± 2 HRC.

Kot smo že omenili, je senzor sile nameščen na nasprotni strani hidravličnega valja (*slika 2*), medtem ko je senzor pomika v samem podaljšku valja, kot to prikazuje *slika 4*.

3 Hidravlični sistem

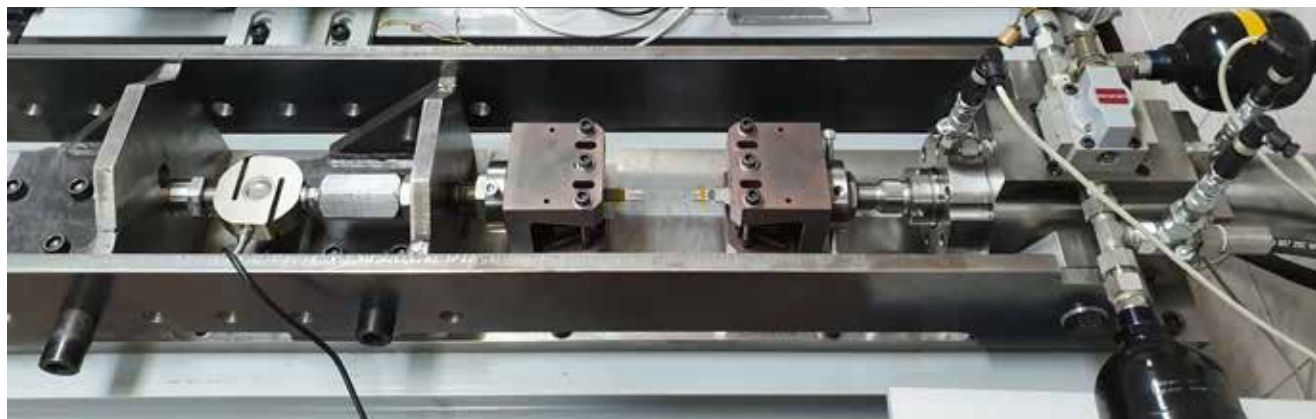
Hidravlični sistem, katerega shema je prikazana na *sliki 3*, poganja aksialna batna črpalka z nastavljivo



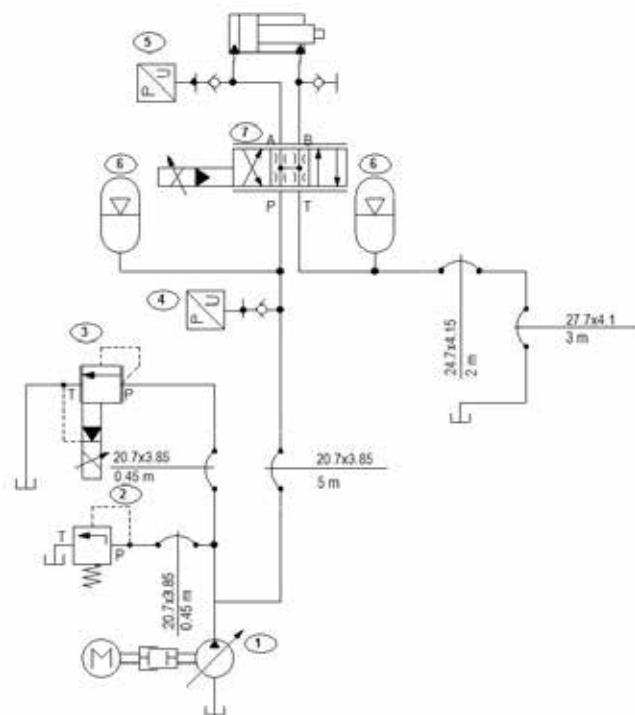
Slika 1 : Zasnova konstrukcije naprave v programskem okolju SolidWorks

nagibno ploščo Parker PAV 32, ki zagotavlja do 45 L/min pretoka pri delovnem tlaku do 315 bar. Uporaba črpalke z nastavljivo iztisnino je v tem primeru tako rekoč nujna, saj je potrebno pri vsakem testu znižati pretok črpalke do te mere, da skozi tlačno omejevalni ventil teče čim manjša količina hidravlične tekočine. Ta namreč ne opravlja nobenega dela in se le prekomerno greje. To še posebej velja v primeru, ko naprava deluje v režimu visokih tlakov (visoka dinamika obratovanja), pri čemer opravlja minimalne pomike bata (preizkušanci so običajno zelo togi).

Poleg varnostnega tlačno omejevalnega ventila za nastavitve delovnega tlaka skrbi električno krmljen tlačno omejevalni ventil Bosch Rexroth DBEM, s katerim lahko programsko nastavljamo želeni delovni tlak ali pa obratujemo v obtoku. Zaradi visoke dinamike obratovanja in s tem povezanega visokega nihanja tlakov tako na tlačnem kot tudi na povratnem vodu sta bila v neposredno bližino krmilnega servoventila nameščena hidravlična akumulatorja, ki sta bila skrbno izračunana in izbrana ter nato ustrezno napolnjena z dušikom na optimalni tlak [14].



Slika 2 : Izdelana naprava za preizkušanje dinamične trdnosti materialov



Slika 3 : Shema hidravličnega sistema naprave

Za krmiljenje hidravličnega valja je uporabljen dvo-stopenjski hidravlični servoventil Moog G-761, ki je sestavljen iz električnega navornega motorja in dveh stopenj hidravličnega ojačenja. Kotva, ki se nahaja med navitjema, je preko naletne plošče povezana v hidravlični del valja. Nagib kotve povzroči tudi nagib naletne plošče. Tekočina ima potem lažjo pot skozi eno od šob, zaradi česar se v eni od komor druge stopnje servoventila tlak poveča, v drugi pa zmanjša. Tlačna razlika je proporcionalna pomiku drsnika, ki sledi. Ko se jeziček izravna v izhodiščno stanje, se vzpostavi ravnovesje med silo, ki preko povratne vezave deluje na jeziček, in silo, s katero na jeziček deluje momentni motor.

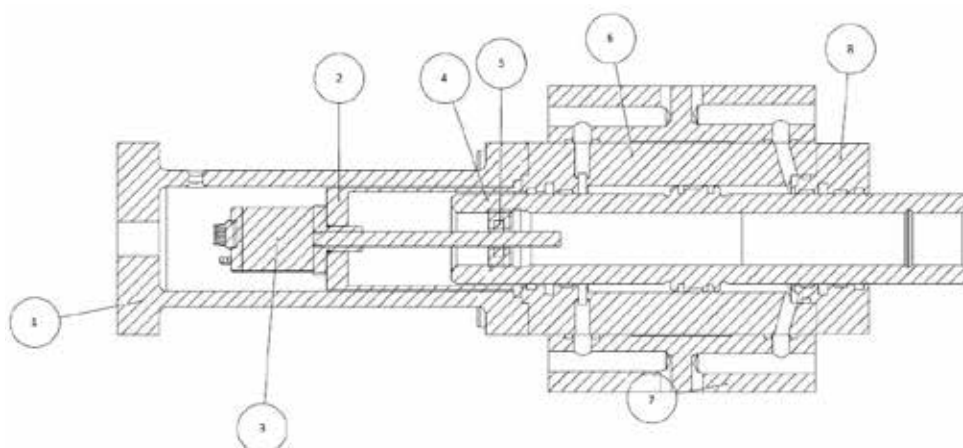
Kot glavni aktuator je uporabljen dvosmerno delujoči valj z obojestransko batnico, prikazan na *sliki 4*. V primerjavi z valjem z enostransko batnico sta zaradi enakih ploščin bata v obeh komorah hitrost giba in sila v obe smeri enaki. Prav tako ima takšna izvedba še določene druge prednosti, kot so: boljše vodena batnica, boljše prenašanje prečnih sil, senzorji so lahko nameščeni na katerikoli strani, ... Tako smo tudi v našem primeru senzor pomika namestili v posebno ohišje za valjem ter ga tako zaščitili pred zunanjimi vplivi.

Pri namestitvi hidravličnega valja je potrebno zagotoviti dovolj veliko togost sistema, zato je valj pritrjen od spodaj in z obeh strani. Sicer ima valj na spodnji strani še priključne izvrtine za dodatni ventil, s čimer bi lahko podvojili vstopno in izstopno količino hidravlične tekočine (posledično hitrost pomika), ker pa v trenutni konfiguraciji uporabljamo le en servoventil, smo omenjene izvrtine ustrezno zatesnili.

4 Krmilni sistem

Krmilni sistem temelji na štirijedrnem industrijskem krmilniku Beckhoff CX5140, na katerem se hkrati izvaja TwinCat 3 (realnočasovni PLC-del) ter Windows 7 Embedded Standard. Ključna prednost tovrstnega računalniškega krmilnika pred konvencionalnimi PLC-ji je, da lahko en sam krmilnik hkrati izvaja zelo hitre operacije, kot je npr. PID-regulacija, ki se v našem primeru izvede v približno 20 μ s, kakor tudi izvaja program krmilnega panela oz. vizualizacije. Kljub izredni procesorski zmogljivosti krmilnika pa je regulacijski cikel omejen s hitrostjo vhodno-izhodnih modulov, ki so v našem primeru imeli povprečen čas pretvorbe A/D oz. D/A okoli 0,4 ms. Zato smo izvajanje PLC-programa nastavili na periodo 0,1 ms.

Posebnost pri zajemanju podatkov iz senzorjev predstavlja priklop merilne celice sile, ki je neposre-



- 1 Držalo
- 2 Zaščita senzorja
- 3 Senzor položaja bata
- 4 Batnica
- 5 Magnetni obroč
- 6 Valj
- 7 Ventilska plošča
- 8 Glava valja

Slika 4 : Hidravlični valj z vgrajenim senzorjem pomika in hitrosti



Slika 5 : Krmilnik Beckhoff CX5140 z vhodno-izhodnimi moduli

dno, brez ojačevalnika, povezana z vhodnim modulom EL3356-0010, ki omogoča priklop uporovnega mostičnega vezja merilnih trakov. Na ta način smo močno izboljšali kvaliteto in frekvenco zajemanja signala sile. Prav tako pa lahko z omenjenim modulom vedno znova umerimo merilno celico sile s pomočjo regulacije tlaka v komori valja in tlačnega preračuna. Namreč: s časom in z uporabo se lahko lastnosti merilne celice sile nekoliko spremenijo (tim. drift signala).

4.1 Krmilni program (PLK)

Krmilni program, ki smo ga izdelali v programskem okolju TwinCat 3, smo smiselno razdelili na več podprogramov. Če se omejimo le na glavni del podprograma za izvedbo zaprtozančne regulacije sile, ta poteka v naslednjem zaporedju [15]:

V prvi funkciji (*Parameter_input*) se izvede začetna nastavitev vrednosti spremenljivk. Tukaj nastavimo vrednosti spremenljivk, za katere želimo, da se nastavijo samo ob prvem prehodu programa.

V drugi funkciji (*Init*) inicializiramo parametre za sinusni generator in PID-regulator ter štejemo cikle. Štetje ciklov se izvaja z opazovanjem generiranega sinusnega signala. Izvede se ob vsakem pozitivnem prehodu skozi srednjo vrednost sinusnega signala (navidezna ničla).

V naslednji funkciji (*Calculation*) se izvedejo preračuni vrednosti. Iz vnesene frekvence na krmilnem panelu se izračuna čas periode sinusa, izvede se vklop/izklop členov PID-regulatorja ter izračuna sila.

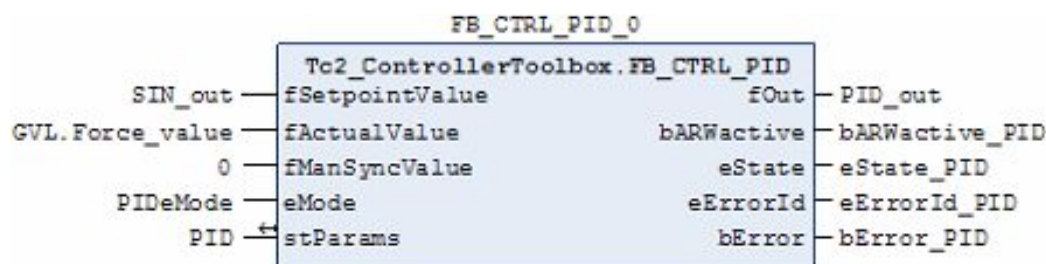
V naslednjih dveh funkcijah sta bloka s signalnim generatorjem in PID-regulatorjem, ki sta standardna bloka TwinCat 3 Controller ToolBox-a. Na vhodih in izhodih iz blokov so definirane spremenljivke (*slika 6*), katerih parametre nastavljamo na krmilnem panelu.

Sledi funkcija (*Output*), v kateri se skalira vrednost iz izhoda PID-regulatorja na vrednost, primerno za vodenje servoventila. Preden se vrednost posreduje na izhod, mora biti izpolnjen še pogoj, da je sinusni generator aktiven. S tem preprečimo, da bi regulator upravljal z drsnikom servoventila v primeru, ko sinusni generator ne deluje.

V naslednji funkciji (*Variables update*) se izvede preračun dejanske in želene vrednosti sile v format, primeren za prikaz na grafu. Prav tako se tu izvede preračun najmanjših in največjih vrednosti pozicije, sile in tlakov v trenutnem ciklu. Ko nastopi nov cikel, se vrednosti spremenljivk ponastavijo, skrajne vrednosti pa se prenesejo v krmilni panel oz. uporabniški vmesnik (HMI), kjer se prikažejo in po potrebi zabeležijo.

Zadnja funkcija (*Fail control*) je izključno varnostnega značaja in v vsakem prehodu programa preveri, ali je vrednost pozicije bata manjša od 5 mm. To je možno samo v primeru, ko je prišlo do loma preizkušanca in se je bat premaknil v skrajno notranjo lego. Takrat se sproži procedura zaključka testa.

Ko pride krmilnik z izvajanjem do konca zadnje funkcije, se vrne na funkcijo *Init* in nadaljuje z izva-



Slika 6 : Krmilni program – PID-blok



Slika 7 : Uporabniški vmesnik, ki se izvaja v okolju Windows

janjem programa. Na funkcijo *Init* se vračamo zato, ker nam to omogoča spreminjanje parametrov signalnega generatorja in PID-regulatorja tudi med izvajanjem testa, kar je v določenih pogojih zaželeno.

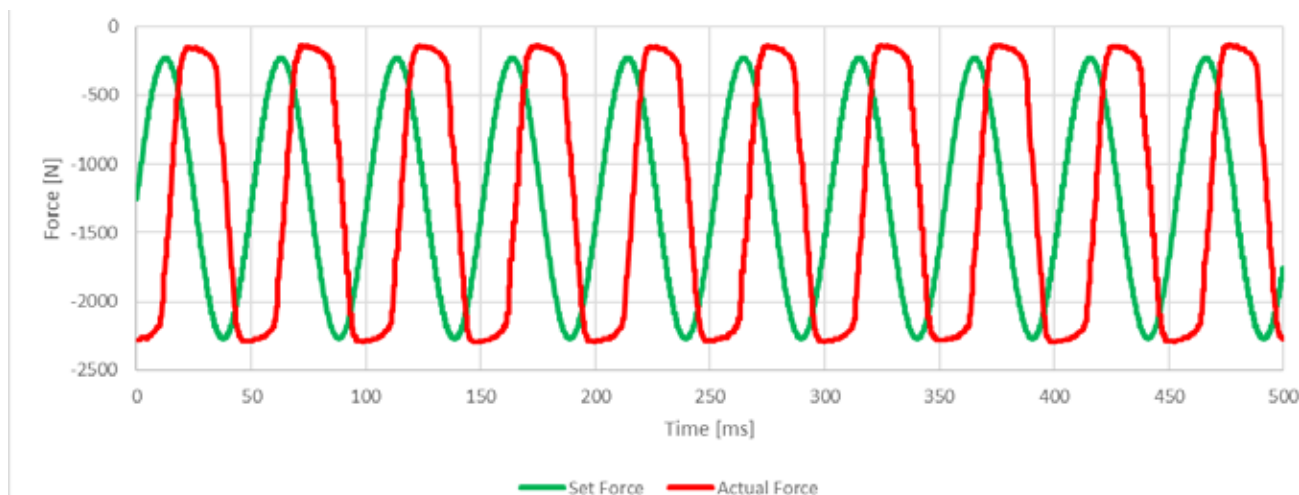
4.1 Krmilni panel (HMI)

Krmilni panel oz. uporabniški vmesnik je zasnovan v okolju *Visual Studio C#*, s katerim izdelamo klasično Windows aplikacijo, kar nam omogoča zelo veliko svobode pri programiranju in nadgrajevanju sistema. Dodatna prednost uporabe okolja *C#* za izdelavo HMI-vmesnika je tudi možnost uporabe *ScopeView*, ki omogoča izris ter shranjevanje posnetkov oz. grafikonov naših spremenljivk. Komunikacija med realnočasovnim delom (PLK-programom) in uporabniškim vmesnikom v tem primeru poteka preko protokola *TwinCat ADS*, ki omogoča branje in pisanje spremenljivk v PLK-delu, s čimer vplivamo na izvajanje realnočasovnega krmilnega programa.

Zasnovani uporabniški vmesnik je prikazan na *sliki 7* in se skupaj z realnočasovnim PLK-programom izvaja v okolju Windows na industrijskem krmilniku Beckhoff. Čeprav je vmesnik videti malce kompleksen, pa je rokovanje z njim dokaj enostavno. Na levi strani ponuja vklop/izklop črpalke ter nastavitve delovnega tlaka, ki ga lahko spremenimo tudi med testom. Poleg je okvirček *Parametri regulatorja* z nastavitvami PID-regulatorja, pri čemer so priporočene vrednosti že vpisane. Možnost imamo tudi vklopiti ali izklopiti integralni in/ali diferencialni del regulatorja. Okvirček *Parametri proge* omogočajo definicijo osnovnih parametrov testa. Tukaj določimo dolžino testa (s številom ciklov), frekvenco sile, srednjo vrednost sile in njeno amplitudo.

V okvirčku *Podatki testa* pa se med testom sprotно izpisujejo osnovni podatki, kot so čas začetka testa, iz vnesenega števila ciklov se izračuna dolžina testa, iz trenutnega cikla trajanje testa in iz preostanka ciklov čas do zaključka testa.

Drugi del uporabniškega vmesnika predstavljajo elementi, ki omogočajo pregled nad testom med samim izvajanjem. Tako imamo na voljo še graf (*ScopeView*), ki prikazuje spreminjanje parametrov in sile med testom.



Slika 8 : Posnetek obratovanja naprave pri frekvenci 20 Hz

peView), ki izrisuje želeno in dejansko vrednost sile s hitrostjo osnovnega PLK-cikla 0,1 ms. Na ta način imamo možnost avtomatiziranega periodičnega shranjevanja podatkov o utrujanju materiala, kar je bistvenega pomena za razumevanje raziskav na področju mehanike loma. Desno zgoraj pa je še en okvirček *Podatki testa*, ki prikazuje najnižje in najvišje vrednosti pozicije, sile in tlaka v vsakem ciklu.

5 Rezultati delovanja

Po uspešno izvedenem prvem zagonu naprave in odpravi programskih pomanjkljivosti smo pričeli z realnimi testiranjimi na področju preizkušanja dinamične trdnosti materialov. Med testiranjimi smo postopoma poviševali delovni tlak kakor tudi frekvenco in silo utrujanja. Pri tem smo sproti ročno prilagajali parametre PID-regulatorja, da smo dosegli želen odziv sistema. *Slika 8* prikazuje posnetek delovanja sistema pri izvedbi dinamičnega nateznega testa pri sili od 250 do 2250 N in frekvenci 20 Hz. Skladno z zeleno krivuljo, ki ponazarja želeno vrednost sile, ter rdečo krivuljo, ki ponazarja dejansko oz. merjeno vrednost sile, lahko zaključimo, da sistem deluje z zadostno hitrostjo in natančnostjo.

6 Zaključek

Zaradi omejitev obstoječe strojne opreme za preizkušanje dinamične trdnosti materialov smo pristopili k razvoju, izdelavi in implementaciji lastne naprave za dinamično utrujanje materialov, ki je zasnovana na naprednem visoko zmogljivem hidravličnem sistemu. Lastno zasnovan sistem ima mnogo prednosti od obstoječega stroja za dinamično utrujanje materialov INSTRON 1255, ki je v Laboratoriju za strojne elemente in konstrukcije, saj nam omogoča testiranja materialov pri višjih frekvencah, tj. do 20 Hz, kar posledično pomeni, da so posamezni testi izvedeni v krajšem času. Še po-

membneje pa je, da je lastno zasnovan stroj mnogo bolj prilagodljiv in nadgradljiv tako v strojnem kot v krmilnem delu. Omogoča nam zasnovo in izvedbo najrazličnejših statičnih in dinamičnih testov utrujanja materiala s hkratnim merjenjem in beleženjem sile ter pomika ter hkrati široko prilagodljivost krmiljenja stroja, saj sta celotno krmiljenje in regulacija sistema plod lastnega razvoja.

Avtomatizacija preizkuševališča je bila izdelana v programu Twincat 3, vizualizacija pa v programu Visual Studio C#. Krmilni program preko krmilnika Beckhoff CX5140 skrbi za varnost, vklop/izklop aktuatorjev, zajemanje vrednosti iz senzorjev ter regulacijsko zanko. Uporabniški vmesnik pa uporabniku zagotovi dovolj svobode pri vnosu parametrov in preglednost pri opazovanju pomembnih vrednosti med samim testom.

