

Prof. dr. Manfred Geiger častni doktor Univerze v Ljubljani



Prof. dr. Manfred Geiger ob podelitvi častnega doktorata

V tednu Univerze v Ljubljani je strojništvo doživelo posebno čast, saj je bil v častnega doktorja Univerze v Ljubljani promoviran izjemen strokovnjak na področju tehniških znanosti in dolgoletni prijatelj Slovenije prof. dr. Manfred Geiger.

Nekaj uvodnih besed o prof. dr. Manfredu Geigerju

Prof. dr. Geiger ni le viden znanstvenik in strokovnjak na področju strojništva, ampak tudi vizionar, humanist, učitelj in ljubitelj slovenskih gora. V spomin inženirjev je zapisan kot pionir na področju uporabe laserjev za rezanje in preoblikovanje pločevine. Patenti, industrijske rešitve in znanstvene objave na tem področju so številni. študenti Fakultete za strojništvo se ga bodo spominjali po pristrčnih sprejemih na univerzi v Erlangnu med njihovimi študijskimi obiski. Mnogi podiplomci in raziskovalci iz Slovenije so imeli čast delati v laboratorijih, ki jih že veliko let uspešno vodi. Univerza v Ljubljani mu je častni doktorat podelila za njegove znanstvene dosežke.

Ocenjevala ga je na osnovi znanstvenih objav, patentov in raziskovalnih ter razvojnih projektov. Da bi lahko spoznali njegovo delo, ki je pripomoglo k marsikateremu dosežku v slovenskem prostoru, je treba osvetliti nekatera tematska področja in njegove uspehe v raziskovalnih projektih.

Prof. dr. Manfred Geiger se je rodil v Nemčiji leta 1941 in je leta 1974 doktoriral pri prof. dr. Kurtu Langeju, ki velja za očeta znanstvenega pristopa k preoblikovanju kovinskih materialov. Pri njem je opravil doktorsko delo naš priznani prof. dr. Franc Golgranc. Kot vodja oddelka za temeljno raziskovalno delo pri podjetju Trumpf GmbH & Co. Maschinenfabrik Ditzingen je bil odgovoren za razvoj laserskega stroja za razrez pločevin, kar je priznано kot prva svetovna inovacija; kasneje je iz tega nastalo poslovno področje laserska tehnika. Od leta 1982 je predstojnik Katedre za izdelovalne tehnologije, Friedrich-Alexander Universität, Erlangen-Nürnberg, in vzporedno od leta 1993 direktor ter od 2002 predsednik uprave Bayerischen Laserzentrums GmbH, Erlangen.

Prof. Geiger kot učitelj in pobudnik razvoja

Naj naštejemo nekaj njegovih aktivnosti, ki ga uvrščajo med vodilne strokovnjake in znanstvenike v svetu.

Bil je mentor 89 doktorandom ter številnim diplomantom, vodja medfakultetne raziskovalne ustanove Laserske tehnologije Erlangen, po-

budnik za ustanovitev aplikativnega laboratorija Laserske obdelovalne tehnologije, ki ga je kasneje ustanovila bavarska vlada, pobudnik in koordinator EU-TEMPUS-Programa: Advanced Manufacturing Technology: Engineering Economy and CIM-oriented Techniques in Metal Forming, 1991–1994, ki se je izvajal tudi v Sloveniji.

Bil je pobudnik in organizator številnih mednarodnih konferenc, med njimi Laser Assisted Net Shape Engineering (LANE) v Erlangnu, 1994, 1997, 2001 in 2004 in konferenc Laser in der Feinwerktechnik und Elektronik (LEF), ki so vsako leto od 1999 dalje, konferenc The Coatings (2004 v Erlangnu), Shemet (1996 in 2005 v Erlangnu) in International Conference on Technology of Plasticity 1999, ki je trienalna.