Viri

- [1] P. S. Pao, S. J. Gill, and C. R. Feng, "On fatigue crack initiation from corrosion pits in 7075-T7351 aluminum alloy," *Scr. Mater.*, vol. 43, no. 5, pp. 391-396, 2000.
- [2] P. Weißgraeber, J. Felger, D. Geipel, and W. Becker, "Cracks at elliptical holes: Stress intensity factor and Finite Fracture Mechanics solution," *Eur. J. Mech. A/Solids*, vol. 55, pp. 192-198, 2016.
- [3] D. L. DuQuesnay, P. R. Underhill, and H. J. Britt, "Fatigue crack growth from corrosion damage in 7075-T6511 aluminium alloy under aircraft loading," *Int. J. Fatigue*, vol. 25, no. 5, pp. 371-377, 2003.
- [4] W. Cui, "A state-of-the-art review on fatigue life prediction methods for metal structures," *J. Mar. Sci. Technol.*, vol. 7, no. 1, pp. 43-56, 2002.
- [5] V. Doquet and V. De Greef, "Dwell-fatigue of a titanium alloy at room temperature under

- uniaxial or biaxial tension," Int. J. Fatigue, vol. 38, no. 2012, pp. 118-129, 2011.
- [6] F. Marcelo and P. Bustos, "Design and construction of a torsional fatigue testing machine operated by inertial loads," Dyna, year 79, Nro. 172, pp. 46-55, 2012.
- [7] D. Petersen, R. Link, D. Fletcher, and J. Beynon, "Development of a Machine for Closely Controlled Rolling Contact Fatigue and Wear Testing," J. Test. Eval., 2000.
- [8] M. Feng and M. Li, "Development of a Computerized Electrodynamical Resonant Fatigue Test Machine and Its Applications to Automotive Components," in SAE Technical Paper Series, 2010.
- [9] C. Bathias, "Piezoelectric fatigue testing machines and devices," Int. J. Fatigue, vol. 28, no. 11, pp. 1438-1445, Nov. 2006.
- [10] J. L. A. Ambriz, G. M. D. Almaraz, C. Julio, V. Juarez, E. C. Gomez, and I. F. Zuñiga, "DESIGN AND CONSTRUCTION OF A TORSION FATIGUE MACHINE : TORSION FATIGUE TESTS ON TWO INDUSTRIAL ALUMINUM ALLOYS," ISSN 1454-2358, vol. 79, 2017.
- [11] G. M. . Zuñiga T., Ishvari F.; Dominguez Almaraz, M. Guzman Tapia, and J. L. Avila Ambriz, "Controlled Pre-Corrosion Attack and Ultrasonic Fatigue Endurance of Titanium Alloy Ti - 6Al - 4V," Lat. Am. J. Solids Struct., vol. 14, no. 3, pp. 512-527, 2017.
- [12] M. Ouarabi, R. P. Mora, and C. Bathias, "Very high cycle fatigue strength and crack growth of thin steel sheets," vol. 36, pp. 112-118, 2016.
- [13] M. Štefane, "Implementacija in prvi zagon elektrohidravlične linearne servoosi", Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, 2017.
- [14] T. Jurgec, "Vpliv hidravličnega cevovoda na delovanje linearne hidravlične servoosi", Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, 2017.
- [15] L. Jerebic, "Regulacija sile na linearni hidravlični servoosi", Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, 2018.

Development of servo hydraulic drive in the area of fracture mechanics

Abstract:

Material fatigue testing machines are used in laboratory and industrial environments for testing and research in fracture mechanics and are typically operated by servo hydraulic or servo pneumatic actuators. They contain an increasing number of electronic and microprocessor-controlled components, with which they achieve appropriate dynamics and the ability to store and process signals.

The paper describes the design, implementation and operation of a flexible machine for testing the dynamic strength of materials based on a linear electro-hydraulic servo axis with closed loop force control. To control the components, a Beckhoff multi-core controller is installed, which simultaneously runs a control program with real-time force control, as well as a human-machine interface in the Windows environment. The presented machine is capable of achieving forces up to 40 kN at test speeds of up to 20 Hz.

Keywords:

servo hydraulics, force control, high dynamic operation, material fatigue testin

3. konferenca

za informacijsko-komunikacijsko tehnologijo, elektroniko in mehatroniko

Rogla, hotel Planja // 18. – 19. junij 2020

<https://iktem.si>

Strokovna predavanja

Praktične delavnice

Prijetno druženje s strokovnjaki

konferenca IKT
EM



VABLJENI





Celjski sejem

31. marec-3. april 2020

SEJEM INDUSTRIJSKEGA VZDRŽEVANJA IN ČIŠČENJA STROJEV, NAPRAV IN OBJEKTOV

ZAKAJ NA TEROTECH?

Zaradi največjih novosti na področju industrijskega vzdrževanja in čiščenja, predstavitve uveljavljenih podjetij in storitev ter medsebojnega povezovanja z akterji v panogi.

PESTER RAZSTAVNI PROGRAM

Sejem spremljajo dogodki z aktualnimi temami s področja industrijskega vzdrževanja, tradicionalno poteka tudi Dan vzdrževanja.

OBILO POSLOVNIH PRILOŽNOSTI

Sejem je odlična priložnost za sklepanje novih poslov



RAZVOJ HIDRAVLIČNE POGONSKE TEHNIKE SKOZI ČAS

6. DEL: ZAGOTAVLJANJE HIDRAVLIČNE ENERGIJE

Darko Lovrec

Številne hidravlične naprave, ki so se pojavile z razmahom hidravlične pogonske tehnike in so bile nameščene na stalnem mestu uporabe, so potrebovale tudi oskrbo s hidravlično energijo. Manjše naprave, npr. manjše stiskalnice, dvizhne ploščadi ali manjša dvigala, so imele ročne črpalke, s katerimi so zagotavljali hidravlično energijo za njihovo delovanje. Večje naprave, npr. pristaniški žerjavi, osebna dvigala v zgradbah, dvizhne naprave v gradbeništvu, hidravlično pomični mostovi in podobne naprave, pa so bile sprva napajane iz konstantnega vira energije – kar iz omrežja pitne vode.

Za povečanje zmogljivosti posameznih hidravličnih naprav, še posebej dvizhnih naprav, so pričeli uporabljati visoke vodne stolpe in pa hidravlične akumulatorje z balastom. Hidravlične naprave v zgradbah pa so neposredno napajali najprej iz običajnega in kasneje iz visokotlačnega vodnega omrežja, nameščenega vzporedno z omrežjem pitne vode in razpeljanega po delih mesta s tovrstnimi hidravličnimi napravami. Sestavek podrobneje in kronološko opisuje razvoj in energetski vidik napajanja hidravličnih naprav ter prenosa hidravlične energije na večjih razdaljah z vsemi posebnostmi in omejitvami.

1 Omrežje pitne vode kot vir hidravlične energije

Po iznajdbi prve praktično uporabne hidravlične stiskalnice se je hidravlična pogonska tehnika, prepoznana kot izredno koristna tehnologija predvsem za prenašanje velikih bremen, izredno hitro razširila na druga področja tehnike. Tako se je zelo hitro uveljavila na področju dvizhnih naprav, ki so predstavljale naslednji ogromen korak pri razvoju in uveljavljanju hidravlične pogonske tehnike. Slednje je tesno povezano z Williamom Georgom Armstrongom iz Newcastlea v Angliji, ki se je specializiral za dvizhne naprave, še posebej za pristaniške žerjave [1]. Zmogljivi hidravlični pristaniški žerjavi so predstavljali veliko »uspešnico« za Newcastle in ga »povzdignili

li« v pomembno pristanišče. Zaradi tega se je Armstrong najprej sam in nato še s poslovnimi partnerji poslovno usmeril v gradnjo hidravličnih žerjavov in jih pričel izvažati po celem svetu.

Naslednji velik korak k razvoju hidravlike je prispeval Armstrong leta 1845, ko je predložil načrt za oskrbo s pitno vodo iz oddaljenih rezervoarjev do gospodinjstev v središču Newcastlea. Predlagana izvedba omrežja pitne vode je bila zelo učinkovita, še več: prihajalo je celo do presežkov energije in količine razpoložljive pitne vode ob primernem tlaku v oddaljenih delih mesta, kot je bilo potrebno za oskrbo. Armstrong je prepričal mestne oblasti, da bi te viške energije lahko uporabili za pogon pristaniškega hidravličnega žerjava, ki ga je v tem času razvijal. Prvi pristaniški žerjavi so bili tako priključeni kar na omrežje pitne vode s tlakom od 3 bar do 4 bar. Zaradi tega so bila bremena, ki so jih pretovarjali, omejena do največ 5 t. Za povečanje učinkovitosti pretovora bremen in prenašanje večjih bremen z istimi žerjavi je bilo potrebno poiskati druge rešitve.

2 Vodni stolpi kot hidravlični akumulatorji – izraba geostatičnega tlaka

Za hidravlične naprave, ki so delovale na bolj oddaljenih mestih in jih zaradi tega ni bilo moč priključiti na pitno vodno omrežje, je bilo potrebno poiskati druge rešitve. Rešitev za tovrstne naprave je prav tako našel Armstrong, in sicer v obliki visokih vodnih stolpov z rezervoarji, nameščenimi na višini od 60 m do 90 m. Na točki priklopa na hidravlično

Prof. dr. Darko Lovrec, univ. dipl. inž.,
Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo



Slika 1 : Pristaniščni hidravlični žerjavi: Armstrongov žerjav (levo) in Armstrong-Mitchellov žerjav (tehnična zapuščina – Arsenal, Benetke) (desno) [2] do [5]

napravo je tako tlak vode znašal nekje med 6 bar in 9 bar, odvisno od višine namestitve rezervoarja, kar je bilo dvakrat več, kot je znašal tlak v omrežju pitne vode. Posledično so bili žerjavi enakih dimenzij bolj zmogljivi – prenašanje dvojnega bremena. Tovrstni rezervoarji so delovali na znanem principu vpliva geostatičnega tlaka, ki ga je poznal in razložil že Pascal, t. i. geostatični hidravlični akumulatorji, delujoči na silo težnosti tekočine, shranjene na določeni višini.

Tako se je Armstrong po letu 1850 usmeril v gradnjo vodnih stolpov z rezervoarji. Rezervoarji manjših volumnov so bili nameščeni kar na strehah višjih zgradb, kot npr. tisti v mestu Kingston upon Hull (krajše Hull), ali pa so bili grajeni kot samostojne enonamenske zgradbe, kot visoki stolpi – *slika 2*. Gradnja slednjih je predstavljala velik gradbeniški podvig. Eden najbolj znanih tovrstnih vodnih stolpov, akumulatorjev, je Grimsby Dock Tower v angleškem pristaniškem mestu Grimsby. Z njim so



Slika 2 : Vodni rezervoar – akumulator na strehi zgradbe v Hullu (levo zgoraj), dimnik in vodni akumulator za napajanje dvignega mostu Tower Bridge (levo spodaj) in Grimsby Dock Tower danes kot ohranjena tehnična zapuščina (desno); [6], [7], [8]

napajali pristaniške žerjave, zapornico in manjše premične mostove ter ostale pristaniške naprave, ki so uporabljale hidravlično pogonsko tehniko. [7], [8], [9]

Grimsby Dock Tower, na daleč vidna znamenitost Grimsbija, je visok 91 m, litoželezen rezervoar prostornine 136 m³ pa se je nahajal na višini 61 m, kar je zagotavljalo napajalni tlak okoli 6 bar. Vodo sta v rezervoar črpali dve vodni črpalčki z bati premera 254 mm in kapacitete 1800 l/min. Črpalčki je pogonjal parni stroj moči 18 kW. Od stolpa je bila do hidravličnih naprav speljana cev premera 330 mm in je služila za napajanje 15 žerjavov in obeh kril zapornice. [7], [9] Stolp, ki je predstavljal izjemen gradbeni podvig, je bil dan v uporabo 27. marca 1852 in je služil zgolj za preskrbo pristaniških hidravličnih naprav s »tlačno vodo«. Rezervoarji za preskrbo s pitno vodo so sicer podobne zasnove, a precej nižji.

Že med gradnjo tega vodnega stolpa je Armstrong razvil še en sistem zagotavljanja preskrbe s hidravlično energijo – uporabo akumulatorjev z maso balasta (z utežmi). Tako so kar hitro ugotovili, da imajo slednji veliko prednosti. Delovni hidravlični tlak je bil lahko veliko višji (odvisno od velikosti balasta), razen tega pa je zasnova akumulatorja omogočala bolj kompaktno in cenejšo izvedbo akumulatorja in uporabo akumulatorja na tleh – manjši gradbeni poseg, lažje vzdrževanje, manjši potrebni prostor. Prvi takšen akumulator je bil nameščen v pristanišču New Holland na enem od pomolov, ki so ga dejansko začeli uporabljati več kot leto dni pred sistemom Grimsby Tower.

3 Hidravlični akumulatorji z utežmi

Hidravlični akumulatorji z utežmi so omogočili nadaljnji dvig obratovalnega tlaka in posledično zmogljivosti hidravličnih naprav. Med prvimi se je

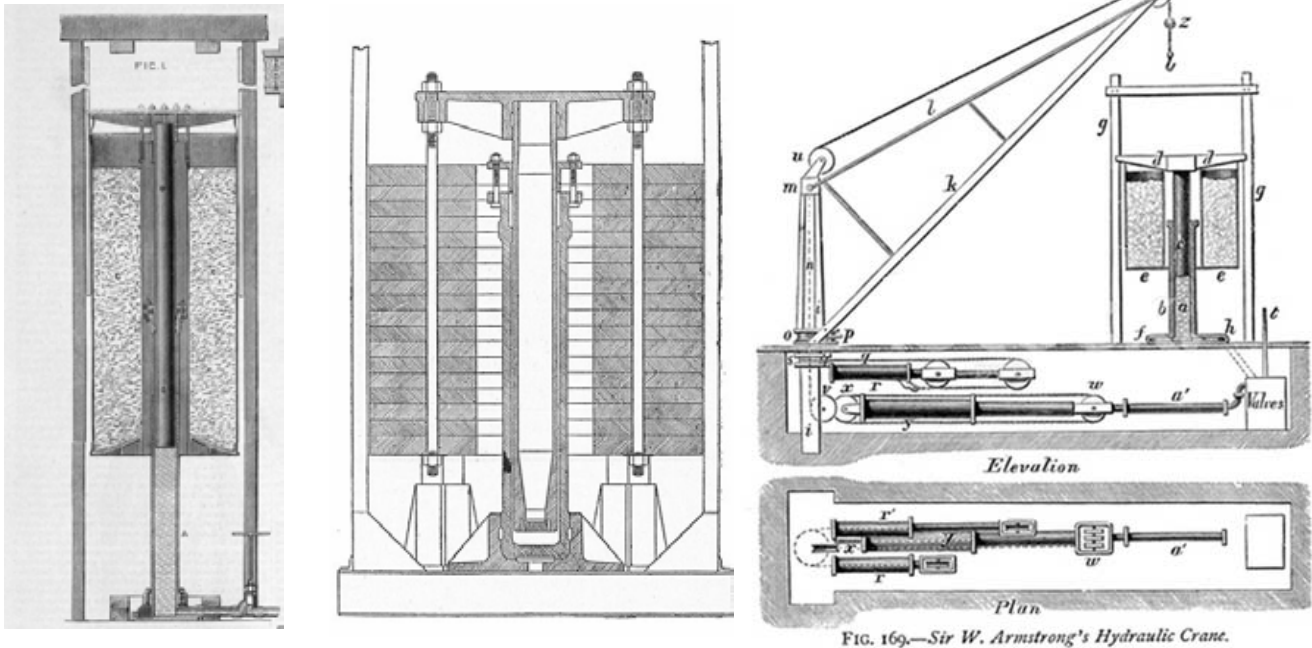
s problematiko zagotavljanja višjega napajalnega tlaka srečal že Joseph Bramah. Kot je splošno znano, je bil Bramah vsestranski iznajditelj, pri čemer se njegovi izumi ne nanašajo samo na hidravlične naprave oz. zgolj na hidravlične stiskalnice. Bramah je »oč« številnih drugih iznajdb, npr. varnostne oz. protivlomne ključavnice, straniščnega splakovalnika, nalivnega peresa, stroja za tiskanje in avtomatsko številčenje bankovcev, hidropnevmatičnega vzmetenja kočije. Nekatere je v celoti izumil sam ali pa je delovanje že znane naprave bistveno izboljšal [10].

Manj znano pa je, da je tesno povezan tudi z napravo za točenje piva – s črpalko za pivo, poimenovano »stroj oz. motor za pivo«, orig. Beer Engine, posebne pipe za točenje piva – *slika 3*.

Dejansko je prvo črpalko za točenje piva leta 1688 izumil John Lofting, Nizozemec iz Amsterdama, ki se je nato preselil v London. Slednjega tudi povezuje z iznajdbo gasilske črpalke, ki jo je kasneje izboljšal prav Bramah. Njegovo napravo za točenje piva je dejansko izboljšal in izboljšavo tudi patentiral Bramah, najprej leta 1785 in nato še 1793. Bramah je tako Loftingov izum izpopolnil, ga patentiral in razširjal pod imenom črpalka za pivo, saj dejansko deluje kot črpalka. Takšne točilne naprave vidimo v skorajda vsakem britanskem pubu, nameščene na namizju točilnega pulta. Črpalka ima ročaj, opremljen z oznako vrste oz. imena piva, in je povezana s pipo s sodom, ki je običajno v kleti gostilne. Pivo se toči skozi ukrivljen izliv, t. i. labodji vrat, ki je pogosto dodatno opremljen še z nastavkom z majhnimi luknjami, t. i. penilnik, ki povzroči, da se pivo peni. Rezultat je »privlačna« pena na površini piva, ki mu daje občutek svežine in mehkobo, saj je pivo bolj zračno [11]. Danes to običajno dosegamo s potisnim plinom CO₂, Bramah pa je za višji tlak in večji učinek uporabil posodo z utežjo – princip hidravličnega akumulatorja z utežjo.



Slika 3 : Oglas za prvo točilno napravo piva, kasneje dopolnjeno z akumulatorjem z utežjo (levo) in današnje izvedbe Bramahove naprave za točenje piva (desno) [11]



Slika 4 : Dve izvedbi Armstrongovega akumulatorja z utežmi (levo) in njegov žerjav, opremljen s takšnim akumulatorjem (desno)

Kot omenjeno, je podobno rešitev za napajanje hidravličnih žerjavov uporabil tudi Armstrong. Kjer visokega vodnega stolpa zaradi mehke zemljine ni bilo možno zgraditi, sama gradnja pa bi bila zahtevna in draga, je iskal rešitve v zasnovi drugega sistema. Zasnoval je rezervoar iz litega železa, ki je bil opremljen z batom v plunžer izvedbi in obremenjen z veliko maso, balastom. Posodo za balast so napolnili z drobljeno kamnino, odpadnim železom ali drugim balastnim, odpadnim materialom. Ko se je bat dvigal, je sesal vodo v valj, na kar je sila teže mase balasta povzročila ustrezen delovni tlak vode. Armstrongovo izvedbo akumulatorja z balastom v obliki uteži in namestitev takšnega akumulatorja na dvigalo prikazuje *slika 4*.

Takšna izvedba akumulatorja hidravlične energije je veliko bolj kompaktna kot vodni stolp. Generira lahko vodni tlak višine 50 bar ali več, kar je predstavljalo vsaj 10-krat višji tlak kot tlak vode v mestnem vodovodu. To je omogočilo večjo učinkovitost izrabe energije brez povečanja porabe pitne vode ali povečanja velikosti dvizhnih komponent sistema. Zaradi teh prednosti so se tovrstni akumulatorji kar hitro razširili najprej po sami Angliji in nato še po svetu.

Za doseganje tlaka 50 bar je bil potreben balast približno 100 ton, ki deluje na plunžer premera približno 45 cm z navpičnim hodom dolžine od 6 do 7 metrov. Druga vrsta akumulatorja je uporabljala pravokotno ploščo za podporo balastne opeke ali jeklenih plošč. Te hidravlične akumulatorje je bilo mogoče postaviti na prostem ali pa jih namestiti v namensko zasnovano stavbo. Danes ohranjene izvedbe tovrstnih akumulatorjev prikazuje *slika 5*. [12]

Polnjenje akumulatorja z utežjo je potekalo ob gibanju bata navzgor in praznjenje – izraba energije – ob njegovem spuščanju. Hitrost črpanja je potekala s pomočjo parnega stroja in je bila uravnavana glede na nivo vode v akumulatorju, bodisi samodejno preko mehanskega mehanizma ali s pomočjo operaterja. V nasprotju z vodnim stolpom lahko ta akumulator zagotavlja enakomeren tlak po celotnem sistemu, ne glede na količino vode v svoji notranjosti, kajti masa balasta je vedno enaka, pri vodnih stolpih pa je bila višina tlaka odvisna od položaja vode. Z učinkovitostjo polnjenja in praznjenja je bil hidravlični akumulator izjemno energijsko učinkovita naprava.

Uvedba hidravličnega akumulatorja z utežjo je imela dva pomembna učinka. Najprej se je močno razširil obseg uporabe hidravlično gnanih strojev. Vodni hidravlični motorji, priključeni na mestno omrežje, so bili običajno gospodinski pripomočki in manjša orodja za delavnice. Toda Armstrong in drugi inženirji so energijo vode pod visokim tlakom prilagodili različnim industrijskim aplikacijam, ki zahtevajo veliko moč, kot so kovanje, prebijanje, žigosanje, spajanje prirobnic, rezanje s hidravličnimi škarkami in kovičenje.

V pristaniščih na »visokotlačno vodo« niso delovali samo žerjavi in dvizhne naprave, ki so prevažale tovor na dokih in v skladiščih, temveč so jo uporabljali tudi za zapiranje in zaklepanje zapornic ter dvizhnih mostov, za dvigala za čolne in v delavniških dokih za popravilo in gradnjo plovil. Na železniških postajah se je hidravlični prenos energije uporabljal za ravnanje s tovorom in za premikanje železniških



Slika 5 : Hidravlični akumulatorji z utežjo: pristanišče v Bristolu (levo), Walsh Bay v Sydneyju (sredina) in kot izvedba za vgradnjo v notranji prostor (desno) [12]

vagonov preko kretnic in tudi za obratovanje vrtljive ranžirne postaje, raznih dvigal in mehanizmov za premikanje. Delovanje vseh teh naprav bi bilo ob nizkem in spreminjajočem se tlaku, kakršen je bil v mestnem vodnem pitnem omrežju, nemogoče.

4 Visokotlačno vodno omrežje

V drugi polovici devetnajstega stoletja so bili vodni motorji široko uporabljani po Evropi in Ameriki. Te majhne »vodne turbine« so bile priključene na omrežje pitne vode in so poganjale številne vrtljive naprave, ki jih danes običajno poganjajo elektromotorji. Tovrstna uporaba energije za napajanje in delovanje vodnih motorjev ni bilo zelo trajnostna in zanesljiva. Zaradi nizkega in nestalnega vodnega tlaka v omrežju pitne vode so vodni motorji delovali neenakomerno, vplivi pa so bili vzajemni. Hidromotorji so ob obratovanju uporabljali veliko količino pitne vode, ki je tako povzročala motnje v dobavi pitne vode, nestanovitna, naključna potrošnja pitne vode pa je obratno povzročala motnje v delovanju vodnih motorjev.

Medtem ko se je uporaba vodnih motorjev v ZDA končala dokaj zgodaj v dvajsetem stoletju, so Evropejci našli rešitev za veliko porabo vodnih motorjev in še za korak dalje premaknili ter hkrati razširili uporabo hidravličnega prenosa moči. Razen nihanja tlaka in spremenljive dobave sta se pojavila še druga velika problema – lom in pokanje cevi omrežja pitne vode. Do slednjega je prihajalo zaradi velikih tlačnih konic, ki so se pojavljale ob zaustavljanju gibanja velikih mas, ki jih je premikala hidravlična pogonska tehnika – npr. žerjavov, mostov in tudi

osebnih dvigal v stavbah, ki so bila tudi priključena na omrežje pitne vode.

Rešitev problemov je bila v gradnji in uporabi ter priklopu večjih hidravličnih naprav na posebno, visokotlačno vodno omrežje – ang. Water Power Network, kjer so bile stene cevi dimenzionirane za veliko višje obratovalne tlake kot obstoječe za omrežje pitne vode (upoštevajoč tudi nastale tlačne konice). Zaradi tega so tudi omogočale učinkovitejšo uporabo hidravličnih akumulatorjev z utežjo. Tovrstna visokotlačna vodna omrežja so ponekod ostala v uporabi vse do leta 1960 ali celo 1970 (!), kajti hidravlični prenos moči je v primerjavi z električno energijo zelo učinkovit, če se uporablja za zmožljive, a redko uporabljane stroje, ki jih je mogoče razporediti po določenem geografskem območju.

Hidravlični akumulator je omogočil tudi učinkovito prenašanje moči na večjih razdaljah. Npr. pri cevovodu premera 300 mm znaša padec tlaka pri distribuciji vode približno 5 bar na kilometer in ni odvisen od višine obratovalnega tlaka. Če torej transportiramo vodo s tlakom 5 bar na razdalji 12 km, se porabi vsa energija tlaka. Če pa na isti razdalji transportiramo vodo s tlakom 50 bar, še vedno ostane na koncu cevovoda priključenim napravam na razpolago 43 bar, kar predstavlja 90-odstotni izkoristek cevovoda.

Visoka učinkovitost visokotlačnega vodnega omrežja je povzročila gradnjo vsaj ducat mestnih javnih vodnih omrežij z akumulatorjem, od tega jih je bila polovica v Veliki Britaniji. Pri takšnih visokotlačnih omrežjih so centralno nameščeni parni stroji črpali vodo v hidravlične akumulatorje, ti pa so vodo

pod visokim tlakom distribuirali po določenem geografskem območju, npr. po celotnem mestu ali njegovem območju. Na vsaki t. i. hidravlični postaji je bil nameščen vsaj en ali pa več akumulatorjev, drugi pa so bili po potrebi postavljeni na strateških točkah vzdolž tlačnega omrežja kot podpostaje.

Visokotlačna »vodna energija« je bila napeljana tudi v proizvodne hale tovarn, upravljala dvigala v javnih, zasebnih in poslovnih stavbah ter napajala gospodinske naprave in orodja za delavnice. Kdor je imel to srečo, da je bil v bližini takšnega omrežja, ki je potekalo vzdolž ulice, se je lahko priključil na javno visokotlačno vodno omrežje, podobno, kot je to danes običajno za priklop na elektriko ali pitno vodo. Tudi poraba hidravlične energije je bila merjena na enak način, kot se to danes izvaja za pitno vodo in za elektriko. V tem obdobju je skorajda vse delovalo na hidravliko, tudi sesalniki za prah, delujoči na injektorskem principu. Zaradi tega so ti bili za dvonamensko rabo – ob spremembi priključkov in priklopa na tlačno vodno omrežje so lahko delovali kot gasilni aparati.

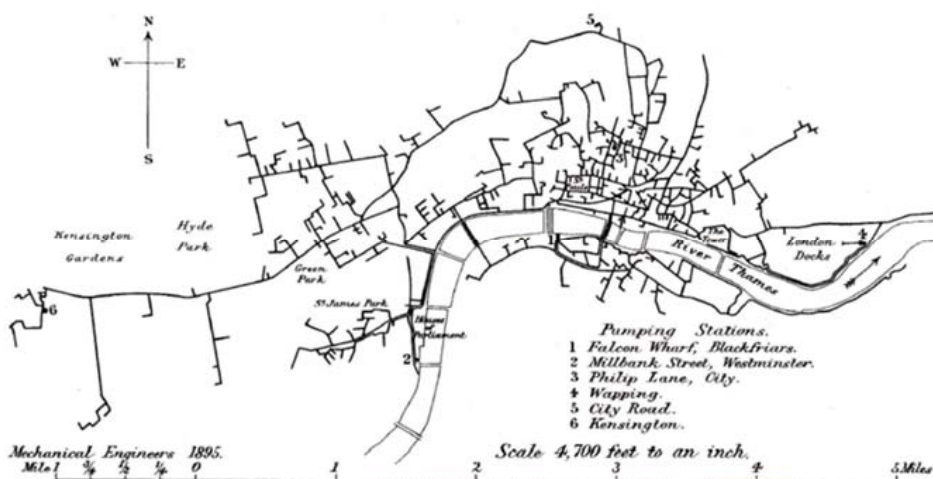
Dejansko je idejo o visokotlačnem hidravličnem omrežju, podobnem električnemu, ki se je pojavilo veliko kasneje, podal že Joseph Bramah leta 1812 v opisu svojega patenta. Bramah je bil tako z idejami o hidravličnem akumulatorju, hidravličnem žerjavu in tudi s sistemom razvoda hidravlične energije veliko pred časom masovnega pojava teh naprav. Minilo je namreč šestdeset let, preden so Armstrong in njegovi sodobniki njegove ideje uveljavili v praksi.

Najobsežnejše visokotlačno hidravlično omrežje je bilo zgrajeno v Londonu, upravljalo pa ga je podjetje London Hydraulic Power Company – LHPC. Ustanovljeno je bilo leta 1883, na vrhuncu podjetja, leta 1917, je pet medsebojno povezanih centralnih postaj črpalo visokotlačno vodo v približno

ducat hidravličnih akumulatorjev in jo distribuiralo po skoraj 300 km dolgem omrežju in tako napajalo več kot 8000 strojev in hidravličnih naprav po celotnem mestu – slika 6. V londonskih gledališčih in drugih kulturnih zgradbah je hidravlična energija premikala dele odra, dele orgel, požarne zaves in druge naprave. Iz visokotlačnega omrežja so bile napajane tudi vse hidravlične komponente dviznega mostu Tower Bridge. [12], [13]

Razen za napajanje hidravličnih naprav so visokotlačno vodno omrežje uporabljali tudi kot del mestnega sistema za gašenje požarov. Na visokotlačno omrežje so namestili hidrante, kar nekaj sto. Manjšo količino vode iz visokotlačnega sistema so vbrizgavali v običajne gasilske naprave, priključene na pitno vodno omrežje ali cisterne. Z neposredno uporabo samo vode iz visokotlačnega omrežja ni bilo mogoče gasiti, saj je ni bilo na razpolago v zadostni količini. V omrežju pitne vode je bilo dovolj, vendar zaradi prenizkega tlaka ni bilo moč doseči najvišjih nadstropij stavb. Tudi takšna večnamenska raba visokotlačnega vodnega omrežja je eden od vzrokov, da se je visokotlačno vodno omrežje ohranjalo, posodabljal in celo širilo vse do druge polovice prejšnjega stoletja in še dlje.

Nadaljnja izjemna uporaba visokotlačne vode v Londonu je bil že omenjeni hidravlični sesalnik, imenovan Silent Dustman, sistem za čiščenje z vodo, delujoč na principu podtlaka. Na trg je prišel leta 1910 in se uporabljal običajno v večjih zgradbah, npr. hotelih. V ta namen je bilo v celoti »ocevljenih« več velikih hotelov: voda iz visokotlačnega omrežja je bila uporabljena v črpalki, delujoči na vodni curek, s katerim je generirala podtlak. V zgradbi je bilo na voljo več priključkov, na katere je bilo mogoče pritrditi gibke cevi in uporabljati tak sesalnik. Posebna umazanija se je po povratni cevi odvajala neposredno v kanalizacijo. Sistem, ki je deloval tiho in učinkovito, je bil v uporabi vse do leta 1937.



Slika 6 : Načrt visokotlačnega vodnega omrežja v Londonu z glavno postajo in podpostajami iz leta 1895 in polaganje visokotlačnih cevi okoli leta 1930 na Piccadillyju

Zdi se, da v Londonu široka in razvejana razpoložljivost ter enostavna dostopnost hidravlične energije ni povzročila »hidravlične evforije« vso hidravlično dobo. Po eni strani v Londonu ni bilo težke industrije, ki je hidravliko primarno potrebovala, pa tudi raznovrstna delovna sila, ki je nenehno prihajala v velemesto, je bila vedno na razpolago in zato tudi relativno poceni. Večji učinek je imela v drugih, bolj industrijskih mestih, kot so Manchester in Glasgow. Običajno je bil v angleških mestih tlak v visokotlačnem vodnem omrežju višji, nekje med 48 bar in 55 bar, razen v Manchestru in Glasgowu, kjer je znašal okoli 78 bar. Tu se je hidravlika dejansko uporabljala v svojem primarnem pomenu in poslanstvu.

5 Problematika prenosa hidravlične energije – hidravlični daljnovod

Angleški sistem visokotlačnega vodnega omrežja so prevzela tudi druga večja mesta po svetu, npr. Antwerpen v Belgiji, Ženeva v Švici, Buenos Aires v Argentini, Melbourne in Sydney v Avstraliji, vsak s svojo posebnostjo. Medtem ko so avstralski sistemi spominjali na tiste v Veliki Britaniji (z 80 km visokotlačnega omrežja je bil tisti v Melbourneu drugi največji dotlej), so argentinski sistem uporabljali tudi za črpanje kanalizacije, omrežje v Antwerpnu pa je bilo usmerjeno v kombinirano proizvodnjo mehanske moči in elektrike s pomočjo hidravlike. Ta sistem je bil prvi poskus premagovanja zelo velikih izgub pri prenosu električne energije v tistem obdobju. Pri prenosu električne energije so se zgodnje električne postaje soočale z enakimi težavami kot hidravlične postaje: električna napetost kot veličina je analogna delovnemu tlaku v hidravliki, padec napetosti zaradi upornosti električnega omrežja pa je analogen padcu tlaka zaradi trenja cevi in toka tekočine. Zgodnje električne postaje so bile »tokovne postaje«, pri čemer je bila generirana napetost le nekoliko višja kot pri končnih uporabnikih (zaradi padca napetosti v električnih vodnikih), zaradi varnostnih razlogov pa je morala biti nižja od 250 voltov. Zaradi tega sta bili ponudba in količina električne energije, ki jo je bilo mogoče prenesti, omejeni.

Antwerpen je od leta 1865 dalje uporabljal visokotlačno hidravlično omrežje za napajanje žerjavov, mostov in zapornic v pristanišču. Temu je bilo leta 1893 dodano drugo omrežje, ki je distribuiralo visokotlačno vodo električnim podpostajam, razmeščenim po mestu. Tam so vodne turbine, delujoče na visoki tlak, služile proizvodnji električne energije, ki so jo v radiju 500 m distribuirali po podzemnih električnih vodih – to je bila približna razdalja, na kateri je bilo nizko napetost učinkovito in smiselno distribuirati. »Sistem Antwerpen« je bil uporabljan za ulično razsvetljavo in je bil v veliki meri podoben drugim omrežjem, kjer so bili vodni motorji priključeni na vodovodno omrežje in poganjali dinamo. Pri tem se je približno 66 % hidravlične energije pretvorilo v električno energijo. V Londonu je bilo tudi več zgradb, kjer so uporabniki s pomočjo energije visokotlačne

hidravlične mreže poganjali svoje majhne električne generatorje.

Zaradi preboja visokonapetostnega prenosa električne energije na prelomu stoletja so sistemi, kakršni so bili v Antwerpnu, kar hitro zastarali. Del hidravličnega omrežja, ki se je uporabljal za generiranje električne energije, je »usahnil« okoli leta 1900. Proizvodnja električne energije s pomočjo energije visokotlačnega vodnega omrežja vključuje štirikratno pretvorbo energije, kar je nepotrebno in potratno, če lahko električno energijo proizvedemo neposredno in jo tudi učinkovito distribuiramo. A do tega trenutka so vse ostale naprave še vedno delovale na principu hidravlične energije in večina od teh je bila priključenih na visokotlačno vodno omrežje. Govorimo lahko o zlati dobi hidravlike – »vseh hidravlično obdobje«. [14], [15]

V zvezi s hidravličnim visokotlačnim omrežjem se zastavlja kar nekaj vprašanj: Zakaj so skoraj vsi javni visokotlačni vodni sistemi, zgrajeni v obdobju med 1870 in 1890, ostali v uporabi vse do šestdesetih in sedemdesetih let prejšnjega stoletja? Na koncu pa so celo za črpanje vode v ta omrežja za pogon črpalke uporabljali elektromotorje namesto parnih strojev. Tako je npr. visokotlačno vodno omrežje, ki ga je upravljalo Londonsko hidravlično podjetje, preživel vse do leta 1977.

Večina javnih visokotlačnih vodnih omrežij se je v prvih desetletjih dvajsetega stoletja še kar naprej razvijala, usihati pa so pričela po sredini prejšnjega stoletja. Strm padec uporabe teh omrežij se je pojavil šele takrat, ko so tovarne začeli izseljevati iz mestnih središč, kar se je zgodilo v šestdesetih in sedemdesetih letih prejšnjega stoletja. Do novih lokacij vode pod visokim tlakom ni bilo mogoče racionalno distribuirati, gradnja novih tlačnih postaj pa bi bila nov strošek, ki se mu lahko izognemo s ceneno distribucijo visokonapetostne električne energije.

Zagovorniki hidravličnih omrežij si zastavljajo tudi nadaljnji dve vprašanji: Zakaj vodna energija ni postala univerzalni način prenosa energije, kot sta si ga zamislila Joseph Bramah in William Armstrong? In drugo: Če je električna energija najučinkovitejši in najprimernejši način prenosa in distribucije električne energije, zakaj so potem skoraj vsa visokotlačna vodna omrežja ostala v uporabi skoraj stoletje?

Kot tehnologija prenosa energije ima voda pod tlakom v primerjavi z električno energijo tri pomembne pomanjkljivosti: električno energijo lahko učinkovito prenašamo na veliko večjih razdaljah kot vodo pod tlakom. Hidravlični prenos moči je bil (in je še vedno) vsaj tako učinkovit kot prenos električne energije do razdalj od 15 do 25 km. Na večjih razdaljah pa električni prenos energije nima konkurence. Druga pomanjkljivost hidravličnega prenosa je ta, da kompleksno visokotlačno omrežje prinaša dodatne izgube energije. Vsak lok in priključek v omrežju poveča izgube in povzroča padce tlaka. Bolj kot je omrežje kompleksno in razvejano, manj učinkovito postane.

Električni prenos nima tako izrazitih tovrstnih težav. Izgube v visokotlačnem omrežju tudi omejujejo število strojev, ki jih je mogoče priključiti na to omrežje, električno energijo pa lahko distribuiramo skoraj brez omejitev ali z veliko nižjimi stroški. Tretja omejitev visokotlačnega sistema je omejena zmogljivost omrežja. Voda pod tlakom se lahko racionalno pretaka po ceveh, če ima »hitrost hoje«, saj lahko le tako preprečimo prekomerne izgube. Pri višjih hitrostih pretakanja se izgube povečujejo s kvadratom hitrosti in učinkovitost prenosa vodne energije hitro upade, tudi na razmeroma kratkih razdaljah. To omejuje hitrost pretoka in s tem moč, ki bi jo lahko dovajal »hidravlični daljnovod«. Uporaba cevi s premerom od 100 mm do 120 mm, kot je bila običajna velikost v večini visokotlačnih sistemov v tistem času, lahko zagotavlja največjo neprekinjeno moč od 85 kW do 150 kW. Visokonapetostni električni daljnovodi primerljive moči lahko prenašajo neprimerno večjo količino moči.

Zanimivo se je vprašati, kaj je povzročilo zaton uporabe visokotlačnih vodnih omrežij. Nobena od omenjenih pomanjkljivosti ni bila »pogubna« za omrežja vodne energije. Vsi sistemi so bili decentralizirani in hidravlični stroji od vira energije niso bili oddaljeni več kot 15 do 25 km. Ker so bili stroji s hidravličnim pogonom običajno uporabljeni v pristaniščih, železniških postajah in delavnicah, tovarnah in zgradbah, zanje pa sta bila značilna relativno počasno gibanje in občasna uporaba, nizka hitrost prenosa hidravlične energije po omrežju ni predstavljala nobene ovire. Z izjemo sistema za proizvodnjo električne energije v Antwerpnu, ki je bil v uporabi le kratko obdobje, nobeno od vodnih omrežij tipa Bramah in Armstrong ni oskrbovalo velike množice neprekinjeno delujočih hidravličnih strojev. Običajno je šlo za manjše število strojev, ti pa so bili zelo zmogljivi, zato so padci tlaka pri transportu vodne energije njihovo zmogljivost omejevali.

Pred dobrim stoletjem je imelo samo nekaj zelo velikih strojev, kot npr. premični mostovi in občasno delujoče velike hidravlične stiskalnice, svojo individualno črpalno opremo – agregate. V zadnjem obdobju se je ta trend razširil na hidravlično upravljanih strojih vseh vrst in velikosti. Danes pa je to sprejeta in uveljavljena praksa in sploh ne razmišljamo o tem, da bi se priključevali na kakršno koli visokotlačno vodno omrežje. Danes ima vsak stroj svoj individualni pogonski sklop z lastnimi instrumenti, filtri in podobno opremo, ki zahteva redne preglede in vzdrževanje. Več opreme sicer pomeni več možnosti napak, a individualno napajanje prinaša večjo neodvisnost od skupnega vira energije (če odmislimo novo odvisnost – od električne energije).

Prav tako imata tudi skupna in trenutna poraba energije svoj vidik. Centralno omrežje daje na razpolago hidravlično energijo ves čas. Posamezni porabniki pa je ne potrebujejo stalno, le takrat, ko obratujejo. Redko se pripeti, da bi vse posamezne naprave trajno delovale na svoji največji moči, pri čemer bi vsota maksimalnih moči presegla razpoložljivo ma-

kimalno moč omrežja. Prednost enega velikega energetskega postrojenja pred številnimi manjšimi je v sposobnosti zadovoljevanja raznolikosti odvzema. Številne majhne neodvisne hidravlične energetske enote morajo imeti dovolj zmogljivosti, da lahko zadovoljijo največje povpraševanje na svojem območju oskrbe, pri čemer se vrhovi porabe ne bodo pojavljali istočasno. V drugih obratovalnih točkah z nižjo potrebno močjo delujejo neracionalno. Velika centralna energetska postaja, ki napaja številne majhne enote, mora le zadostiti največjemu sočasnemu povpraševanju, ki bo običajno manjše od vsote lokalnih vrhov.

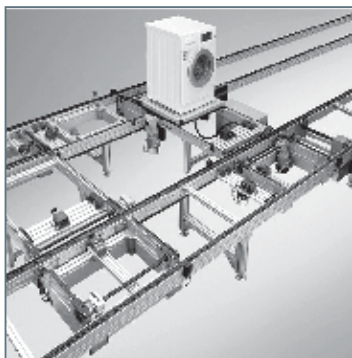
Velike energetske postaje in centralni razvod hidravlične energije postanejo manj zanimivi z možnostjo prilagajanja proizvedene energije trenutnim potrebam porabnika – uporaba nastavljenih črpalk. Te omogočajo individualno neodvisnost od skupnega omrežja in bolj racionalno investicijo kljub lastni agregatni enoti. Razen tega pa je le s konceptom lastne preskrbe z energijo možno doseči neodvisnost od fiksnega mesta uporabe – mobilne hidravlične naprave. Delovanje slednjih na stalnem energetskem razvodu nikakor ni možno.

6 Zaključek

S hitrim razmahom rabe hidravličnih naprav na različnih področjih tehnike je bilo potrebno rešiti nov problem – njihovo preskrbo z energijo. Posamične manjše hidravlične naprave so bile gnane ročno ali s pomočjo parnega pogona in so bile nameščene na hidravlični napravi ali v njeni bližini. Kontinuirano dobavo energije in hkratno napajanje več hidravličnih naprav iz istega vira je bilo možno doseči s priklopom na skupno omrežje. Idejo o priklopu na obstoječe mestno vodovodno omrežje za pitno vodo je podal Armstrong in na ta način napajal svoje pristaniške žerjave.