Je redni član Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, tehniški razred, Berlin, redni član Konvent der Technikwissenschaften der Deutschen Akademien der Wissenschaften, redni član the International Academy for Production Engineering CIRP, Pariz, Chairman Scientific Technical Committee F (Forming), 2001 do 2004, redni član nemškega znanstvenega združenja za proizvodne tehnologije, WGP, predsednik 2004/05, in še številnih drugih mednarodnih združenj. Med njimi znanstvenega združenja Preoblikovalne tehnologije, znanstvenega združenja Laserske tehnologije, WLT, International Cold Forging Group, ICFG, German Cold Forging Group (GCFG), International Committee on Environmental Manufacturing (ICEM), v katerih je bil v posameznih obdobjih tudi predsednik.

Prof. Geiger je prejel številne nagrade in priznanja, med njimi so najodmevnejša:

- 1991 BMW Scientific Award (skupaj s sodelavcem dr. Vollertsenom),
- 1993 dr. h. c., Tehniška univerza Budimpešta,
- 1994 povabilo za vodjo katedre o postopkih preoblikovanja na Tehniški univerzi na Dunaju,
- 1999 plaketa Pro Universitate Labacensi, Univerza v Ljubljani,
- 1999 dr. ing. e. h., Tehniška univerza Chemnitz,
- 2000 dr. ing. e. h., Univerza Dortmund,
- 2002 Intern. Prize for Research and Development in Precision Forging, Japan Society on Technology of Plasticity (JSTP),
- 2006 častni član Italian Association of Manufacturing Technology.

Njegovo publicistično delo obsega 48 knjig in čez sedemsto člankov in prispevkov v revijah in zbornikih konferenc. Bil je urednik zbornikov nacionalnih in mednarodnih konferenc in je izdajatelj ali član uredniškega odbora več kot deset revij ali drugih periodičnih publikacij.

Profesor Geiger je med drugim tudi ustanovitelj podjetij *Bayerisches Laserzentrum GmbH* (1994), *ERLAS GmbH, Erlanger Lasertechnik* (1998) in *Laserequipment AG* (2001) in pri nekaterih tudi solastnik.

Prof. Geiger znanstvenik in raziskovalec

Za profesorja Geigerja je značilno, da je po zaključku svojih podiplomskih študijev odšel v industrijo, kar je imelo neizbrisni vpliv na njegovo kasnejšo znanstveno in pedagoško kariero. Tako se je kot mlad doktorant leta 1977 zaposlil v podjetju, ki je izdelovalo sodobne stroje za oblikovanje pločevine po tradicionalnih tehnoloških rešitvah, ki pa so bile za tiste čase močno podprte z najsodobnejšimi računalniškimi orodji.

Mladi doktor pa je hitro uvidel, da se lahko togo rezalno orodje ali rez s plazmo nadomesti z veliko učinkovitejšim, natančnejšim laserskim žarkom, ki poleg vsega še bistveno manj toplotno prizadene rezno površino. Lastniki podjetja Trumpf so takoj spoznali izredno tržno priložnost novega načina razreza, stroji so postali svetovna uspešnica, beseda »trumf« pa sinonim za reza-nje z laserjem.

Ko je bavarska industrija, predvsem tista iz Erlangna (kjer je največji del globalnega industrijskega sistema Siemens) in Nürnberga uvidela, da potrebujejo institucijo, ki bo skrbela za znanstveni in pedagoški razvoj na področju sodobnih izdelovalnih tehnologij, so na Univerzi Erlangen - Nürnberg ustanovili Katedro za izdelovalne tehnologije in nanjo povabili dr. Geigerja. V dvajsetih letih je iz nič, ob začetni pomoči nekaj deset tisoč tedanjih nemških mark, eno tretjino tajnice ter z eno sobo ustvaril katedro z okoli 100 zaposlenimi, ustanovil center za prenos tehnologij z ekipo šestdesetih raziskovalcev.