Zaradi sorazmerno nizkega tlaka v omrežju pitne vode hidravlične naprave, zasnovane za veliko večjo zmogljivost, niso delovale racionalno. S povišanjem obratovalnega tlaka bi ta problem rešili. Prve rešitve so šle v smeri izkoriščanja položajne energije vode v obliki gradnje visoko ležečih rezervoarjev vode ali celo visokih vodnih stolpov, ki so predstavljali izziv gradbenikom in statikom. Kot veliko boljša rešitev so se izkazali hidravlični akumulatorji z utežmi, ki so permanentno zagotavljali konstantno preskrbo s tlakom, višjim od 50 bar. Uporabo teh je prvi predlagal že Bramah, Armstrong pa jih je kasneje praktično uporabljal v večjem obsegu, kar je privedlo do še večje ga razmaha uporabe hidravlične pogonske tehnike.

Neenakomerno delujoče naprave, predvsem tiste, za katere je bilo značilno zaustavljanje bremena in so bile priključene na omrežje pitne vode, so povzročale pogoste lome cevi in moteno oskrbo s pitno vodo. Tudi rešitev tega problema je podal Bra-

Rexroth**ORGATEX®****LEANPRODUCTS®****BOSCH****OPL**
automation

OPL avtomatizacija, d.o.o.
Dobrave 2
SI-1236 Trzin, Slovenija
Tel. +386 (0) 1 560 22 40
Tel. +386 (0) 1 560 22 41
Mobil. +386 (0) 41 667 999
E-mail: info@opl.si
www.opl.si

mah – uporaba visokotlačnega cevnega omrežja in priklop hidravličnih naprav nanj. Enostaven odvzem in stalna razpoložljivost hidravlične energije sta pripeljala do neslutene obsega uporabe hidravlične pogonske tehnike – vsehidravlično obdobje. Centralna tlačna omrežja so bila v funkciji dolgo stoletje, vse do druge polovice prejšnjega stoletja. Z izrinjanjem tovarn iz mestnih središč in učinkovitejšim prenosom električne energije na velikih razdaljah so centralna tlačna omrežja pričela izgubljati na pomenu. K temu je pripomoglo tudi širjenje uporabe hidravlične pogonske tehnike na področje mobilnih strojev, še posebej vozil.

Viri

- [1] Lovrec, D.: Razvoj hidravlične pogonske tehnike skozi čas – 4. del: Hidravlične dvigalne naprave, Ventil – revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo, ISSN 1318-7279, avg. 2019, letnik 25, št. 4, str. 302–312.
- [2] The Armstrong Mitchell hydraulic crane at the Arsenale – a Venice in Peril Project, <https://www.veniceprestige.com/armstrong-mitchell-hydraulic-crane-arsenale/>.
- [3] Cassar, M.: Rise and fall of Malta's Armstrong Mitchell 160-ton hydraulic crane, <https://timesofmalta.com/articles/view/rise-and-fall-of-malta-s-armstrong-mitchell-160-ton-hydraulic-crane.614413>.
- [4] Cassar, M.: The dockyard 160-ton hydraulic crane, guns, and an unlikely connection with Venice, Symposia Melitensia, št. 12, str. 41–51, 2016.
- [5] Venice in peril – Armstrong Mitchell Crane, <https://www.veniceinperil.org/projects/armstrong-mitchell-crane>.
- [6] Fact 74: Hull Hydraulic Power Company, <http://factsabouthull.blogspot.com/2016/10/fact-74-hull-was-site-of-very-first.html>.
- [7] Engineering timelines – Grimsby Dock Tower, <http://www.engineering-timelines.com/scripts/engineeringItem.asp?id=79>.
- [8] Hydraulic Accumulator, Wikiwand, https://www.wikiwand.com/en/Hydraulic_accumulator.
- [9] Weingarten, F.: Die Entwicklung der hydrostatischen Energieübertragung im 19. und 20. Jahrhundert, o+p Oelhydraulik und Pneumatik, 26 (1982), št. 12, str. 873–879.
- [10] Lovrec, D.: Razvoj hidravlične pogonske tehnike skozi čas – 3. del: Bramahove stiskalnice in naprave, Ventil – revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo, ISSN 1318-7279, jun. 2019, letnik 25, št. 3, str. 228–237.
- [11] Hopp Press: <https://www.shantscamra.org.uk/hop-press/hop-press83.php>.
- [12] Decker De, K.: Low-Tech Magazine: Power Water Networks, <https://www.lowtechmagazine.com/2016/03/hydraulic-accumulator-power-water-networks.html>.
- [13] Emmerson, A.: Hydraulic Power in London, Subterranea Britannica, <https://www.subbrit.org.uk/features/hydraulic-power-in-london/>.
- [14] Pugh, B.: The Hydraulic Age, Mechanical Engineering Publications, 1980. Historical survey, ISBN10 0852984472, ISBN13 9780852984475, 176 strani.
- [15] Mc Neil, I.: Hydraulic Power, Volume in the highly respected Longman Industrial Archaeological Series, Longman, 1972. ISBN 0582127971, 9780582127975, 197 strani.



30.3.–3.4.2020

FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO

Z namenom, da robotiko približamo ljudem, študentje Fakultete za elektrotehniko že 16. leto zapovrstjo organiziramo dogodek Dnevi industrijske robotike – DIR20, ki bodo potekali **od 30. marca do 3. aprila 2020 na Fakulteti za elektrotehniko, UL**. Dogodek je brezplačen in namenjen vsem, ki vas robotika zanima – tako študentom¹ kot vsem ostalim².

V avli fakultete bodo ves teden potekale predstavitve različnih **zabavnih in poučnih aplikacij na robotih**.

Poleg predstavitev aplikacij, organiziranih **predavanj strokovnjakov** in ekskurzije v robotizirana podjetja bo letos ponovno potekal tudi **RobotChallenge** - študentsko tekmovanje v simuliranju robotskih celic v programskem okolju RobotStudio.

¹Študentom katerekoli fakultete ali univerze omogočamo udeležbo pri podrobni predstavitvi in delo z roboti. Udeležencem je s tem na voljo aplikacija in njeni razvijalci, ki lahko kompleksnost predstavitve prilagodijo predznanju slušatelja. Ker je število mest omejeno, je predhodna prijava obvezna.

²Ogled celotnega programa DIR je za vse obiskovalce možen v popoldanskem času brez najave; vstop je brezplačen.

Za več informacij nas obiščite na:
www.dnevirobotike.si



ZELENE INVESTICIJE ZA ZELENO PRIHODNOST NAŠIH GENERACIJ

Vesna Trančar, Kim Širec

Izvleček:

Le tista družba, ki bo upoštevala dejstvo, da so naravni viri omejeni, ima prihodnost. Če želimo prihodnjim generacijam zagotoviti zdravo okolje, je treba ukrepati takoj. Načini proizvodnje in potrošnje morajo pri rabi virov postati racionalnejši, politični ukrepi pa spodbujati zelene inovacije in tehnologijo, ki bo kratkoročno in dolgoročno koristila okolju. Prizadevati si moramo, da bomo z izobraževanjem, raziskavami, zelenimi naložbami, inovacijami in zakonodajo dosegali cilje trajnostnega razvoja.

Ključne besede:

zelena ekonomija, zelene investicije, trajnostni razvoj, onesnaževanje okolja, recikliranje

Uvod

Onesnaževanje okolja obstaja že stoletja, vendar je po industrijski revoluciji v 19. stoletju začelo resno posegati v naravno okolje. Onesnaženje nastane, ko narava ne more razgraditi tujega delca ali snovi ali če te snovi presežejo dovoljeno mejo. Proces razgradnje teh snovi lahko traja tudi tisočletje in več¹. Ker onesnaževanje ogroža celoten ekosistem, ga je treba jemati resno, poslovanje podjetij in delovanje posameznikov pa čim bolj usmeriti v »zeleno«. Prav vsak izmed nas pri tem igra pomembno vlogo.

Zelena ekonomija in zeleno gospodarstvo

Zelena ekonomija razumemo kot gospodarjenje, katerega cilj je zmanjšanje okoljskih tveganj in ekoloških pomanjkljivosti. Zelena ekonomija je povezana z ekološko ekonomijo, vendar je v primerjavi z njo bolj politično obarvana [7, 16].

Zelena gospodarjenje je trajnostno naravnano, pomeni, da zadovoljuje potrebe ljudi, ne da bi toliko posegalo v naravo, da bi ogrozilo prihodnje generacije. Zeleno gospodarstvo skrbi za rast dohodka in zaposlovanja s spodbujanjem javnih in zasebnih naložb, ki so naravnane tako, da zmanjšujejo onesnaževanje, povečujejo energetske učinkovitost in preprečujejo izgubo biotske raznovrstnosti ter storitev ekosistemov. Opozoriti velja, da je okrnjenih že 60 % ekosistemov [9]. Tovrstne naložbe ohranjajo in krepijo naravni kapital² kot glavno gospodarsko sredstvo in vir javnih koristi, zlasti tistih družb, katerih preživetje je močno odvisno od narave. Po-

membno je, da naravni kapital zaščitimo tudi s spodbujanjem javnih izdatkov, političnimi reformami, pravilno in kompetentno presojo vplivov določene investicije na okolje in s prilagajanjem predpisov [7, 8, 12, 16]. S slednjim razumemo urejanje specifičnih področij, kot so denimo podnebne spremembe, emisije industrijskih podjetij, proizvodnja nevarnih snovi in ravnanje z odpadki. Vsaka država bi si morala neomajno prizadevati, da spoštuje predpise in s tem pomaga ohranjati naravni kapital, okolje pa zaščiti pred onesnaževanjem [7, 16].

Kadar govorimo o naravnem kapitalu in zeleni ekonomiji, ne moremo zaobiti Programa Združenih narodov za okolje – UNEP³. Omenjeni program v svojem poročilu o zelenem gospodarstvu navaja, da mora biti vsako gospodarstvo zeleno, učinkovito, predvsem pa tudi pošteno. Slednje pomeni zagotavljanje gospodarstva z nizko stopnjo vsestranskih emisij, učinkovito uporabo naravnih virov in socialno vključenostjo posameznikov (*slika 1*) [5, 16, 18].

Vpliv rasti človeške populacije na planet Zemlja

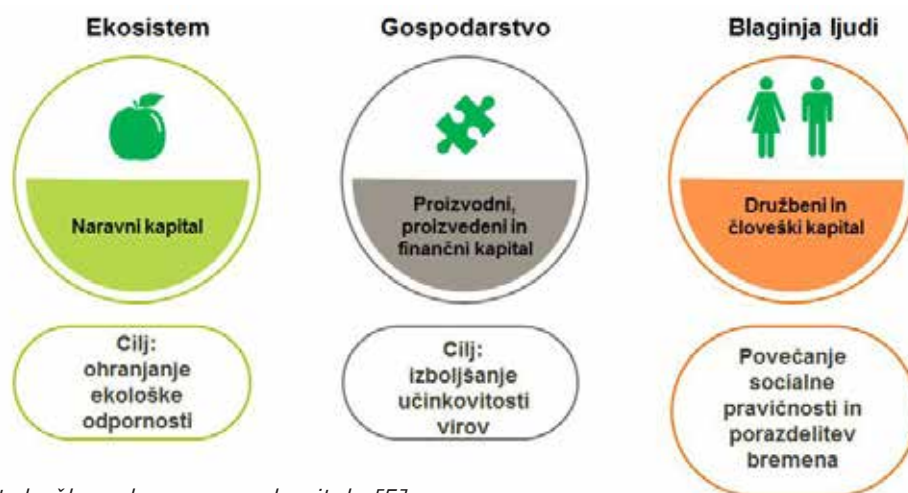
Trenutno svetovno prebivalstvo šteje približno 7,7 milijarde. Strokovnjaki do leta 2050 napovedujejo

¹ Denimo radioaktivno onesnaževanje.

² Preživetje na planetu Zemlja je odvisno od stanja narave. Narava nam daje temeljne gradnike življenja, zdrava tla in prst, surovine, vodo in čist zrak. Vse to je naravni kapital.

³ Program Združenih narodov za okolje (angl. United Nations Environment Programme-UNEP) je vodilni okoljski organ v sistemu Združenih narodov. Udeleženci programa skrbijo za krepitev okoljskih standardov in praks, hkrati pa pomagajo pri izvajanju okoljskih obveznosti na državni, regionalni in globalni ravni. Poslanstvo UNEP-a je spodbuditi partnerstvo med državami na področju ravnanja z okoljem, predvsem pa poskrbeti za informiranje vseh ljudi, da izboljšajo kakovost življenja, ne da bi pri tem ogrozili prihodnje generacije.

Dr. Vesna Trančar, univ. dipl. ekon. in Kim Širec, študentka na Fakulteti za arhitekturo v Ljubljani

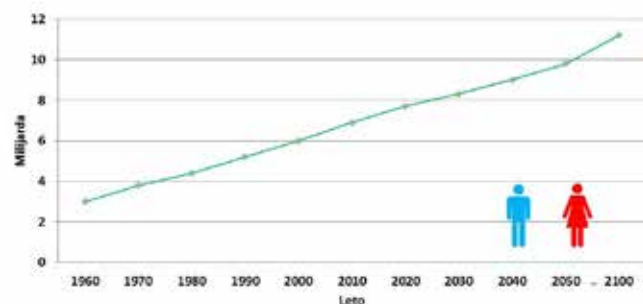


Slika 1 : Odvisnost družbe od naravnega kapitala [5].

porast prebivalcev na 9,8 milijarde, do leta 2100 celo na 11,2 milijardi (slika 2) [18, 20]. Povečanje števila prebivalcev močno pritiska na že tako prenaseljena mesta, kjer zdaj živi več kot polovica vseh ljudi na svetu. Hkrati to pomeni še večji pritisk na naravne vire, potrebe po hrani, vodi in energiji. Prav zaradi naštetega moramo postati družba, ki bo gospodarneje ravnala z viri ter si bo pri vsakem posegu v naravo prizadevala okolje izboljšati, ne uničevati [17].

Vse več ljudi išče dostojnejša delovna mesta. Ker je na svetu že okoli 1,3 milijarde brezposelnih ljudi in ker bo na trg dela v naslednjem desetletju vstopilo še dodatnih 500 milijonov ljudi⁴ [17], koncept trajnostnega razvoja posveča področju delovne sile še posebno pozornost. Koncept trajnostnega razvoja izpostavlja zagotavljanje enakih možnosti za vse, poudarja usklajevanje socialne, ekonomske in okoljske razsežnosti razvoja in opozarja, da lahko gospodarstva s premišljeno politiko in praviimi naložbami zaščitijo svoje naravno okolje, hkrati pa dosegajo gospodarsko rast, ustvarjajo dostojna delovna mesta in spodbujajo družbeni napredek [3, 10].

Vsem ekološko usmerjenim ekonomistom je jasno, da rasti in bogastva ne moremo meriti le z bruto domačim proizvodom. Družba potrebuje cilje, ki



Slika 2 : Rast človeške populacije [20].

temeljijo na trajnostnem razvoju in hkrati nadgrajujejo tudi razvojne cilje družbe. Gre za korak naprej, tako na področju racionalne rabe energije, surovin, vode, hrane kot tudi humanih delovnih mest.

V gospodarstvih, kjer si prizadevajo ohraniti naravo in spodbujati trajnostno naravnano gospodarjenje, je trajnostni razvoj del vseh strateških politik. Ne le razvite dežele, vsa gospodarstva bi morala partnersko sodelovati pri spodbujanju trajnostnega razvoja ter prihodnjim generacijam zagotoviti zdravo okolje [3].

Okoljsko zavest⁵, odnos do narave in živih bitij je treba začeti širiti že pri najmlajših generacijah. Okoljska zavest spodbuja občutek povezanosti z naravo, poudarja pomen ohranjanja nenadomestljivih naravnih virov, ranljivih rastlinskih ter živalskih vrst. Okoljsko ozaveščanje je v bistvu izobraževalno orodje, ki pomaga razumeti gospodarski, estetski in biološki pomen ohranjanja naravnih virov ter smisel zmanjševanja in odpravljanja škodljivih učinkov onesnaževanja [15].

Kakovostno upravljanje z naravnimi viri

Premalo se zavedamo, da naravne vire, kot so kovine, minerali, les, obdelovalna površina, zrak in voda potrebujemo za svoj obstoj, blaginjo in dobro počutje ter da se zavedamo, da jih izkoriščamo hitreje, kot se lahko sami obnavljajo (slika 3). Z uničevanjem rodovitne prsti, vode in zraka, vključno z vsem živim, ki vzdržuje ravnovesje ekosistemov, povzročamo rušenje ekološkega ravnovesja in postavljamo pod vprašaj zdravje in obstoj prihodnjih generacij [12, 2].

Če bomo ravnali tako, kot doslej, bomo leta 2050 potrebovali petkrat več virov kot sedaj. To pa verje-

⁴ Podatek velja za leto 2018 (International Labour Organization, ILOSTATDatabase).

⁵ Angl.: Environmental Awareness.



Slika 3 : Zdrav ekosistem zagotavlja obnovljive naravne vire.

tno ne bo mogoče. Trenutno čezmerno izkoriščamo vse obstoječe ekosisteme, ogrožena so morja, gozdovi, voda in zrak [13].

Zato morajo države stremeti k čim manjši uporabi naravnih virov in poiskati alternativne vire, ki so okolju bolj naklonjeni. To ne zadostuje, če ne bomo naravovarstveni tudi v procesu proizvodnje in potrošnje, in to vse od pridobivanja surovin, materialov, predelave, uporabe izdelkov do ravnanja z odpadki. Če zmanjšamo količino materialov, uporabljene pa recikliramo in ponovno uporabimo, pridobimo dragocene surovine. Izdelki iz stekla, papirja, plastike in kovine, kot sta aluminij in jeklo, so že surovine same po sebi. Denimo, z recikliranjem aluminija lahko prihranimo do 95 % energije. Recikliranje ne omogoča zgolj zmanjševanja odpadkov na odlagališčih, omogoča pridobivanje surovin, zmanjšuje nevarne emisije toplogrednih plinov in porabo energije [13].

Trajnostni razvoj za trajnostno prihodnost generacij

Program za trajnostni razvoj do leta 2030, ki so ga sprejele vse države članice Združenih narodov leta 2015, zagotavlja skupni načrt za mir, blaginjo ljudi in planeta, zdaj in v prihodnosti. Program zajema sedemnajst ciljev trajnostnega razvoja. Poudarja tudi, da so že zdaj nujni ukrepi vseh, tako razvitih kot razvijajočih se gospodarstev [13].

Prizadevati si je treba za zmanjševanje revščine in drugih prikrašnanosti ljudi, izboljšanje zdravja in izobraževanja, zmanjševanja neenakosti in spodbujanja gospodarske rasti, upoštevajoč podnebne spremembe, ohranjanja oceanov, gozdov in drugih naravnih danosti. V nadaljevanju si pogledajmo sedemnajst ciljev programa trajnostnega razvoja [12, 13, 19].

Cilji trajnostnega razvoja:

- ▶ Odpraviti revščino
- ▶ Odpraviti lakoto

- ▶ Skrbeti za zdravo življenje vseh ljudi
- ▶ Vsem zagotoviti kakovostno izobrazbo
- ▶ Doseči enakost med spoloma
- ▶ Vsem zagotoviti dostop do pitne vode
- ▶ Vsem zagotoviti dostop do sodobnih virov energije
- ▶ Spodbujati trajnostno in gospodarsko rast ter polno zaposlenost
- ▶ Zgraditi vzdržljivo infrastrukturo
- ▶ Zmanjšati neenakosti znotraj držav in med njimi
- ▶ Poskrbeti za odprta, varna in trajnostna mesta
- ▶ Zagotoviti trajnostne načine proizvodnje in porabe
- ▶ Sprejeti nujne ukrepe za boj proti podnebnim spremembam
- ▶ Ohranjati oceane, morja in morske vire
- ▶ Varovati in obnoviti kopenske ekosisteme
- ▶ Spodbujati miroljubne in vključujoče družbe za trajnostni razvoj
- ▶ Okrepiti globalno partnerstvo za trajnostni razvoj [14⁶, 19].

Gospodarska politika mora slediti zgoraj zapisanim ciljem in upoštevati⁷ pomen naravnih sistemov ter spodbuditi trajnostno ravnanje na vseh ravneh delovanja družbe. Če bodo posamezniki in podjetja ekološko bolj ozaveščeni in bodo ravnali odgovorno, pomeni, da pri svojih odločitvah pomislijo na morebitne posledice za naravne vire, zdravje in okolje, bi se lahko izognili številnim ekološkim problemom. Ukrepi okoljske politike, ki lahko vpliva na ravnanje ljudi, je lahko tudi finančne narave. Pogosto lahko prav z ekonomskimi ukrepi spodbudimo ljudi, da se pričnejo do narave vesti bolj humano, da zmanjšajo onesnaževanje okolja, količino odpadkov, porabo pitne vode in da premišljeno ravnajo z energijo [12, 13, 19].

Eden tovrstnih ukrepov so davki, ki jih okoljska politika dobronamerno usmeri v družbeni razvoj. Tak primer je višja davčna stopnja za dejavnosti, ki škodijo okolju. Drugi ukrep je spodbujanje ekološkega kmetovanja s finančnimi podporami kmetovalcem.

⁶ Cilji so zapisani v skrajšani obliki.

⁷ Pri upoštevanju naravnih sistemov je treba osvetliti tudi temnejšo plat posegov v okolje. Naravovarstveniki opozarjajo na pomanjkljive presoje vplivov na okolje pri izdajanju gradbenih dovoljenj podjetjem, ki posegajo v naravo. Mnogo infrastrukturnih projektov, ki uradno veljajo za okolju varne, v resnici resno ogrožajo biotsko raznovrstnost in povzročajo propad ekosistemov. Avtor Gomera (2019) v svojem prispevku opozarja, da se pri sprejemanju naložbenih odločitev ne upoštevajo resnične posledice posegov v okolje. Pogosto se namreč dogaja, da odločitve izvajalcev presoj temeljijo na površnih ocenah ekološke in tržne vrednosti prizadetega ekosistema in da »kompetentna« komisijska za presojo vplivov na okolje nemalokrat odobri škodljive projekte, ki ne izpolnjujejo splošno sprejetih smernic za zeleni razvoj. Če želimo, da bodo presojevalci vplivov na okolje učinkoviti, dosledni, nepristranski in se bodo zavzemali za varovanje našega planeta, kar je navsezadnje njihovo poslanstvo, je treba njihove naloge s predpisi in državnimi institucijami pravilno regulirati [9].

Namen slednjega⁸ je spodbujati kmetijsko naravnana gospodarstva za prostovoljno usmeritev v ekološko kmetovanje. Prednosti ekološkega kmetovanja so zagotavljanje javnih dobrin, ohranjanje kulturne kmetijske krajine, izboljšanje biotske raznovrstnosti, ohranjanje virov pitne vode, prispevanje k trajnostnemu gospodarjenju z naravnimi viri in varovanju celotnega okolja [12, 13, 19]. Naslednji ukrep je sprememba načina ocenjevanja in merjenja ekonomskih dejavnikov. Vse bolj bodo odločilni tisti podatki, ki bodo razkrili vrednost naravnih sistemov in dejanske stroške vplivov na okolje. Denimo, kolikšen je vpliv določene dejavnosti podjetja ali kmetije na onesnaženost okolja. Podobno velja pri merjenju bruto družbenega produkta na prebivalca, ki se še vedno uporablja za primerjavo uspešnosti določenega gospodarstva z drugimi gospodarstvi. Nedvomno v gospodarstvu potrebujemo tudi take kazalnike uspešnosti, s katerimi lahko med gospodarstvi primerjamo obremenjenost narave zaradi gospodarskih dejavnosti [12, 13, 19].

Inovacije in zelene naložbe

Zelene naložbe⁹ so oblika družbeno odgovornega vlaganja v naložbe podjetij, ki podpirajo okolju prijazno proizvodnjo izdelkov. Taka podjetja spodbujajo nove tehnologije, ki podpirajo prehod od standardnih virov energije do bolj trajnostno naravnanih energetskih alternativ [1, 12, 13].

Ekološke naložbe se osredotočajo na podjetja, ki se ukvarjajo z obnovljivo energijo in čistimi tehnologijami. Denimo s proizvodnjo sončnih kolektorjev, vetrnih turbin, obnovljivih surovin in storitvami shranjevanja energije. Tak primer so podjetja, ki proizvajajo gorivne celice za hibridne avtomobile, podjetja, ki uporabljajo biološke vire (kot so alge, koruza ali les) ali geotermalno energijo oziroma vodno energijo, podjetja, ki proizvajajo zelene gradbene materiale ali energetsko učinkovite storitve v svetu tehnologije in arhitekture ali pa podjetja za recikliranje in za varčevanje z energijo [1, 12, 13].

Ekološko razmišljanje pa ni osredotočeno le na industrijo, vse bolj vstopa tudi v finančni svet. Že v devetdesetih letih so mnogi vlagatelji investirali v podjetja, ki so z vidika vpliva na okolje konkurenčnejša od drugih. Če želijo podjetja ostati konkurenč-

na, potrebujejo poslovne modele, ki niso usmerjeni le v zmanjševanje emisij, temveč tudi v gospodarnjšo izrabo energetskih virov. Takšne poslovne rešitve imenujemo ekološke inovacije [13].

Poudariti velja tudi ekološko oz. zeleno industrijsko panogo, katere namen je preprečevanje ali odprava že povzročene škode v okolju. Zavedati se je treba, da je razvoj ekoloških panog nujen, tako na področju ravnanja z odpadki, odpadne vode, obnovljivih virov energije, onesnaževanja zraka kot tudi trajnostne gradnje [13].

V zadnjem času ima pomembno vlogo t. i. »panoga ekološkega načina življenja«. Zajema tiste dejavnosti in podjetja, ki ponujajo trajnostne proizvode in storitve za zdrav način življenja. Sem uvrščamo ekološko kmetovanje, zelene pesticide, zdravstveno oskrbo in farmacevtske izdelke [13].

Eno najbolj perečih vprašanj, s katerimi se srečujejo kmetovalci, so vedno bolj spreminjajoče se vremenske razmere in vse močnejši vplivi podnebnih sprememb na razmere pridelovanja hrane. Primanjkuje informacij o ekonomski upravičenosti posameznih kmetijskih aktivnosti, ki bi jih pridelovalci hrane lahko uporabili za načrtovanje in racionalnejše sprejemanje odločitev. V ta namen se v zadnjem obdobju razvijajo programi za tako imenovane podnebne naložbe, ki ta vprašanja rešujejo na svojevrsten način (*slika 4*). Programi za podnebne naložbe¹⁰ prispevajo k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov in so tesno povezani s programi za varstvo podnebja [1, 13, 11].



Slika 4 : Vpliv zelenih inovacij na področja zakonodaje, trženja in tehnologije [11].

⁸ Eden takih ukrepov je Ekološko kmetovanje in nove perspektive 2014-2020.

⁹ Med zeleno naložbo in družbeno odgovornim vlaganjem obstaja razlika. Ekološke oziroma zelene naložbe obravnavamo pogosto kot družbeno odgovorne naložbe. Družbeno odgovorno vlaganje je širši pojem, saj zajema naložbe tako v podjetja, ki se zanimajo za ohranjanje naravnega okolja, kot tudi podjetja, ki izpolnjujejo določena moralna ali etična merila in podpirajo tudi druga socialna in družbena vprašanja [13].

¹⁰ Program LIFE je največji evropski finančni mehanizem, namenjen ukrepom na področju varstva okolja, ohranjanja narave ter prilagajanja podnebnim spremembam. Cilj programa LIFE je za obdobje od 2014 do 2020 prispevati k trajnostnemu razvoju ter doseganju ciljev Strategije Evropa 2020, Sedmega okoljskega akcijskega programa Evropske unije in drugih pobud na področju okolja in podnebnih sprememb. Program LIFE Podpira projekte, katerih cilji so: preprečevanje podnebnih sprememb, zmanjševanje odpadkov in spodbujanje gospodarnjše rabe virov energije, preprečevanje onesnaževanja, kakovostnejše ravnanje z odpadnimi vodami, rekami, morji in obalami ter izboljšave mestnega okolja [1].

Premišljena raba naravnih virov

Z gospodarno rabo naravnih virov, pravilnim ravnanjem z odpadki in njihovim recikliranjem lahko zmanjšamo obremenitev naravnih virov.

Gospodarna raba virov bo v prihodnosti sestavni del vsake strateške politike podjetja. Ekološka ozaveščenost družbe in vedno večja konkurenca na trgu, tudi na področju rabe omejenih naravnih virov, podjetja opominja, da lahko svoj konkurenčni položaj okrepijo tudi z okolju bolj prijazno proizvodnjo, to je gospodarnejšim in premišljenim ravnanjem s surovinami, pitno vodo, minerali, lesom in energijo [1, 13].

Industrijski odpadki so eden glavnih virov onesnaževanja okolja. Po vsem svetu neobdelani ali neustrezno obdelani industrijski odpadki onesnažujejo zrak, vodo in tla v industrijskih območjih in okoli njih. Onesnaženje, ki ga povzroča industrija je pogosto odvisno od njegove narave, saj nekatere industrije proizvajajo bolj strupene odpadke kot druge [20]. In katere industrije so najbolj obremenjujoče za naravo? To so industrija barv, industrija svinca, gradbena industrija, industrijska odlagališča, rudniki, predelava rude, industrija strojev, proizvodnja svinčevih baterij itd. [1, 13].

Podjetja bodo v prihodnosti morala stremeti k zmanjševanju odvisnosti od surovin in drugih naravnih virov. To bo mogoče doseči s pomočjo zelenih tehnologij, energije iz obnovljivih virov, ekološke proizvodnje in recikliranjem. Spremeniti pa se bo moral tudi način proizvodnje. Strupene surovine bodo morale najti ekološko bolj sprejemljivo alternativo, izboljšati bo treba infrastrukturo in poskrbeti za okolju bolj prijazno industrijo. Če na tem področju ne bomo napredovali, bomo ogrozili zdravje in blaginjo prihodnjih generacij že čez dve do tri desetletja [1, 13, 18].

Trajnostna proizvodnja, potrošnja in ravnanje z odpadki

Gospodarstva Evropske unije porabijo 16 ton materiala na osebo letno, od tega se 6 ton spremeni v odpadke, polovica teh pristane na odlagališčih. Mnoge države članice vidijo v odlagališčih še vedno najboljšo rešitev za odstranjevanje odpadkov, čeprav so odlagališča netrajnostna. Odpadki zastrupljajo tla in onesnažujejo vodo in zrak. V naravi se tako kopičijo nevarne kemikalije, ki ogrožajo zdravje vseh živih bitij [1, 13]. Rešitve za kopičenje odpadkov so ponovna uporaba, recikliranje in predelava (slika 5). Recikliranje ima številne prednosti: zmanjša se količina odpadkov na odlagališčih in sežigalnicah, ohranjajo se naravni viri, kot so les, voda in minerali, zmanjša se onesnaževanje okolja, zmanjšajo se potrebe po novih surovinah, prihrani se energija, potrebna za proizvodnjo novih surovin in materialov, ustvarjajo se nova delovna mesta ...[4]. Tudi predelava odpadkov ne zaostaja za recikliranjem, saj odpadki predstavljajo dragocen vir surovin. Z nepravilnim ravnanjem z odpadki dejansko zapravimo dragocene surovine. S pravilno politiko, ekonomskimi ukrepi, izobraževanjem, ozaveščanjem prebivalcev in celostnim ravnanjem z odpadki lahko prispevamo tudi h gospodarski rasti, dodatnemu zaposlovanju, pri tem pa ohranimo omejene vire surovin, izognemo se dragemu čiščenju in preprečimo zdravstvene težave, ki jih prinaša onesnaženo okolje [2].

Če želimo ohraniti naravo in rešiti okoljsko problematiko, s katero se soočajo prav vsa gospodarstva, moramo spremeniti način proizvodnje in potrošnje blaga. Proizvodnja se mora usmeriti v manjšo uporabo naravnih virov in se osredotočiti v take izdelke, ki kar najmanj vplivajo na okolje. Ekološko načrtovanje proizvodnje in zelene inovacije pozitivno vplivajo na okolje. Z racionalizacijo proizvodnega



Slika 5 : Načini zmanjševanja odpadkov [2].

procesa in boljšimi sistemi okoljskega ravnanja lahko podjetja občutno zmanjšajo količino emisij in odpadkov, znižajo stroške poslovanja, zmanjšajo odvisnost od surovin ter izboljšajo okoljsko učinkovitost izdelka [3, 13].

Težav, ki jih prinaša pritisk človeštva na okolje, se zavedajo tudi potrošniki, zato postajajo pri nakupu čedalje bolj pozornejši na okoljske oznake na izdelkih. Ekološko ozaveščeni potrošniki kupujejo energijsko učinkovite naprave, pred nakupom preverijo energetske učinkovitost naprave, uporabljajo okolju prijazna čistila, namesto vozila raje uporabijo kolo ali pešačijo, pri nakupu avtomobila se odločijo za električno vozilo ali vozilo z majhno porabo goriva [1, 13], uporabljajo vrečke za večkratno uporabo, pravilno ločujejo in odlagajo odpadke, finančna sredstva vlagajo v zelene naložbe [6] ... Ekološko ozaveščeni potrošnik se zaveda, da lahko vsaka zavestna sprememba potrošniškega ravnanja na globalni ravni prispeva k zmanjšanju vpliva gospodinjstev na okolje, pri dolgoročni izbiri izdelkov pa trajno spremembo gospodarske usmerjenosti podjetij [1, 13].

Zaključek

Naše okolje se nenehno spreminja, okoljske težave se kopičijo in lahko trdimo, da je naš planet na robu okoljske krize. Globalno segrevanje, kopičenje odpadkov, zastrupljena zemlja, onesnažena voda in zrak so že dolgo nesporna dejstva, ki postavljajo na kocko preživetje prihodnjih generacij. Po vsem svetu se ljudje vsak dan soočajo z množico novih in zahtevnejših okoljskih težav. Nekatere so majhne in vplivajo le na nekaj ekosistemov, druge pa drastično spreminjajo celotno pokrajino.

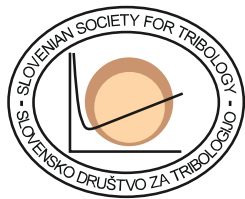
Industrijska podjetja in izpušni sistemi motornih vozil so največji onesnaževalci. Težke kovine, nitrati in plastika so toksini, ki onesnažujejo naše okolje. Razlitja nafte, kisli dež, mestni odtoki onesnažujejo pitno vodo, različni plini in toksini, ki jih sproščajo industrijska podjetja, in zgorevanje fosilnih goriv onesnažujejo zrak, industrijski odpadki in kmetijski posegi, ki zemljo prikrajšajo za esencialna hranila, uničujejo rodovitno zemljo. Ker se ekološke težave, ki izvirajo iz dejavnosti industrijskih podjetij stopnjujejo, je nujno, da podjetja med svoje strateške cilje umestijo tudi koncept trajnostnega razvoja, ki ga lahko dosežejo le s celovitim upravljanjem proizvodnega procesa, ekološko naravnano strategijo, s prehodom iz standardne tehnologije na zeleno tehnologijo in s spodbujanjem potrošnikov k razvijanju ekoloških vrednot.

Naj strnem: okoljskih vprašanj se je treba lotiti resno in preudarno. Zmanjšanje vpliva proizvodnje na okolje, ocenjevanje stopnje tveganja okoljske

škode dejavnosti podjetja, sankcije za onesnaževalce, spodbujanje uporabe obnovljivih virov energije in odgovornih nakupnih odločitev potrošnikov so načini, ki prispevajo k trajnostni proizvodnji in porabi. Priporočljivi so ekonomski ukrepi, denimo obdavčitev odlagališč, uveljavitev obveznosti proizvajalca, da odstrani dotrajane izdelke, ter obveznost državljanov, da plačajo za odpadke. Še vedno obstaja veliko stvari, ki jih lahko naredimo za svoje okolje. Z ekološkim ozaveščanjem v družini, šolah, medijih lahko prispevamo k prijaznejšemu okolju in k trajnostnemu razvoju družbe kot celote.

Viri

- [1] Australian Government Department of Infrastructure. (2019): Regional Development and Citie. Dosegljivo na: https://www.regional.gov.au/territories/Cocos_Keeling/cocos_keeling_census_2016.aspx, 12. 7. 2019.
- [2] Bailão, A. (2016): City of Toronto Adopts a New Waste Management Strategy. Dosegljivo na: http://www.anabailao.com/tags/waste_management.
- [3] Ban Ki-moon. (2012): Zelena ekonomija, ali se dotika tudi vas? Dosegljivo na: <http://www.unis.unvienna.org/unis/sl/pressrels/2012/unissgsm344.html>, 12. 6. 2019.
- [4] EPA. Recycling Basics. (2019): Dosegljivo na: <https://www.epa.gov/recycle/recycling-basics#Benefits>, 16. 7. 2019.
- [5] European Environment Agency. (2019): Greeneconomy. Dosegljivo na: <https://www.eea.europa.eu/themes/economy/intro>.
- [6] Evropska komisija. (2019): Priročnik o porabi dobrin Awake. Dosegljivo na: http://www.vrtecandersen.si/tl_files/DOKUMENTI/zdravje/Prirocnik%20o%20uporabi%20dobrin.pdf, 17. 7. 2019.
- [7] Evropska unija. (2019): Evropska komisija. Okolje. Naravni kapital. Dosegljivo na: http://ec.europa.eu/environment/basics/natural-capital/index_sl.htm, 12. 6. 2019.
- [8] First climate. (2019): Greeninvestments. Dosegljivo na: <https://www.firstclimate.com/en/green-investments/>, 23. 6. 2019.
- [9] Gomera, M. (2019): Težave presoje vplivov na okolje. Večer. 19. 6. 2019.
- [10] International Monetary Fund. (2019): World Economic Outlook. Cyclical Upswing, Structural Change. Dosegljivo na: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2018/03/20/world-economic-outlook-april-2018#Statistical%20Appendix>.
- [11] Kunapatarawong, R. et al. (2016): Towards greengrowth: How does green innovation affect employment? Dosegljivo na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/>.
- [12] Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. (2019): Podpore ekološkemu kmeto-



SLOTTRIB 2020

**POSVETOVANJE O
TRIBOLOGIJU,
MAZIVIH IN
TEHNIČNI DIAGNOSTIKI**

JUNIJ 2020

Hotel Slovenija, Portorož

**Več informacij dostopnih na:
www.tint.fs.uni-lj.si**

KONTAKT

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIJU

**prof. dr. Mitjan Kalin – predsednik SDT
Joži Sterle – tajništvo**

Bogišičeva 8
1000 Ljubljana

Tel.: 01 4771 460
Fax: 01 4771 469

E-mail: jozi.sterle@tint.fs.uni-lj.si

- vanju. Dosegljivo na: http://www.mkgp.gov.si/si/delovna_podrocja/kmetijstvo/ekolosko_kmetovanje/podpore_ekoloskemu_kmetovanju/, 1. 6. 2019.
- [13] Ministrstvo za okolje in prostor. (2019): Life Slovenija. Program Life. Dosegljivo na: <https://lifeslovenija.si/program-life/>, 1. 7. 2019.
- [14] Ministrstvo za zunanje zadeve. (2019): Cilji trajnostnega razvoja. Dosegljivo na: http://www.mzz.gov.si/si/zunanja_politika_in_mednarodno_pravo/mednarodno_razvojno_sodelovanje_in_humanitarna_pomoc/politike_mrs/cilji_trajnostnega_razvoja/, 12. 7. 2019.
- [15] Moss, H. (2016): What is the importance of environmental awareness? Quora. Dosegljivo na: <https://www.quora.com/What-is-the-importance-of-environmental-awareness>, 17. 7. 2019.
- [16] Nilsson, M. et al. (2016): Map the interactions between Sustainable Development Goals. Dosegljivo na: <https://www.nature.com/news/policy-map-the-interactions-between-sustainable-development-goals-1.20075>, 2. 6. 2019.
- [17] The world bank. (2019): International Labour Organization, ILOSTAT database. Dosegljivo na: <https://data.worldbank.org/indicator/SL.UEM.TOTL.ZS?end=2018&locations=1W&start=1991&view=chart>, 12. 7. 2019..
- [18] United Nations. (2019): Department of Economic and Social Affairs. Dosegljivo na: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/world-population-prospects-2017.html>, 12. 7. 2019.
- [19] United Nations. (2019): Environment Programme (UNEP). Dosegljivo na: http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/GEIHighlights/GEI_flyer_October27_web-ready.pdf.
- [20] Worldatlas. (2019): The World's Most Polluting Industries. Dosegljivo na: <https://www.worldatlas.com/articles/the-top-10-polluting-industries-in-the-world.html>.

Green investments for the green future of our generations

Abstract:

Only the society that takes into consideration the limited natural sources has a future. If we want future generations to provide healthy environment, action is needed today. We need to take action today to ensure a healthy environment for our next generations. Production and consumption patterns need to become more rational in the use of resources; political measures should encourage green innovation that will benefit the environment in the short and long term. We must strive to achieve the goals of sustainable development through legislation, education, green investments, research and innovation.

Keywords:

green economy, green investments, sustainable development, environmental pollution, recycling

***Vesel božič in
uspešno novo leto 2020***

***Merry Christmas and
a Happy New Year 2020***



REVILJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

VENTIL

JOURNAL FOR FLUID POWER, AUTOMATION AND MECHATRONICS

SERVOPNEVMATIČNI POGON YHBP ZA VSE VRSTE BALANSERJEV

Podjetje Festo predstavlja pogonski sistem YHBP za nenaporno premikanje bremen, ki ga je mogoče vgraditi v različne strežne naprave – balanserje.

Osebe, ki stalno premikajo bremena, potrebujejo tehnično in ergonomsko podporo. Festova varna in učinkovita servopnevmatična pogonska rešitev YHBP zagotavlja izjemno hitro, varno in avtomatično rokovanje z bremenem tako v avtomobilski kot v elektronski in prehrabni industriji ter v industriji pakiranja.

Servopnevmatični pogonski sistem je izveden v treh različnih variantah (slika 2).

Osnovno verzijo sestavljajo naslednje komponente (slika 2):

1. krmilnik CECC-D-BA s predinstaliranim WibVisu za delovanje in diagnostiko,
2. standardni cilindar s premerom batnice 80–200 mm, hodom 100–1000 mm in izbirno s karakteristiko L1 (balanser),
3. eno- ali dvokanalni dajalnik položaja DNCI,
4. ventilska enota VPCB 3/3 – proporcionalni regulator tlaka, dva vgrajena 2/2 odpirna ventila z vklopom ali brez vklopa zaznavanja položaja,
5. krmilna komponenta VAOH za pnevmatično delovanje in ergonomsko oblikovano rokovanje.

Za varianto ravni d sta dodana še vmesnik za senzor (6) in enota za vklop varovanja, ki ima funkcijo nadzora hitrosti (7) – ko je nastavljena hitrost dosežena, se zrak v cilindru izključi in sistem se ustavi.

Pogonski sistem YHBP odlikujejo inteligentnost, fleksibilnost, zanesljivost in široko področje uporabe.



Slika 1: Stebrni balanser z vgrajenim YHBP

Delovanje balanserja je enostavno, zahvaljujoč intuitivnemu krmiljenju s pnevmatično aktiviranim in ergonomsko oblikovanim držalom. Sistem avtomatično zazna maso bremen in samodejno prilagodi silo balansiranja. Upošteva tudi spremembe mase bremen v obešenem položaju. To je koristno še posebno pri procesih z velikim številom variantnih bremen.

Varno delovanje, zagotovljeno z izvedbo ravni d (slika 2), pomeni, da je varnost vedno zagotovljena – tako v primeru napake komponent, izpada električne napetosti ali nenadnega padca tlaka. Izguba bremen je vedno zaznana.



Slika 2: Komponente sistema

Servopnevmatična pogonska rešitev YHBP je široko uporabna in primerna skoraj za vse običajne kinematične sisteme, kot so stebrna dvigala, členkaste roke in paralelni manipulatorji, naknadna vgradnja je enostavna.