Prof. Geiger je kot novi vodja katedre zelo hitro uvidel, da gospodarski razvoj zahteva nove prijeme, nov način razmišljanja, nove discipline. Doktorant najuglednejše nemške katedre za procese preoblikovanja kovin bi po vsej logiki svojo kariero nadaljeval na istem področju, toda na podlagi spoznanj o izrednem potencialu laserjev je hitro prišel do kombinacije dveh tehnologij – preoblikovanja in laserja. Začel je znanstveno raziskovati probleme povezovanja dveh v osnovi različnih tehnologij, iskati presečne množice med njimi, ki dajejo neslutene možnosti, in jih nato povezovati v inteligentne izdelovalne verige. Moto njegovega raziskovalnega dela je postala »sinergija med laserskimi in preoblikovalnimi tehnologijami«. To, da se ni poglobljal le v eno dejavnost ampak, da je uvidel bistvene prednosti povezanih in prepletenih tehnologij, ga je razlikovalo od mnogih znanstvenikov in zato ni čudno, da ga je CIRP – Mednarodna

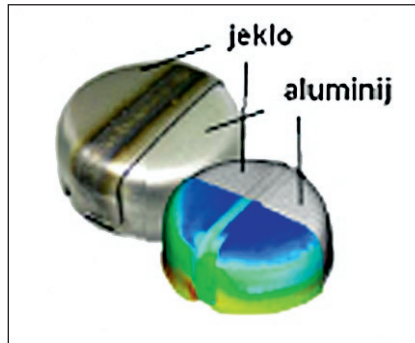
akademija za izdelovalne tehnologije – že zelo zgodaj povabila v svoje vrste in njegove dosežke priznala s tem, da ga je leta 1994 zaposlila, da je na otvoritvi plenarnega zasedanja te organizacije predstavil svoja videnja z zelo odmevnim in kasneje pogostokrat citiranim uvodnim predavanjem./Geiger, M.: Synergy of Laser Material Processing and Metal Forming (Keynote Paper). *Annals of the CIRP* 43 (1994) 2, str. 563–570/

Predpogoj za uspešnost sodobne izdelovalne verige, ki bi jo postavili v visoko zahtevne gospodarske sisteme, kot je proizvodnja prevoznih sredstev od dvokoles pa do raket, v elektrotehniko, medicinsko tehniko, je obvladovanje tehnologij in tehnik, kot sta že prej navedeni laserska ter preoblikovalna, ki pa morata biti nadgrajeni z znanji o materialih, strojogradnji, orodjogradnji, informatiki ter računalniško podprtih orodjih, kot so umetna inteligenca, numerične analize sklopljenih problemov. Zato ni presenetljivo, da njegove raziskovalne skupine vedno sestavljajo prolli kot strojnik, elektronik, informatik, kemik ter matematik.

Metode dela profesorja Geigerja so na prvi pogled zelo logične. Ko je prišel do nove ideje na področju sinergije različnih tehnologij, se je najprej posvetil temeljitemu razumevanju procesa in ugotavljanju njegovih zakonitosti. Temu sta sledila analiza posameznih procesnih parametrov in popis njihovih medsebojnih odvisnosti. Te temeljne raziskave so bile večinoma cilji doktorskih disertacij, za katere je zaradi svoje neobičajne inovativnosti in zagnanosti za odkrivanje novega vedno dobival zelo motivirane podiplomske študente. Zanimivo za ta doktorska dela je tudi dejstvo, da so se skoraj vsa končala s študijo možnosti industrijske aplikacije.

Profesor Geiger ima izredno izostren čut za prenos svojih znanstvenih dosežkov v industrijsko okolje. Bil je pobudnik in organizator dveh zelo odmevnih konferenc, ki sta si sledili vsaki dve ali tri leta: Laser Assisted

Net Shape Engineering – (LANE) in Laser in der Feinwerktechnik und Elektronik (LEF). Na podlagi predstavitev novih znanj se je nemška avtomobilska industrija kmalu začela resno ukvarjati z implementacijo laserskega varjenja in spajkanja. Na podlagi njegovih inovativnih »sinergetskih« idej imajo avtomobili koncernov DC, BMW in VW po nekaj deset metrov z lasersko podporo izdelanih spojev.