Področja uporabe so številna in v vseh industrijskih segmentih: kjer se morajo premikati težka bremena na določeni poti in v ponavljajočih se sekvencah,

kot so operacije nalaganja in razlaganja, kopičenja in razdeljevanja, montaža na proizvodnih linijah, paletizacija in depaletizacija ter sukanje, nagibanje, praznjenje velikih posod ali sodov itd.

Vir:

FESTO, d. o. o., Blatnica 8, 1236 Trzin, tel.: 01 530 21 00, faks: 01 530 21 25, e-mail: info_si@festo.com, <http://www.festo.com>, g. Bogdan Opaškar

PARNI BATNI VENTILI YAKACIK

Parni batni ventili Yakacik so odporni na različne medije, imajo dolgo življenjsko dobo, stroški vzdrževanja pa so optimalni. Uporabljajo se pri daljinskem ogrevanju, v proizvodnji energije, rafinerijah, proizvodnji jekla, petrokemiji, kemiji, proizvodnji tobaka, hrane in pijače ter celuloze in papirja ter še na mnogih drugih področjih.



Slika 1: Batni ventil Yakacik do

Zakaj so tako vsestransko uporabni? Odgovor je prav gotovo v posebni metodi zapiranja in odpiranja pretoka medija skozi ventil, ki je nadomestila klasično metodo z zapiralnim sedežem in tesnjenjem osi. Prednosti batnih ventilov so počasno odpiranje, kar preprečuje vodni udar, neobčutljivi so na nečistoče, lahko jih vzdržujemo kar v cevovodu z zamenjavo tesnilnih grafitnih obročkov, zaradi inovativnega tesnjenja ni možnosti puščanja medija v atmosfero.

Tesnilni sistem batnih ventilov je sestavljen iz treh delov: fino brušenega valjastega bata iz nerjavnega jekla, ki ga tesnita dva grafitna obroča, ter jeklene košare, skozi katero teče medij. Zgornji grafitni obroč zagotavlja tesnost proti atmosferi, spodnji pa neprepustnost pretoka medija skozi odprtine ko-

šare (ventil zaprt). Tesnost dosežemo z zategovanjem matic pokrova, tako se potisk prenaša preko zgornjega ventilskega obroča preko košare ventila, skozi katero gre zapiralni bat, na spodnji ventilski obroč, ki je nameščen na telo ventila. Zunanji deli obročev so pritrjeni na steno telesa ventila, notranji pa so stisnjeni okoli bata in tako nastajajo izjemne neprepustnosti, kar pomeni, da pri popolnoma odprtem ali zaprtem ventilu ni stika med zapiralnim batom in tekočino in tako ne pride do abrazije materialov.

Ventili so na voljo od dimenzije DN 15 do DN 200 (1/2"–8"), za temperature do 400 °C in so lahko iz sive litine, nodularne litine, jeklene litine ali iz nerjavnega jekla. Cilj proizvajalca je zagotoviti brezpogojno zadovoljstvo kupcev pri uporabi batnih ventilov, ki izpolnjujejo pričakovanja kupcev na podlagi mednarodnih standardov in zakonskih predpisov.

Podjetje YAKACIK® VALF je bilo ustanovljeno leta 1966 z blagovno znamko KLINGER® za proizvodnjo parnih batnih ventilov, manometrskih ventilov in nivokazov. Pogodbe o blagovnih znamkah in licencah so trajale 43 let in so bile prekinjene leta 2009 s soglasjem obeh strani.



Vir:

S3C d. o. o., Tržaška cesta 116, 1000 Ljubljana, tel. 01/423-22-22, faks 01/423-22-00, e-pošta: info@s3c.si

ZANESLJIVO DELOVANJE AVTOMATIČNO VODENIH VOZIL S KOMPONENTAMI, KI NE POTREBUJEJO VZDRŽEVANJA IN MAZANJA

V proizvodnji in skladiščih se uporablja vedno več avtomatično vodenih vozil (AGV – automated guided vehicles), ki morajo delovati zanesljivo 24 ur na dan, 7 dni v tednu, 365 dni na leto (*slika 1*). Tako delovanje zagotavljajo zanesljivi izdelki podjetja Igus, ki ne potrebujejo vzdrževanja ali mazanja (*slika 2*).

Komponente, vgrajene v avtomatično vodena vozila, so:

- ▶ tribopolimerni ležaji iglidur,
- ▶ energijske verige,
- ▶ drylin SLW za dvizžne mehanizme,
- ▶ različni ležaji,
- ▶ vrtljive mize PRT.

Nepogrešljive komponente so zagotovo tribopolimerni ležaji iglidur, ki se uporabljajo v nagibnih napravah in škarjastih dvizžnih mizah. Ležaji iglidur so do 60 odstotkov lažji od kovinskih ležajev. Za prenašanje velikih sil in momentov pa so ojačani z vlakni in polnili. Integrirana maziva zagotavljajo suho delovanje brez vzdrževanja.

Energijske verige z zelo majhnimi polmeri upogiba, na primer E2 mikro z notranjo višino 5 mm, so zelo primerne za vgradnjo v avtomatično vodena vozila, saj je prostor za njihovo namestitvev pogosto zelo omejen. Podjetje Igus ima v svoji ponudbi tudi visoko fleksibilne kable, primerne za energijske verige – s konektorji ali brez njih, vključno s tistimi, ki jih je mogoče uporabiti v avtomatično vodenih vozilih, ki delujejo v hladilnicah pri temperaturah do -35°C . Kot edini ponudnik, ki lahko nudi edinstveno garancijo 36 mesecev za svoje kable, Igus zagotavlja proizvajalcem avtomatično vodenih vozil in njihovim strankam mirno spanje.

Za dvizžne mehanizme se uporablja stroškovno



Slika 1 : Avtomatično vodena vozila pri prevozu različnih zabojčkov



Slika 2 : Paleta komponent, vgrajenih v avtomatično vodena vozila

učinkovit linearni sistem drylin SLW, ki deluje popolnoma brez vzdrževanja. Ključni značilnosti sistema drylin SLW sta nizek profil za kompaktne prostore in natančna nastavitev.

Drnsni ležaji iglidur Z so primerni za škarjasta dvigala. Material, odporen proti obrabi, nudi dolgo življenjsko dobo tudi pri velikih obremenitvah. Imajo odlično razmerje med ceno in zmogljivostjo, ležaji iglidur G so zelo primerni za prekučne mehanizme. Ležaji J z nizkim koeficientom trenja v samonastavljivih kolesih omogočajo avtomatično vodenim vozilom gibanje na vse strani brez potrebe po rednem vzdrževanju.

Za vrtljive police je kot nalašč primerna vrtljiva miza PRT, odporna proti umazaniji, prahu in vlagi. Hkrati pa lahko zdrži veliko število ciklov in visoke obremenitve. Na voljo so tudi v zelo tanki različici, kar proizvajalcem avtomatiziranih vodenih vozil omogoča doseganje bolj kompaktne zasnove.

Svetovni proizvajalec Knapp Industry Solutions je uporabil Igusove izdelke v svojem vozilu Open Shuttle, ki avtonomno vozi po tovarniških dvoranah in prevaža zabojčke (*slika 1*). Open Shuttle, ki so ga poimenovali kar kotaleči pladenj, se lahko prilagodi različnim višinam prenosa z dvema moduloma drylin SLW. Vsak je opremljen z drsniki iglidur in polimernimi navojnimi maticami za doseganje visoke zanesljivosti in dolge življenjske dobe.

Vir:

HENNLIICH, d. o. o., Mirka Vadvna 13, 4000 Kranj, tel.: 041 386 005, faks: (0)4 532 06 20, internet: www.hennlich.si, e-mail: drobnic@hennlich.si, g. Stojan Drobnič

UČINKOVITA NOTRANJA LOGISTIKA Z ACTIVE SHUTTLE

Notranja logistika v proizvodnih podjetjih se sooča z novimi izzivi. Individualizirani izdelki potrebujejo vse več različnih komponent in hkrati se zaradi vse večje konkurence spreminjajo količine naročil proizvodov. To zahteva ustrezno fleksibilnost in preglednost. Prav to zagotavlja avtonomni transportni sistem Active Shuttle podjetja Bosch Rexroth, ki je robusten in učinkovit ter ustrezen za bremena do mase 260 kg. Hkrati pa Active Shuttle Management System zagotavlja optimalno kontrolo in preglednost nad celotnim sistemom notranje logistike.



Slika 1 : Avtomatično vodeni vozički Active Shuttle



Slika 2 : Active Shuttle z vozičkom Dolly in zaboji KLT

Avtonomni transportni sistem podpira avtomatizacijo in standardizacijo toka materiala v proizvodnji ter hitro in enostavno izvedbo s Plug & Go – brez prilagajanja obstoječe tovarniške infrastrukture. Sistem je robusten, varen in zasnovan za neprekinjeno uporabo. Omogoča popolnoma avtomatizirano vnašanje transportnih naročil preko tretjih sistemov.

Avtonomni transportni sistem Active Shuttle že sedaj omogoča prehod v tovarne prihodnosti. Transportira predvsem z vozički Dolly, naloženimi s KLT-zaboji, po proizvodnji z visoko stopnjo fleksibilnosti in varnosti. Vozički so naloženi in razloženi popolnoma avtomatsko s pomočjo integrirane dvigalne platforme. Active Shuttle je mogoče uporabiti v širokem razponu transportnih konceptov – od cikličnega transporta do zalaganja materiala glede na porabo v proizvodnji.

S pomočjo sistema Plug & Go se lahko Active Shuttle integrira v proizvodnjo brez dodatnih prilagajanj proizvodne infrastrukture. Certificirani laserski skener v sodelovanju z Active Shuttle Management System zagotavlja ustrezno varnost in robustno na-

vigacijo v mešanih operacijah, četudi so v notranjo logistiko vključeni ljudje ali ostala transportna sredstva. Active Shuttle se neopazno prilagodi sedalnemu logističnemu sistemu. Spremembe v logističnem sistemu za Active Shuttle zaradi avtomatskega posodabljanja zemljevida niso problem. Transportni sistem je bil do sedaj preskušen v osmih podjetjih po svetu.

Active Shuttle Management System (AMS) učinkovito opravlja kontrolo nad celotnim voznim parkom notranje logistike. Prihajajoča naročila so lahko vnesena ročno ali pa popolnoma avtomatsko preko tretjih podatkovnih sistemov, saj ima Active Shuttle integriran potreben vmesnik. Vsa naročila in transportni manevri so dokumentirani in jih upravljaavec lahko naknadno optimizira.

Vir:

Bosch Rexroth, Active Shuttle, OPL industrijska avtomatizacija, d. o. o., Dobrave 2, 1236 Trzin, GSM: 041 383 669, mail: info@opl.si, internet: www.bosch-apas.com, g. Jakob Saksida

PODPORNA OS HC

Podjetje HIWIN Offenburg razširja svojo ponudbo na področju pogonske tehnike. Poleg linearnih modulov HM s kvadratnim profilom in linearnih miz HT z vgrajenim dvojnimi vodilom – za uporabo z visokimi navornimi obremenitvami – je zdaj na voljo tudi podporna os serije HC. Os je razvita posebej za vertikalno uporabo (*slika 1*). Njene lastnosti so preverjena kakovost, visoka gostota pretoka moči in natančnost, združene s privlačno obliko.



Slika 1: Nova podporna os HC

Podporna os HC ima omega pogon zobatega jermena, ki je kompaktno vgrajen v pogonski blok. Pogonski blok z motorjem in gonilom je nepremičen, lahka ročica pa se premika. Zahvaljujoč izpopolnjeni strukturi aluminijastega profila ima ročica kljub nizki masi visoko vzvojno togost, zato je primerna za dinamične uporabe.

Zaradi porabe kakovostnih profilnih tirnic HIWIN v notranjosti osi dosegajo kompaktne linearne osi visoko gostoto pretoka moči in odlično zmogljivost.

Zaradi številnih možnosti, ki so že standardno na voljo, npr. pnevmatski vpenjalni element, omeje-

valno stikalo, sistem za merjenje poti ali prilagoditev pogona za vse običajne motorje in dvig, ki se lahko prosto izbere v milimetrskih korakih, je podporna os HC vsestransko uporabna enota, ki jo je mogoče individualno konfigurirati. Konfiguracija je za uporabnika zelo preprosta: s samo nekaj kliki v konfiguratorju proizvajalca na strani www.hiwin.si.

Vir:

HIWIN GmbH, Brücklesbünd 1, 77654 Offenburg, ZR Nemčija, tel.: +49 781 93278-208, faks: +49 781 93278-90, E-pošta: selina.lohrer@hiwin.de, Internet: www.hiwin.si

JAKŠA
MAGNETNI VENTILI

od 1965

- vrhunska kakovost izdelkov in storitev
- zelo kratki dobavni roki
- strokovno svetovanje pri izbiri
- izdelava po posebnih zahtevah
- širok proizvodni program
- celoten program na internetu



www.jaksa.si



Jakša d.o.o., Šlandrova 8, 1231 Ljubljana
T (0)1 53 73 066, F (0)1 53 73 067, E info@jaksa.si

ELEKTRO-HIDRAVLICNI AKTUATOR **H-TRACK**

Aktuator H-Track proizvajalca *THOMSON LINEAR* zagotavlja visoko zmogljivost hidravlike brez velikih prostorskih zahtev in brez visokih stroškov kompletnih hidravličnih sistemov. H-Track je robusten električni aktuator z nosilnostjo vse do 21.350 N in hitrostjo premikanja vse do 100 mm/s. Razvit je za uporabo v ekstremnih pogojih delovanja, ki zahtevajo visoke nosilnosti in minimalne dimenzije.



Slika 1 : Elektro-hidravlični aktuator H-Track (Vir: www.thomsonlinear.com)

Družina aktuatorjev H-Track nudi v primerjavi s konkurenčnimi modeli v svojem razredu najmanjše dimenzije. To jim omogočata poseben patentiran ventil in rezervoar.

Kompletno zatesnjeni modeli H-Track so odporni proti vremenskim vplivom, prahu in koroziji. Imajo stopnjo zaščite IP67 statično in IP69K dinamično.

Aktuator H-Track se izdeluje izbirno za tri različne hidravlične fluide, ki omogočajo delovanje enot v temperaturnem območju od -40 °C pa vse do +80 °C. S tem so aktuatorji primerni za uporabo v najzahtevnejših pogojih. S hodi do 406 mm, končnimi stikali in drugimi možnostmi so aktuatorji H-Track nova možnost za uporabnike na trgu aktuatorjev.

Več informacij o aktuatorjih proizvajalca THOMSON LINEAR dobite pri podjetju INOTEH.

Vir:

INOTEH, d. o. o., K železnici 7, 2345 Bistrica ob Dravi, tel.: +386(0)2 673 01 34, faks: +386(0)2 665 20 81, e-mail: gp@inoteh.si, internet: www.inoteh.si

časopis
industrija

**Vaša sigurna pot
do tržišča v Srbiji**



**Promovišite svoj posao i predstavite
Vašu kompaniju.**

**Najnovije vesti, intervjui, reportaže
sa sajmova u Srbiji i regionu,
predstavljanje kompanija, sve na
jednom mestu.**

www.industrija.rs
www.facebook.com/casopis.industrija

Pokličite nas:

ČASOPIS INDUSTRIJA
Lazara Kujundžića 88,
11030 Beograd, Srbija

tel/fax. + 381 11 305 88 22
mob. + 381 60 344 84 28
e-mail: office@industrija.rs

NIZKOTLAČNA FILTRA PARKER GLF IN GLI IPROTECT®

Ena izmed zadnjih novosti podjetja Parker na področju filtracije so nizkotlačni filtri serije GLF in GLI. Obe seriji filtrov temeljita na patentirani tehnologiji iprotect®. Iprotect® odlikujeta inovativna konstrukcija, ki zagotavlja največjo zmogljivost filtracije, in podaljšana življenjska doba elementov. Hkrati pa je ohranjen nizek padec tlaka, tudi v pogojih hladnega zagona.



Slika 1 : Sestavni deli filtra GLF ter prerez

Največji dovoljeni pretok filtrov GLF in GLI je 1700 l/min, medtem ko je najvišji delovni tlak 10 bar. Oba filtra vsebujeta medij iz steklenih vlaken Quantumfibre™, ki omogoča večji zajem delcev in umazanije. Na voljo je dodatna magnetna predfiltracija za dodatno zaščito v okolju, kjer so železni delci.

Razlika med obema serijama je način vgradnje, filter GLF je predviden za zunanjo, medtem ko je GLI predviden za notranjo vgradnjo v rezervoar.

Vir:

Parker Hannifin Sales CEE s. r. o., Češka republika – Podružnica Novo mesto, tel.: 07 337 66 50, faks: 07 337 66 51, e-mail: parker.slovenia@parker.com, spletna stran: www.parker.com, Miha Šteger

CLEANME – STROKOVNI SEJEM ZA INDUSTRIJSKO IN KOMERCIALNO ČIŠČENJE ZA SLOVENIJO, HRVAŠKO IN CELOTNO REGIJO CEE

Sejem bo potekal v času 6.–8. oktober 2020 na Gospodarskem razstavišču v Ljubljani.

S poudarkom na vsebini in aktivnostih, ki jih izvajajo razstavljalci, bodo ciljnim kupcem predstavili zadnje trende, najnovejše proizvode, tehnologije in rešitve.

Sejem zajema naslednja področja:

- ▶ *čiščenje industrijskih obratov* – tovarn, elektrarn, skladišč, pristanišč, letališč itd.;
- ▶ *komercialno čiščenje* – čiščenje v hotelirstvu, gostinstvu in SPA; vele- in maloprodaja; pisarne, šole; čiščenje in upravljanje stavb; avtopralnice, pralnice itd.

Razstavljalci na sejmu CleanME so proizvajalci, uradni uvozniki in distributerji proizvodov, opre-

me, strojev, pripomočkov in orodij za industrijsko in komercialno čiščenje ter čistilnih kemikalij in raztopin; ponudniki storitev čiščenja, izobraževalne institucije, založniki, združenja in drugi. V času sejma CleanMe bodo organizirani bogati spremljevalni programi v okviru t. i. Business Forum, kjer bodo za strokovne obiskovalce predavanja, predstavitve, demonstracije domačih in tujih strokovnjakov.

V letu 2020 bo istočasno potekal še strokovni sejem ECO WAVE, namenjen okoljskim tehnologijam. Ker sta vsebini delno povezani, verjamemo, da bosta dogodka v sinergiji zagotovila strokovnim obiskovalcem kompleksne rešitve in odgovore na njihova vprašanja ter ponudila obilo novih znanj in izkušenj.

www.icm.si



6.-8.10.2020
GR, Ljubljana

CLEANME
Strokovni sejem za industrijsko & komercialno čiščenje

www.icm.si



Dvignite produktivnost !

Zmanjševanje izpadov med postopkom zamenjave orodij je vsakodneven izziv, ko poskušate ostati odzivni in konkurenčni. Stäubli rešuje te izzive s preverjenimi rešitvami za vsako ključno stopnjo procesa, od najpreprostejše aplikacije do popolne rešitve za hitro zamenjavo orodij.

Zanesljivost. Učinkovitost. Varnost. Stäubli.

www.quick-mould-change.com

FAST MOVING TECHNOLOGY

STÄUBLI

Ventil 6 / 2019 • Letnik 25

POVEČANA ZANESLJIVOST DELOVANJA HLADILNEGA SISTEMA PRI NIŽJIH TEMPERATURAH

Podjetje OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana, ima v svojem proizvodno-prodajnem programu različne tehnologije hlajenja procesne vode za vse industrijske primere uporabe. V hladilnih sistemih se za hlajenje v industrijskih in mehaničnih delavnicah uporablja glikol. Z njim je mogoče prilagajati nivo temperature sistema. Za uspešno in varno uporabo glikola v hladilnih sistemih je treba poznati nekatere njegove značilnosti, njegovo vlogo v hladilnem procesu, vrsto glikola, značilnosti hladilnih naprav in zahteve pri vzdrževanju.

1 Glikol in njegova vloga v hladilnem sistemu

Glikol je organska spojina iz vrst alkoholov. Na splošno se mu reče sredstvo proti zmrzovanju ali hladilo. Čeprav se včasih obnaša kot hladilna tekočina in ga nekateri tudi tako imenujejo, to ne drži. Glikol ohlaja samo preko prenosa toplote v prenosniku toplote, hladilna tekočina pa za odstranjevanje toplote uporablja proces uparjanja – kondenzacijski krog.

Brez glikola v sistemu voda zamrzne pri 0 °C. Vendar se lahko že pri temperaturah izhodne vode pri 4 °C pričnejo težave, saj ima takrat voda največjo gostoto. V tem primeru se temperatura medija (vode) v sistemu ne more spustiti pod to vrednost. Kljub temu pa veliko hladilnih sistemov potrebuje temperaturno fleksibilnost, ker je velikokrat sam hladilnik vode postavljen zunaj, hidravlična inštalacija oz. cevi potujejo zunaj objekta ali v neogrevane prostore. Dodajanje glikola v vodo zmanjša točko zmrzovanja. Delež glikola v vodi določa novo točko zmrzovanja.

Nižja, kot je točka zmrzovanja, nižja je lahko temperatura procesne vode. Večja, kot je razlika med ohlajeno vodo iz hladilnika ter povratno vodo v hladilnik, hitrejši je prenos toplote. Ko se uporablja hladilo za nižjo temperaturo, je omogočen večji prenos energije v hladilni medij iz druge tekočine oz. procesa.

Prednost glikola v sistemu je, da omogoča delovanje hladilnega sistema pri temperaturah pod točko zmrzovanja vode. Pri nekaterih hladilnih sistemih pri znižanju temperature izhodne vode tudi hladilnik deluje bolj optimalno.