Izdelek iz sestavljene pločevine

Nove tehnologije ne pridejo do pravilne veljave, če se uporabljajo pri konstrukcijah, ki so upoštevale konvencionalne tehnološke možnosti. Zato je profesor Geiger vedno posvetil veliko pozornost konstrukterjem novih vozil, na posebnih seminarjih pa tudi na projektih, ki so jih inancirale bavarska in zvezna vlada (oboje so se zavedali, da celovite in inovativne rešitve lahko dvignejo konkurenčno sposobnost njihovega gospodarstva). Na teh srečanjih jim je predstavil nove tehnološke možnosti, na podlagi katerih so lahko šli v »re-design« obstoječih izdelkov ali pa so to uporabili pri snovanju novih.

Težko je opisati vsa področja znanstvenega delovanja profesorja Geigerja, zato bi se osredotočili le na nekaj najpomembnejših, za katera je dosegal priznanja pred vrhunskimi svetovnimi znanstveniki in si je v svoji domovini zasluženo pridobil naziv »laserski kralj«.

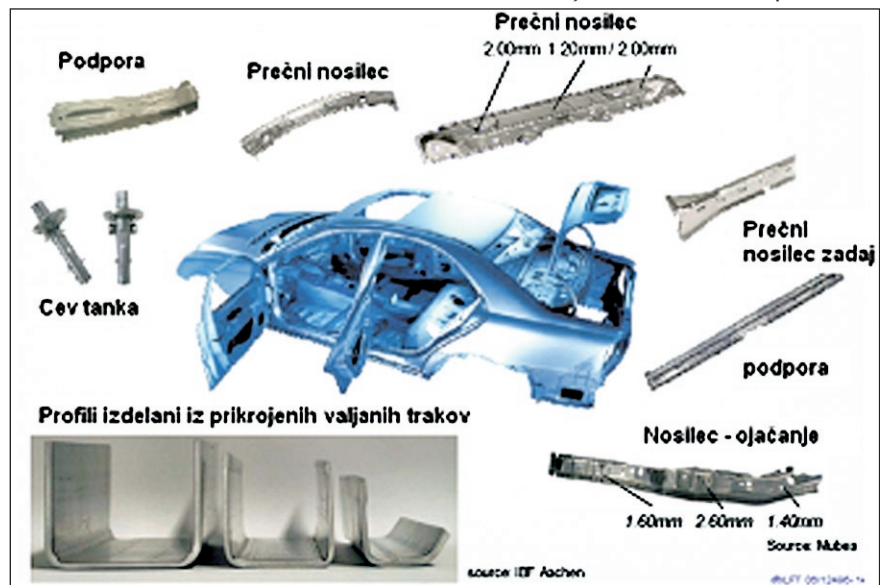
a) Krojeni in toplotno obdelani kovinski prerezi

Japonska avtomobilska industrija je v zadnjih dveh desetletjih prejšnjega stoletja uvedla tehnologije tako imenovanih krojenih prerezov. Z njimi se glede na obremenitve, korozijsko obremenjenost, iz različno debelih, z različno kemično obdelavo pripravljenih pločevinskih kosov sestavijo prerezi, se lasersko zvarijo, nato pa globoko povlečejo v nosilne avtomobilske strukture. Proces se je nadgrajeval v smeri uporabe materialov z vedno višjo trdnostjo, ki pa je posledično

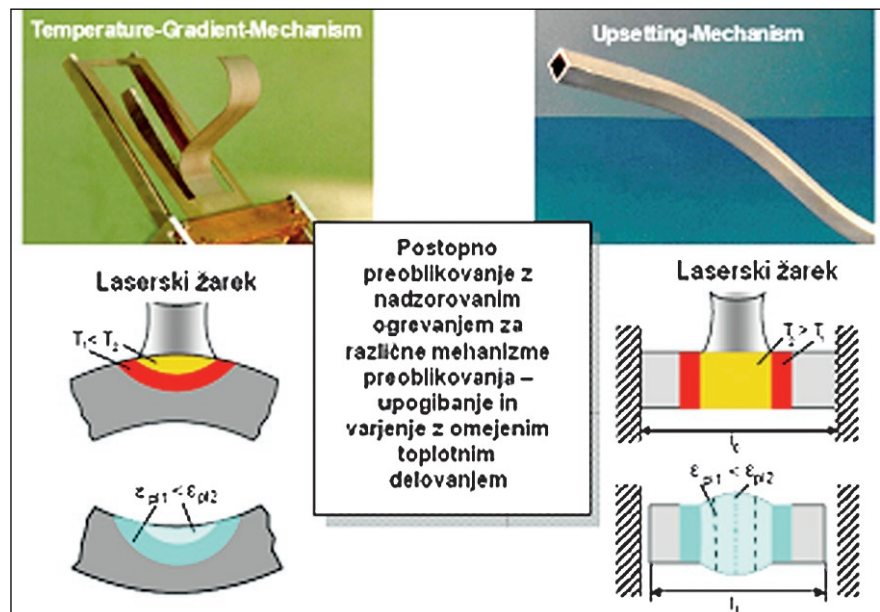
obstajala nevarnost porušitve, je z lokalnim in izredno natančnim laserskim segrevanjem povzročil rekristalizacijo materialov, ki so nato dovoljevali nadaljevanje preoblikovanja.

Idejo lasersko krojenih prerezov je predstavil tudi v Sloveniji v okviru projekta Tempus in kar hitro je Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani prišla v stik z Gorenjem iz Velenja in skupaj so prijaviteli aplikativni raziskovalni projekt. Rezultati tega projekta so bili inovativni pristopi pri izdelavi štedilnikov, kjer so bila vrata krojena iz različno debelih pločevin, kar je znižalo njihovo ceno ter povečalo

zmanjševala njihovo sposobnost za preoblikovanje. Profesor Geiger je takšen proces prenesel v digitalno okolje, ga tam optimiral ter na podlagi tega inoviral. Na mestih večjih plastičnih deformacij, kjer je



Deli v avtomobilu iz prilagojenih kovinskih valjanih prerezov



Postopno preoblikovanje z laserskim ogrevanjem

njihovo trdost. Nadaljnja aplikacija je bila kombinacija nerjaveče pločevine za vidne dele aparatov in nizko ogljična za nevidne, vse pa spojeno v krojene prireze.

b) Laserske kalibracije v mikrosistemski tehniki

Profesor Geiger je na svoji katedri zelo hitro popisal termomehanske procese, ki nastopijo pri lokalnem laserskem segrevanju in povzročajo določeno plastično deformacijo izdelka. Proces je zelo kompleksen, saj je potrebno popisati naravo krajevno točno določenega vnosa toplotne energije in njen vstop v obdelovanec. Lokalno segrevanje povzroča spremembo mehanskih lastnosti izdelka pa tudi njegovo gostoto. Vse to povzroči plastično deformacijo, ki po ohladitvi tudi ostane. S pomočjo nekaj doktorskih disertacij je bil popisana ta sklopljeni problem in postavljeni so bili vsi potrebni algoritmi za njegovo industrijsko aplikacijo.

Moderni mikromehanski sklopi in predvsem njihovi gibajoči se deli morajo biti izredno natančno sestavljeni, rege med njimi so v območjih 10-1 do 10-2 mm, pripadajoče tolerance pa še za faktor 10 manjše. Te zahteve so pogojevale izredno natančno izdelavo, pozicioniranje in montažo. Profesor Geiger pa je prišel na genialno rešitev: zahtevnost procesa je obrnil, dovolil je sprostitev toleranc, nato pa poklical na pomoč laserske tehnologije. Najprej je z njihovo pomočjo natančno pomeril obstoječe stanje in z njim informiral nadzorni računalnik. Ta je v bazi znanj našel ustrezen algoritem za ukrepanje in z laserji »in situ« opravil korekcijo z lokalnim segrevanjem komponent.