Delež glikola in vode v mešanici je odvisen od temperature ozračja, želenega znižanja temperature in



Slika 1 : Tip glikola in možnosti pakiranja

hitrosti prenosa toplote preko prenosnika toplote. Ob nepravilni koncentraciji glikola v hladilnem sistemu, pride v njem tudi do nasprotnega učinka, saj se posledično lahko pojavijo tudi okvare pomembnih delov hladilnika.

Glikol pogosto vsebuje tudi zaviralnike korozije, ki pomagajo podaljševati življenjsko dobo hladilnega sistema.

Za hladilnike industrijske vode se običajno uporabljata propilen in etilenglikol (*slika 1*). Razlikujeta se glede na zmogljivost, dejavnike okolja in splošno varnost. Vrsto glikola, ki je najbolj primeren za določen hladilni sistem, določajo specifične zahteve.

2 Uporaba glikola v hladilnih sistemih

Pri uporabi glikola v hladilnih sistemih je treba upoštevati varnost, možnost dobave in način priprave mešanice glikol-voda.



Slika 2 : Refraktometer – pripomoček za merjenje odstotka glikola

Načeloma je propilen glikol lahko v bližini hrane in se uporablja tudi v proizvodnjah s hrano in pijačo. Večina pivovarjev, vinarjev ter živilskih industrij v svojih procesih uporablja ta tip glikola. V primeru nejasnosti prodajalec glikola izda certifikat, v katerem je navedeno, da je glikol primeren za živilsko industrijo, oziroma zagotovilo, da je tip glikola v mešanici varen za potrošnike.

Glikol je mogoče kupiti pri pooblaščenih dobaviteljih. Pred nakupom je treba poznati želeno koncentracijo, tip in namen, za katerega se bo uporabil. Glikol je na voljo v več pakiranjih (1 kg, 10 kg, 25 kg, 50 kg, 200 kg) in mora biti primeren po specifikaciji in namenu uporabe. Sredstvo proti zmrzovanju, ki se uporablja za avtomobile, ni primerno za uporabo v hladilnikih industrijske vode.

Pri nakupu mešanice hladilnega sredstva, v kateri je vsebnost glikola višja od potreb sistema, se razmerje spremeni z enostavnim dodajanjem vode. Primerna je filtrirana, destilirana ali navadna voda. Voda iz vodovoda vsebuje minerale, kot npr. kalcij, ki lahko vpliva na hladilnik industrijske vode, saj povzroča odlaganje vodnega kamna v sistemu in je zato manj primerna. Pravilna koncentracija glikola v vodi se izmeri s pomočjo refraktometra (*slika 2*). Pri polnjenju hladilnega sistema z mešanico je treba odstraniti zračne žepe, ki so se nabrali v sistemu, saj se tako prepreči penjenje ter zagotovi pravilno prevajanje toplote.

3 Vpliv uporabe glikola na hladilni sistem

Baker, jeklo in ABS-plastika so najpogostejši materiali za cevne napeljave. Uporabna je tudi PVC plastična napeljava. Pomembno je, da se ob gradnji novega sistema zagotovijo tudi ustrezne dimenzije cevne napeljave. Če so preseki cevi premajhni, se povečajo upori v ceveh in zmanjša pretok medija skozi sistem. Če je napeljava predimenzionirana, se lahko zmanjša učinkovitost samega sistema hlajenja.

OMEGA AIR

Air and Gas



Oprema za stisnjen zrak



Adsorpcijski sušilniki



Vijačni kompresorji



Generatorji plinov



OMEGA

AIR

OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana

T +386 (0)1 200 68 00
F +386 (0)1 200 68 50

info@omega-air.si

Cesta Dolomitskega odreda 10
SI-1000 Ljubljana, Slovenija
www.omega-air.si

nja. Vsi tipi glikola niso priporočljivi v kombinaciji s pocinkanimi cevmi, ker lahko glikol v kombinaciji s cinkom povzroča reakcije.

Ker je veliko hladilnikov vode namenjenih samo za uporabo vode, bo najverjetneje potrebno narediti/spremeniti nekatere manjše nastavitve v samem krmilniku. Komponente v hladilniku vode, kot so uparjalnik, črpalka, kompresor, vroč plin, ventilatorji ter ventili obhodnega voda, bodo najverjetneje potrebovale novo nastavitve. Glikol ima nižjo specifično toplotno kapaciteto in nižjo toplotno prevodnost. Te dejavnike je potrebno upoštevati pri načrtovanju hladilnega sistema. Potrebne spremembe bo izdelal usposobljen tehnični svetovalec. Pri uporabi glikola se spremeni tudi način vzdrževanja, saj je potrebno letno preverjanje koncentracije glikola v samem sistemu.

4 Vzdrževanje, kontrole in periodični pregledi hladilnika vode

Za ohranjanje pravilnega in zanesljivega delovanja naprave ter zagotovitev zmogljivosti naprave je potrebno opravljati nekatere periodične preglede.

Seznam nekaterih potrebnih ukrepov, ki podaljšujejo življenjsko dobo hladilnika vode:

- ▶ preverjanje morebitne prisotnosti alarmnih signalov – kode alarma so navedene v navodilih za uporabo;
- ▶ zagotavljanje, da je temperatura proizvedene vode v zahtevanih mejnih vrednostih, ki so bile izbrane;
- ▶ preverjanje delovanja ventilatorjev;
- ▶ ob zaustavljeni črpalki preverjanje tlaka v vodnem tokokrogu;
- ▶ redno preverjanje in čiščenje lovilnika nesnage. Glede na stanje vodnega sistema se to opravilo izvaja tedensko ali mesečno. Za nemoteno delovanje je potrebno preprečiti vstop umazanije

v hladilni sistem;

- ▶ čiščenje kondenzatorjev s curkom stisnjenega zraka oziroma z vodo, ki naj poteka enkrat mesečno oziroma po potrebi. Na filterjih in površini kondenzatorja se nabira umazanija, kar lahko vpliva na splošno zmogljivost hladilnika ter prenos toplote plina na okolico;
- ▶ vzdrževanje ustreznega nivoja in pretoka vode. Nizka raven vode v rezervoarju lahko povzroči nepravilen pretok v črpalki, kar lahko vodi do poškodb ali okvare rotorja. V rezervoarjih, ki niso pod tlakom, je potrebno vzdrževati vsaj najnižji vodostaj. Rezervoarji pod tlakom, ki morajo biti polni, imajo običajno avtomatsko ali ročno odzračevanje za izpust zraka. Redno vzdrževanje prepreči težave uparjalnika, ki zaradi premajhnega pretoka vode lahko zamrzne;
- ▶ načrtovanje letnega vzdrževanja. Mnogi uporabniki menijo, da hladilniki vode z zaprtim krogom ne potrebujejo servisiranja. To prepričanje je napačno, saj ti hladilniki zahtevajo enako pozornost kot druga mehanska oprema. Delovanje električnih in hladilnih komponent naj preverijo usposobljeni tehniki. Z rednim vzdrževanjem hladilnika vode bo zagotovljeno njegovo nemoteno in varno obratovanje.

Najboljši oziroma najbolj varen način določanja pravilne koncentracije glikola za vaš sistem je, da se pogovorite s tehnično službo v podjetju OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana. Če niste prepričani o primernosti komponent za uporabo glikola, se je pred samo uporabo glikola potrebno posvetovati s tehničnem svetovalcem podjetja OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana. Zagotovljena je tudi montaža in 24-urna servisna služba vse dni v tednu, na razpolago pa je tudi širok nabor nadomestne opreme za izposojajo v primeru večjih servisnih del, remontov ali nenadnih izpadov.

www.omega-air.si



IRT 3000
INOVACIJE • RAZVOJ • TEHNOLOGIJE

SPLAČA SE BITI NAROČNIK



ZA SAMO 50€ DOBITE:

- celoletno naročnino na revijo IRT3000 (10 številčk)
- strokovne vsebine na več kot 140 straneh
- vsakih 14 dni e-novice IRT3000 na osebni elektronski naslov
- možnost ugodnejšega nakupa strokovne literature

**UGODNOSTI ZA
NAROČNIKE REVIE**

Vsak novi naročnik prejme
majico in ovratni trak

NAROČITE SE! ☎ 01 5800 884 ✉ info@irt3000.si 🌐 www.irt3000.si/narocam



Na voljo tudi digitalna različica revije

WWW.IRT3000.COM

© Ventil 25(2019)6. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
 © Ventil 25(2019)6. Printed in Slovenia. All rights reserved.

Internet: <http://www.revija-ventil.si>
 E-mail: ventil@fs.uni-lj.si

ISSN 1318-7279
 UDK 62-82 + 62-85 + 62-31/-33 + 681.523 (497.12)

VENTIL Revija za fluidno tehniko, avtomatizacijo in mehatroniko
 Journal for Fluid Power, Automation and Mechatronics

Volume **Letnik** 25
 Year **Letnica** 2019
 Number **Številka** 6

Revija je skupno glasilo Slovenskega društva za fluidno tehniko in Fluidne tehnike pri Združenju kovinske industrije Gospodarske zbornice Slovenije. Izhaja šestkrat letno.

Ustanovitelj: SDFT in GZS – ZKI-FT
Izdajatelj: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
Glavni in odgovorni urednik: prof. dr. Janez Tušek
Pomočnik urednika: mag. Anton Stušek
Tehnični urednik: Roman Putrih

Znanstveno-strokovni svet:

- ▶ prof. dr. Maja Atanasijević-Kunc, FE Ljubljana
- ▶ izr. prof. dr. Ivan Bajsić, FS Ljubljana
- ▶ doc. dr. Andrej Bombač, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Peter Butala, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Alexander Czinki, Fachhochschule Aschaffenburg, ZR Nemčija
- ▶ doc. dr. Edvard Detiček, FS Maribor
- ▶ prof. dr. Janez Diaci, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Jože Duhovnik, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Niko Herakovič, FS Ljubljana
- ▶ mag. Franc Jeromen, GZS – ZKI-FT, je upokojen
- ▶ prof. dr. Roman Kamnik, FE Ljubljana
- ▶ prof. dr. Peter Kopacek, TU Dunaj, Avstrija
- ▶ mag. Milan Kopač, POCLAIN HYDRAULICS, Žiri
- ▶ prof. dr. Darko Lovrec, FS Maribor
- ▶ izr. prof. dr. Santiago T. Puente Méndez, University of Alicante, Španija
- ▶ doc. dr. Franc Majdič, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Hubertus Murrenhoff, RWTH Aachen, ZR Nemčija
- ▶ prof. dr. Gojko Nikolić, Univerza v Zagrebu, Hrvaška
- ▶ izr. prof. dr. Dragica Noe, FS Ljubljana
- ▶ dr. Jože Pezdirnik, FS Ljubljana
- ▶ Martin Pivk, univ. dipl. inž., Šola za strojništvo, Škofja Loka
- ▶ prof. dr. Alojz Sluga, FS Ljubljana
- ▶ Janez Škrlec, inž., Razvojno raziskovalna dejavnost, Zg. Poljskava
- ▶ prof. dr. Brane Širok, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Željko Šitum, Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb, Hrvaška
- ▶ prof. dr. Janez Tušek, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Hironao Yamada, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice in oglasov: Narobe Studio, d. o. o., Ljubljana
Lektoriranje: Marjeta Humar, Andrea Potočnik
Prelom in priprava za tisk: Grafex agencija | tiskarna
Tisk: Schwarz Print, d. o. o., Ljubljana
Marketing in distribucija: Roman Putrih

Naslov izdajatelja in uredništva: UL, Fakulteta za strojništvo – Uredništvo revije Ventil
 Aškerčeva 6, POB 394, 1000 Ljubljana
 Telefon: + (0) 1 4771-704
 Faks: + (0) 1 4771-772 in + (0) 1 2518-567

Naklada: 1.500 izvodov
Cena: 4,00 EUR – letna naročnina 24,00 EUR

Revijo sofinancira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS).
 Revija Ventil je indeksirana v podatkovni bazi INSPEC.
 Na podlagi 25. člena Zakona o davku na dodano vrednost spada revija med izdelke, za katere se plačuje 9,5-odstotni davek na dodano vrednost.

40. SKUPŠČINA MEDNARODNE ORGANIZACIJE CIVILNEGA LETALSTVA – MONTREAL 24. 9.-4. 10. 2019

Skupščina Mednarodne organizacije civilnega letalstva (v nadaljevanju Skupščina ICAO) se mora sestati najmanj enkrat na vsaka tri leta. Vse države (trenutno 193) imajo enako pravico biti zastopane na zasedanjih Skupščine ICAO in imajo po en glas. Skupščina ICAO veljavno odloča, če je prisotna večina držav pogodbenic. Odločitve se običajno sprejemajo z večino oddanih glasov, kar že nekaj časa poteka elektronsko.

Uvod

ICAO je mednarodna organizacija, ki je nastala z mednarodno pogodbo, njene članice so države, organizacija pa ima jasno določene cilje mednarodne narave. Cilji ICAO so določeni v 44. členu Čikaške konvencije, ne gre pa pozabiti, da ti cilji odsevajo tudi v preambuli same konvencije. ICAO se pri svojem delu zavzema za varnost, rednost, učinkovitost, ekonomičnost in enakost v priložnostih. Njene zakonodajne naloge izhajajo iz dejstva, da organizacija *per se* nima urejevalnih pooblastil, ki bi bila v nasprotju z željami njenih članic. Lahko rečemo, da je ICAO instrument, ki si ga je izbralo 193 držav članic, torej neke vrste *sredstvo*, s katerim izražajo svojo politično voljo pri doseganju skupnih ciljev. Z drugimi besedami povedano: zakonodajno delo ICAO odseva politično voljo držav članic, da bi dosegle mednarodno sprejemljive rešitve in kompromise, ki naj jih pripeljejo do rešitev. ICAO je specializirana

agencija Združenih narodov in kot taka odgovorna za tako ukrepanje, ki ustreza njenim temeljnim dokumentom za doseg njenih ciljev.

Cilji in nameni ICAO so naslednji:

- ▶ zagotoviti varno in redno rast civilnega letalstva po vsem svetu,
- ▶ spodbujati razvoj gradnje in uporabe zrakoplovov v miroljubne namene,
- ▶ spodbujati razvoj zračnih poti, letališč in naprav za zračno plovbo za mednarodno civilno letalstvo,
- ▶ zadovoljevati potrebe ljudi vsega sveta po varnem, rednem, učinkovitem in ekonomičnem zračnem prevozu,
- ▶ preprečevati ekonomske izgube, ki bi jih povzročila nezmerna konkurenca,
- ▶ zagotavljati, da se pravice držav pogodbenic spoštujejo v celoti in da ima vsaka država pogodbenica pravično možnost za delovanje mednarodnih letalskih družb,



40. Skupščina Mednarodne organizacije civilnega letalstva

¹ 44. člen Čikaške konvencije, zbral, uredil in posodobil mag. Aleksander Čičerov, Konvencijo o mednarodnem civilnem letalstvu je izdala Fakulteta za strojništvo UL, 2011.

- ▶ preprečevati diskriminacijo med državami pogodbenicami,
- ▶ spodbujati varnost letenja v mednarodni zračni plovbi in
- ▶ na splošno in v vseh pogledih razvijati mednarodno civilno letalstvo.¹

Priprava gradiva za 40. zasedanje skupščine ICAO

V skladu z 12. členom Postopkovnih pravil Skupščine ICAO je Svet ICAO² pripravil začasni dnevni red. Vseboval je 52 točk z ustrezno obrazložitvijo, točke pa so glede na obravnavo v delovnih skupinah združene v posamezne sklope.

Na plenarnem zasedanju so članice ICAO obravnavale 9 točk dnevnega reda:

- ▶ začetek 40. rednega zasedanja Skupščine ICAO,
- ▶ potrditev dnevnega reda,
- ▶ ustanovitev odborov in komisij,
- ▶ napotitev zadev odborom in komisijam,
- ▶ izvolitev članov iz držav članic, ki bodo sodelovali v Svetu ICAO,
- ▶ izvolitev predsedujočega 40. zasedanju Skupščine ICAO,
- ▶ izvolitev 4 podpredsednikov Skupščine ICAO in predsedujočih v komisijah,
- ▶ izjave delegacij (izjave se morajo nanašati na dnevni red zasedanja ali na zadeve, ki se nanašajo na glavne zadeve, ki so v razpravi v ICAO in ne smejo biti daljše od 5 minut) in
- ▶ poročila odborov in komisij ter ukrepi v zvezi s tem.

Izvršni odbor je za obravnavo na skupščini pripravil 17 točk:

- ▶ zaostanki plačil držav članic;
- ▶ letna poročila Sveta ICAO za 2016, 2017 in 2018;
- ▶ letalska varnost; poročilo o napredku na področju glavnih letalskih varnostnih akcij (GASep – globalni letalski varnostni načrt, Resolucija Varnostnega sveta ZN 2309 in rezultati konference o letalski varnosti 2018);
- ▶ v skladu z Resolucijo A39-18, dodatek E, je Svet ICAO poročal o programu nadzora glede na Aneks 17 (Varnostni standardi);
- ▶ Svet ICAO je poročal o napredku v zvezi z Aneksom 9 – Olajšave, zaščita okolja, letalski hrup in lokalna kvaliteta zraka – emisije;
- ▶ ICAO in klimatske spremembe;
- ▶ kompenziranje ogljika in shema zmanjševanja;
- ▶ večjezičnost v ICAO;
- ▶ povečanje zmogljivosti in učinkovitosti ICAO;
- ▶ program NCLB – nobena država ne sme ostati zadaj;

- ▶ agenda ICAO 2030;
- ▶ finančni viri in prostovoljno doniranje;
- ▶ tehnični asistenčni program;
- ▶ tehnično sodelovanje;
- ▶ ICAO – izobraževanje in krepitev kapacitet;
- ▶ druge zadeve, ki naj jih preuči Izvršni odbor ICAO.

Tehnična komisija je za obravnavo pripravila štiri točke:

- ▶ letna poročila za 2016, 2017 in 2018;
- ▶ letalska varnost in politika upravljanja letal;
- ▶ letalska varnost in regionalni koordinacijski mehanizmi upravljanja letal;
- ▶ druge zadeve, ki naj jih pregleda tehnična komisija.

Ekonomska komisija je pripravila šest točk:

- ▶ letna poročila za 2016, 2017 in 2018;
- ▶ gospodarno urejanje mednarodnega zračnega prevoza;
- ▶ gospodarjenje z letališči in storitve vodenja letal;
- ▶ letalski podatki – spremljanje in analize;
- ▶ gospodarni razvoj zračnega transporta;
- ▶ druge zadeve, ki naj jih pregleda ekonomska komisija.

Pravna komisija je pripravila štiri točke dnevnega reda:

- ▶ letna poročila za 2016, 2017 in 2018;
- ▶ delovni program ICAO na pravnem področju;
- ▶ konsolidirana izjava o nadaljevanju politike ICAO na pravnem področju;³
- ▶ druge zadeve, ki naj jih pregleda pravni odbor.

Administrativna komisija je pripravila 12 točk dnevnega reda:

- ▶ letna poročila za 2016, 2017 in 2018;
- ▶ proračuni za 2020, 2021 in 2022;
- ▶ potrditev prispevkov držav, ki bi postale članice ICAO, v splošni sklad in določitev glavnice;
- ▶ prispevki držav v zaostanku;⁴
- ▶ ocena splošnega sklada za 2020, 2021 in 2022;
- ▶ ocena glavnice;
- ▶ poročilo splošnega sklada;
- ▶ razpolaganje z gotovinskim plusom ali deficitom;
- ▶ dopolnitve finančne zakonodaje;
- ▶ pregled izdatkov, potrditev računov in pregled poročil o nadzoru za leta 2016, 2017 in 2018;
- ▶ imenovanje zunanjega revizorja;
- ▶ status ICAO-jevih uslužbencev in upravljanje s človeškimi viri;
- ▶ zadeve, ki naj jih pregleda administrativna komisija.

² Svet je stalen organ, ki je za svoje delo odgovoren Skupščini ICAO, sestavlja ga 36 držav članic, ki opravljajo svoje delo tri leta do naslednjega zasedanja Skupščine ICAO.

³ Glej podrobno delovni dokument A40-WP/9, LE/1, 9/5/19, A40-WP/78, LE/2, 16/7/19, dodatek A, A40-WP/78, LE/2.

⁴ Slovenija nima zaostankov pri plačilu finančnih obveznosti do ICAO.

24. in 25. septembra je na sedežu ICAO v Montrealu potekal tudi t. i. Treaty Event, ki je ponudil državam članicam možnost, da ratificirajo oziroma pristopijo k nekaterim mednarodnim dokumentom letalskega prava, in sicer:

- ▶ Montrealska konvencija (1999);
- ▶ Pekinška konvencija (2010);
- ▶ Pekinški protokol (2010);
- ▶ Montrealski protokol (2014) in
- ▶ Protokol, ki spreminja 50. in 56. člen Čikaške konvencije (2016).

Generalni sekretar ICAO na tak način spodbuja države članice, ki tega še niso storile, da na ta dan deponirajo instrumente o ratifikaciji ali pristopu k mednarodnim pravnim dokumentom, ki so nastali v okviru ICAO.

Izhodišča za udeležbo in delo slovenske delegacije na 40. rednem zasedanju skupščine ICAO

Izhodišča za udeležbo slovenske delegacije je sprejela Vlada Republike Slovenije s sklepom, s katerim je imenovala delegacijo Republike Slovenije. Ta je bila za letošnje zasedanje sestavljena iz predstavnikov Direktorata za letalski in pomorski promet MZI, veleposlaništva RS v Ottawi, Javne agencije za civilno letalstvo RS in Kontrole zračnega prometa Slovenije. Stroške udeležbe na 40. zasedanju Skupščine ICAO krijejo institucije, iz katerih prihajajo posamezni člani delegacije. Delegacijo sestavlja minimalno število članov, ki je potrebno tako po položaju kot posameznih strokovnih področjih, ker je delo Skupščine razdeljeno tako, da hkrati s plenarnim zasedanjem potekajo tudi seje delovnih teles, kjer je potrebna prisotnost strokovnjaka.

Delegacija Republike Slovenije na Skupščini ICAO ne predstavlja svojih stališč, ampak se glede posameznih točk dnevnega reda posvetuje s članicami ECAC, EU in Evropske komisije. Pri točkah dnevnega reda, pri katerih je stališča sprejela EU, slovenska delegacija glasuje v skladu s stališči EU. Glede drugih točk slovenska delegacija glasuje v skladu s sprejetimi dogovori na usklajevalnih sestankih, organiziranih v okviru Skupščine ICAO. Pri volitvah v Svet ICAO glasuje za tiste države kandidatke, ki so umeščene v seznam mednarodno usklajenih podpor oziroma v skladu s sprejetimi dogovori na usklajevalnih sestankih, ki so organizirani v okviru Skupščine ICAO. Glede na povedano in glede na dejstvo, da je Slovenija članica ICAO, EU, ECAC, EUROCONTROL, ZN itd., je v izhodiščih za delo delegacije zapisana formula: »Delegacija podpre imenovanja delovnih teles, nima svojih predlogov, se seznani s poročili, podpre besedila resolucij itd.«

Slovenska delegacija ni deponirala ratifikacijskih listin ali listin o pristopu h konvencijam, ki jih še ni prevzela v svoj pravni sistem (t. i. treaty event).

Rezultati 40. rednega zasedanja skupščine ICAO

Prostor nam ne dopušča, da bi predstavili zaključke celotnega zasedanja Skupščine ICAO. Zato nas zanimajo predvsem zaključki, ki jih je v sprejem Skupščini ICAO posredovala Pravna komisija. Skupno poročilo in zapiski zasedanj bodo v kratkem dosegljivi na <https://www.icao.int/Meeting/a40/Pages/assembly-report-and-minutes.aspx>.

Pravna komisija je Svetu ICAO, ta pa Skupščini ICAO, posredovala v obravnavo naslednje dokumente:

- ▶ **K točki 38** – Delovni program ICAO na pravnem področju: mednarodnopravni aspekti v zvezi z operacijami brezpilotnih letal, pregled pravil ICAO za reševanje sporov, premislek o vodilih glede navzkrižja interesov, razmislek o ustreznosti veljavnih instrumentov mednarodnega prava, ki se nanašajo na kibernetске grožnje proti civilnemu letalstvu, dejanja in prekrški, ki zadevajo mednarodno letalsko skupnost in niso kriti z obstoječimi instrumenti letalskega prava, spodbujanje ratifikacij instrumentov mednarodnega letalskega prava, implementacija 21. člena Čikaške konvencije (dostavljanje podatkov o registraciji) in študija o mednarodnopravnih zadevah, ki se nanašajo na globalni navigacijski satelitski sistem (GNSS). Pravni odbor bo na predlog Republike Koreje v prihodnjem letu izvedel tudi regionalni seminar za azijsko-pacifiško regijo.⁵
- ▶ **K točki 39** – Konsolidirana izjava o nadaljevanju politike ICAO na pravnem področju: konsolidirano stališče o nadaljevanju politike ICAO na pravnem področju in napredek glede podpore za spremembo Konvencije o kaznivih dejanjih in določenih drugih dejanjih, storjenih na krovu letala (Montrealski protokol 2014). Gre za rutinsko nalogo Pravne komisije, ki spremlja implementacijo mednarodnih aktov s področja mednarodnega civilnega letalstva. To običajno stori tako, da države članice ICAO pozove, da čim prej ratificirajo določene mednarodnopravne akte (v obliki resolucije) oz. s posodobitvijo priročnikov; v konkretnem primeru gre za posodobitev Priročnika o pravnih aspektih neobvladljivih in razdiralnih potnikov. Podobno velja za uveljavitev Protokola, ki uvaja v Čikaško konvencijo nov 3. bis člen (156 pogodbenic) o obveznosti, da se države vzdrže uporabe orožja proti civilnim letalom med letom, in Protokola, ki uvaja 83. bis člen v navedeno konvencijo (Prenos nekaterih nalog in obveznosti).⁶

⁵ Glej dok. A40-WP/375, LE/10,19/08/19 in A40-WP/375, LE/19, 19/08/19.

⁶ Glej dok. A40-WP/9, LE1, 9.5.19, A40-WP/355, LE/9, 2.8.2019.

► **K točki 40** – Druga vprašanja, ki jih je obravnavala Pravna komisija: gre za teme, ki nimajo posebne točke dnevnega reda in jih mora obravnavati Skupščina ICAO. Delegaciji Brazilije in ZDA sta opozorili na potrebo po implementaciji 12. člena Čikaške konvencije.⁷ Ustanovljena je bila posebna delovna skupina, ki bo preučila učinkovito implementacijo 12. člena (Dok. A40-WP/101, LE/3,24.7.19). Montrealska konvencija 1999 uvaja moderen in učinkovit režim glede odgovornosti prevoznika med prevozom po zraku. 136 držav je konvencijo že ratificiralo, ICAO pa si želi, da jo ratificirajo še preostale države članice (A40-WP/293, LE/8,2.8.19). Republika Kitajska želi okrepiti zaupanje v njihovo upravo, zato pa potrebuje tudi pomoč ICAO pri nadaljevanju izboljšav ter izmenjavi izkušenj z drugimi civilnimi letalskimi upravami (A40-WP/236, LE7/2/8/19). Podobno velja tudi za nadzor nad civilno letalsko industrijo na Kitajskem. Pomoč ICAO bi bila dobrodošla (A40-WP/235, LE/6,2.8.19). Implementacija mednarodnih konvencij, ki so nastale pod okriljem ICAO, je še vedno problem. Zato je ICAO organiziral CALAF 2019 (Forum civilnih pravnih svetovalcev za civilno letalstvo), ki bodo poskrbeli za pravilno implementacijo (A40-WP/204, LE/5,2.8.19) najboljše prakse za pomoč žrtvam glede nadomestila zavarovalničarjev. Problem so zavarovalnice, ki ne uporabljajo najboljših praks v primerih, ko je potrebno žrtvam letalskih nesreč izplačati zavarovalnino (A40-WP/434, LE/12,02/08/19, glej tudi reviziran dokument Mednarodne federacije družin žrtev letalskih nesreč -A40-WP/434, LE/12,02/08/19, Revision No. 1, 309/08/19 in Rev. 2, 11/09/19). Kriminalizacija nesreč in incidentov v letalstvu zahteva pregled in utrditev obsto-

ječih vodil ICAO ter pomoč državam članicam na tem področju pri sprejemanju in uveljavljanju potrebne zakonodaje. Države naj pregledajo obstoječo zakonodajo in jo prilagodijo pravnim vodilom ICAO (A40-WP/428, LE/11 Information paper). Pravna komisija je predložila tudi rezultate pregleda o razdiralnih potnikih, pripravljenosti letalskega osebja in težav. Iz podatkov sledi, da se število razdiralnih potnikov povečuje, kar ogroža druge potnike, letalsko osebje in letalsko industrijo. Pospešiti je potrebno pripravo pravnih ukrepov, ki bodo težave vsaj zaježili (A40-WP/534, LE/13,10/9/19). Letalski prevozniki v Indoneziji se srečujejo s težavami glede odgovornosti na domačih in mednarodnih poletih. ICAO prosijo, da oceni kvaliteto njihovih ukrepov za zmanjšanje težav (A40/WP/545, LE/15,10/9/19, Inf. Paper).

Sklepna razmišljanja

40. rednega zasedanja Skupščine ICAO se je udeležilo 172 držav članic (od 193), kar pomeni 1841 delegatov, opazovalcev je bilo 48 (325 predstavnikov) in 20 predstavnikov medijev. Poseben gost letošnjega zasedanja je bil Raymond Benjamin, bivši generalni sekretar ICAO. Število točk dnevnega reda ni bila presenetljivo (52), vendar je potrebno reči, da je dnevni red odražal skrbi držav članic: gospodarske razmere, onesnaževanje okolja, potreba po novih ratifikacijah mednarodnopravnih aktov s področja letalskega prava, problematika uporabe brezpilotnih letal, komunikacij med letali in kontrolo in še bi lahko naštevati. Čez tri leta bodo države pregledale, koliko njihovih sklepov se je uresničilo (2022).

⁷ »Vsaka država pogodbenica se obvezuje, da bo sprejela ukrepe, ki bodo zagotavljali, da bo vsak zrakoplov, ki bo letel ali izvajal manever na njenem ozemlju, in vsak zrakoplov, ki bo nosil njeno državno oznako, ne glede na to, kje se nahaja, spoštoval pravila in predpise, ki tam veljajo za letenje in manevriranje. Vsaka država pogodbenica se obvezuje, da bodo njeni predpisi v tem pogledu, v največji možni meri skladni s predpisi, ki bodo občasno pripravljeni v skladu s to konvencijo. Na odprtem morju bodo veljala pravila, sprejeta na podlagi te konvencije. Vsaka država pogodbenica se obvezuje, da bo preganjala vsako osebo, ki bi prekršila predpise, ki se uporabljajo v teh primerih.«

OGLAŠEVALCI

- | | | | |
|--|--------------------|---|---------------|
| ► AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana..... | 455, 472 | ► OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin . | 429, 482 |
| ► CELJSKI SEJEM, d. d., Celje..... | 473 | ► PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.) | |
| ► FESTO, d. o. o., Trzin..... | 429, 512 | Novo mesto..... | 429 |
| ► HENNLICH, d. o. o., Podnart..... | 447 | ► POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o., Žiri.... | 429, 430 |
| ► ICM, d. o. o., Vojnik..... | 452, 453, 465, 510 | ► PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana..... | 429, 432 |
| ► IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.) | | ► PROFIDTP, d. o. o., Škofljica..... | 502, 511 |
| NORGREN, Lesce..... | 429 | ► STÄUBLI Systems, s.r.o., Pardubice, CZ..... | 499 |
| ► INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija..... | 497 | ► STROJNISTVO.COM, Ljubljana..... | 441 |
| ► JAKŠA, d. o. o., Ljubljana..... | 496 | ► S3C, d. o. o., Ljubljana..... | 429 |
| ► MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje..... | 429 | ► UL, Fakulteta za elektrotehniko..... | 483 |
| ► OLMA, d. o. o., Ljubljana..... | 429 | ► UL, Fakulteta za strojništvo..... | 435, 443, 490 |
| ► OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana..... | 429, 501 | ► YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica..... | 464 |

GUERNIKA – PRED VRATI PEKLA

V Galeriji kraljice Sofije v Madridu je na ogled original Picassove Guernike. Obiskovalci Galerije molče opazujejo delo umetnika, ki je s sliko tragedije v vasici Guernika upodobil njeno uničenje in smrt več kot 1000 prebivalcev zato, da bi v španski državljanski vojni zmagal Francisco Franco.



Wolfram Freiherr von Richthofen

Španska državljanska vojna se je začela med dvema političnima blokoma: levim, ki se je boril za demokracijo in proti totalitarizmu, in desnim, ki je nasprotoval revoluciji, ki bi uvedla spremembe v korist delavcev in kmetov ter odpravila privilegije. Vojno so začele španske vojaške sile, da bi prevzele oblast v Španiji (17. julij 1936 – april 1939)¹.

Izgube na obeh straneh so primorale voditelje, da so zaprosili za zunanjo pomoč. Franco se je obr-



Messerschmitt Bf 109

nil na Hitlerja in Mussolinija, republikanci pa so za pomoč zaprosili Stalina. Franco je dobil pomoč v letalih, republikanci pa v politični podpori, pridružili pa so se jim tudi številni prostovoljci iz Evrope in ZDA. V nadaljevanju se bomo omejili na letalske sile, ki so sodelovale v španski državljanski vojni.

Da je Francisco Franco v vojni zmagal, je bila odločilna pomoč nemške strani. Na Hitlerjevo zahtevo je bila znotraj Wehrmacht kot posebna vojaška formacija ustanovljena Legija Kondor. Z njo je povezano tudi ime Wolframa Freiherrja von Richthofna (10. 10. 1895–12. 7. 1945), bolj znanega kot bratranca Rdečega barona².

Med I. svetovno vojno je bil Wolfram »Ulf« Karl Ludwig Moritz Hermann Freiherr von Richthofen vojaški pilot, ki se je med II. svetovno vojno povzpел do maršala nacističnih letalskih sil – Luftwaffe.

Po koncu I. svetovne vojne, v kateri naj bi bil sestrelil osem letal, se je pridružil nemškim oboroženim silam, leta 1933 pa je vstopil v Wehrmacht in kot član nove Luftwaffe nekaj časa sodeloval tudi v španski državljanski vojni kot pilot Legije Kondor. Zelo je cenil strmoglavce in komunikacijo zemlja-zrak³. V aktivni službi je ostal vse do leta 1944, ko

¹ Glej več o vojni na: https://sl.wikipedia.org/wiki/%C5%AOpanska_dr%C5%BEavljanska_vojna<16.10.2019>.

² Glej naš prispevek v Ventil, št. 2/2018, let. 24, str. 166.

³ O podrobnostih njegove življenjske poti glej spletno stran pod opombo 1.



Guernika

so ga upokojili iz zdravstvenih razlogov. Po kapitulaciji Nemčije so ga zajeli Američani in ga odpeljali v Ameriko, kjer je 12. julija 1945 umrl zaradi možganskega tumorja. Njegova smrt je preprečila, da bi mu kot vojnemu zločincu sodili v nürnberškem procesu. Bil je sposoben, a grob izvajalec napadov zračnih sil.

Novembra 1936 je von Richthofen prevzel poveljevanje Legije Kondor. V španski državljanski vojni so preizkušali tudi Ju 87, ki jih je razvil Ernst Udet, tesen prijatelj H. Göringa.

Legija Kondor je v španski državljanski vojni bombardirala Guerniko. Takoj po bombardiranju in še danes zgodovinarji označujejo to bombardiranje kot namerno teroristično bombardiranje, ki naj zlomi moralo prebivalcev. Aprila 1937 je bila Guernika takoj za republikansko bojno črto, nacionalisti pa so z vso silo poskušali prebiti fronto. Von Richthofen je sklenil bombardirati Guerniko, ker sta se v vasi namestila dva baskovska bataljona, z bombardiranjem pa bi presekali oskrbovalne poti. To je bilo opravičilo za bombardiranje! Bombardiranje cest, mostov in železniških povezav okrog Guernike je presekalo možnosti pobega iz vasi in premike težke oborožitve. Še posebej je k tragediji Guernike prispevalo nenatančno bombardiranje nemških letalcev. Po tedanjem vojnem pravu je bila Guernika legitimna tarča. Bombardiranje je bilo izvedeno z odobritvijo španskih nacionalistov. Ker pa ni bilo mogoče natančno zadeti tarč, je bilo ukazano bombardiranje v obliki preproge. Z vojaškega vidika je bilo bombardiranje uspešno, žal pa nacionalisti vasi niso takoj zasedli. 1000 mrtvih civilistov pa tako ni nič štelo, saj so podpirali upornike! Von Richthofen je deloval tudi v II. svetovni vojni (invazija na Poljsko, bitke v Franciji, Nizozem-

ski, Belgiji in Veliki Britaniji ter na Balkanu, napad na Beograd, operacija Barbarossa v Sovjetski zvezi, Leningrad, ofenziva na Moskvo, Krim). Čeprav je biograf James Corum skeptičen glede vloge von Richthofen pri terorističnem bombardiranju mest in glede statusa vojnega zločince, je vseeno potrebno reči, da je slepo sledil navodilom vojaškega vrha in samega Hitlerja. Verjel je v uspeh svojih zamisli pri razvijanju strmoglavcev in učinkovitem uničevanju sovražnika s pomočjo letalskih sil. Z bombardiranjem Guernike je odprl pot v pekel.

O grozotah, ki so se dogajale v španski državljanski vojni, so mnogi španski umetniki posneli več kot 500 filmov, mnoge celo med vojno (Komu zveni Ernesta Hemingwaya), o razmerah v Španiji je pisal Federico Garcia Lorca, Picasso je s svojo Guerniko svetu pokazal pravo naravo vojne, pri nas je Edvard Kocbek napisal Premišljanja o Španiji. Na strani republikancev sta se borila tudi pilota Božidar Petrović-Boško in Josip Križaj. Žal je geslo republikancev »No Pasaran«, kot vse kaže, izvenelo v prazno.⁴



⁴ Avtor se je kot študent španščine udeležil študijskega potovanja v Madrid, Toledo in Segovio od 4. do 7. oktobra 2019.

Eco WAVE

Je edini strokovni sejem za okoljske tehnologije v Sloveniji. Letos, v času od 6. do 8. oktobra, bo prvi tak dogodek. Eco Wave je zasnovan v 7 modulih, povezanih s trajnostnim razvojem in zeleno ekonomijo.

Modul **Voda** pokriva celotno paleto izdelkov in tehnologij, povezanih z vodo, in zajema naslednja področja: obdelava vode in odpadnih voda; vodovod in kanalizacija – gradnja in vzdrževanje; vodovodne napeljave in komponente kanalizacijskih sistemov; oprema za merjenje, regulacijo, monitoring in nadzor; proizvodi in rešitve za industrijsko vodo; hidravlični inženiring; drugi vodni sistemi; storitve za higieno vode; bazenske tehnologije.

Modul **Ravnanje z odpadki & Recikliranje** obravnava problematiko na področjih oprema za zbiranje, ločevanje in transport odpadkov; vozila in nadgradnje; obdelava odpadkov in reciklaža; biološka obdelava in kompostiranje; metode za nevtralizacijo; tehnologije za ekstrakcijo in skladiščenje trdih in nevarnih odpadkov ter odpadkov, ki niso primerni za recikliranje; obnavljanje in ponovna uporaba surovin; prenosni inženiring; fluidne tehnike in enote za proizvodnjo energije; oprema, naprave in pribor za splošne namene; oprema, pribor in nadomestni deli; ponudniki storitev za zbiranje, prevoz, recikliranje in odstranjevanje odpadkov; merilni procesi in naprave ter zaščita pred nesrečami in varnost.

Modul **Obnovljivi viri energije** je zasnovan tako, da strokovnjaki, ki se osredotočajo na alternativne vire energije, predstavljajo svoje proizvode in tehnologije, povezane s sončno in vetrno energijo, vodo in odpadki kot vir energije, z biomaso, kogeneracijo, merilno in nadzorno tehnologijo.

Modul **Kakovost zraka** ponuja rešitve na področjih merilni instrumenti za zaščito čistosti zraka; merilni instrumenti in postopki za zmanjšanje onesnaženosti zraka; naprave in aparati za merjenje emisij v zraku; merilne naprave in regulatorji za analizo zraka; čiščenje dimnih plinov in odsesavanje zraka; biološko čiščenje dimnih plinov; tehnike za vzdrževanje čistosti zraka v industrijskih zgradbah; storitve za higieno zraka itd.

Modul **Dekontaminacija tal** je osredotočen na registriranje, evalvacijo, monitoring in obdelavo onesnaženih tal.

Modul **Okoljske tehnologije** pokriva naslednje tematike varstva okolja: preprečevanja škode na okolju; sanacija okolja; merjenje, regulacije in nadzorni sistemi; nadzor hrupa in vibracij; nadzor industrijskega onesnaževanja in obvladovanja tveganj; ocenjevanje in preprečevanje kemijskih nesreč; strategija za varstvo okolja.

Zadnji, sedmi, modul je platforma za strokovnjake, ki se ukvarjajo z analizami in laboratorijskimi tehnikami na omenjenih področjih in ponujajo rešitve, ki temeljijo na informacijsko-komunikacijskih tehnologijah.

Sejem bo spremljal obsežen program strokovnih predavanj v okviru Business Forumu.

www.icm.si



6.-8.10.2020

Ljubljana, Slovenija

ecowave@icm.si

INDUSTRIJSKI FORUM **IRT** 2020

NEPOGREŠLJIV VIR INFORMACIJ ZA STROKO

Predstavitev strokovnih prispevkov
Strokovna razstava | Aktualna okrogla miza
Podelitev priznanja TARAS

FORUM ZNANJA IN IZKUŠENJ

Dogodek je namenjen predstavitvi dosežkov in novosti iz industrije, inovacij in inovativnih rešitev iz industrije in za industrijo, primerov prenosa znanja in izkušenj iz industrije v industrijo, uporabe novih zamisli, zasnov, metod tehnologij in orodij v industrijskem okolju, resničnega stanja v industriji ter njenih zahtev in potreb, uspešnih aplikativnih projektov raziskovalnih organizacij, inštitutov in univerz, izvedenih v industrijskem okolju, ter primerov prenosa uporabnega znanja iz znanstveno-raziskovalnega okolja v industrijo.



Priznanje TARAS za
najuspešnejše sodelovanje
znanstvenoraziskovalnega okolja
in gospodarstva na področju
inoviranja, razvoja in tehnologij.

Portorož, 8. in 9. junij 2020

www.forum-irt.si

Dogodek poteka pod častnim pokroviteljstvom predsednika Republike Slovenije Boruta Pahorja.

Pojdite digitalno. Zdaj!

#higherproductivity

Smartenance – vaš mobilni upravnik vzdrževanja

FESTO



Vi želite narediti svoje aplikacije bolj produktivne.
Vi iščete učinkovitejše rešitve.
Mi vstopamo z vami v digitalno prihodnost.

→ **WE ARE THE ENGINEERS
OF PRODUCTIVITY.**

Novost: Mobilno upravljanje vzdrževanja s Festovim Smartenance.

Inteligentno uporabniško upravljanje in timsko delo pri upravljanju vzdrževanja je učinkovito orodje za vodje proizvodnje in delavce v tovarni. Smartenance je enostaven in stroškovno ugoden uvajalnik v digitalizacijo.

→ www.getdigitalnow.com/smartenance

Festo, d.o.o. Ljubljana
Blatnica 8
SI-1236 Trzin
Telefon: 01/ 530-21-00
Telefax: 01/ 530-21-25
Hot line: 031/766-947
sales_si@festo.com
www.festo.si