Nova inovativna procesna veriga se sedaj široko uporablja od medicine, predmetov za dnevno rabo (slušni aparati, zabavna elektronika) do specialnih sistemov za vesoljske raziskave.

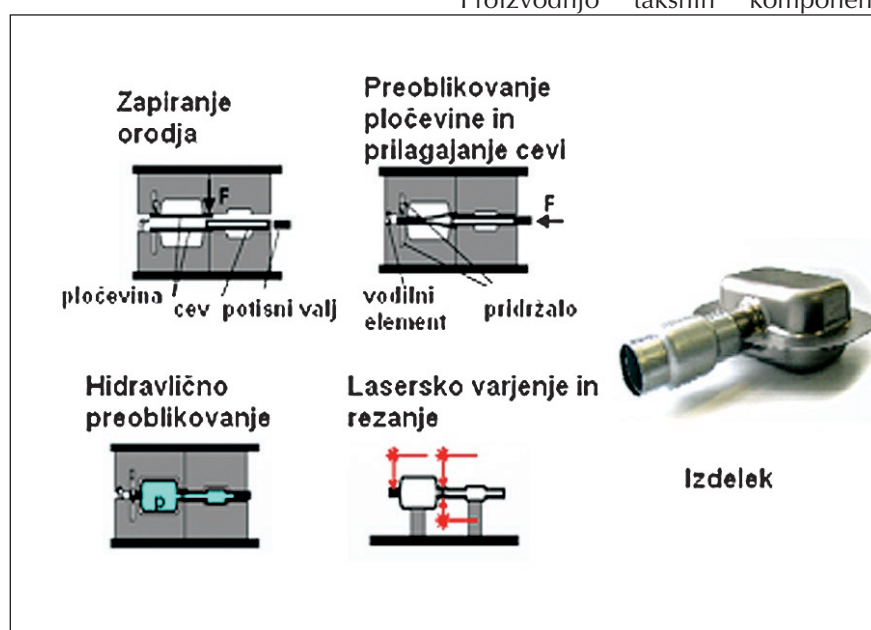
c) Adaptivna optika pri laserskih sistemih

Pri laserskem rezanju ali varjenju prostorskih 3D-elementov je zelo težko ves čas zagotavljati konstantno goriščno razdaljo žarka od obdelovanca, kar je predpogoj za kvaliteten proces. Namesto kontrole teh razdalj so v skupini profesorja Geigerja raje sprostili zahtevnost te kontrole s tem, da so uvedli adaptivno optiko na poti laserskega žarka od izvora do obdelovanca. Tako so uvedli adaptivno zrcalo, ki ga je krivil s piezoelementom povezani aktuator. Ta je bil voden

d) Procesna veriga laserskega rezanja in hidropreoblikovanja

Pri predelavi pločevine je običajno, da je potrebna cela vrsta operacij, preden se pride od surovca do končnega izdelka. Vse to pogojuje natančne operacije strege in pozicioniranja, kar zahteva drago opremo in natančno obvladovanje posameznih procesnih stopenj.

Zadnjih nekaj let je predvsem v avtomobilski industriji zelo popularno uvajanje votlih kovinskih struktur, ki imajo zelo ugodno razmerje med nosilnostjo in maso. Proizvodnjo takšnih komponent



Hidravlično preoblikovanje povezano z laserskim varjenjem in rezanjem

preko ustreznega računalniškega sistema, ki je zasledoval potovanje laserskega žarka, njegovo trenutno pozicijo ter ob upoštevanju njegove bodoče poti »look ahead« temu pravočasno pripravil ustrezno goriščno razdaljo. Sistemi, ki se s pridom uporabljajo v različnih vejah industrije, so visokodinamični in s tem predvsem na določenih prehodih v 3D-prostoru zagotavljajo bistveno izboljšane kvalitete spojev ob izredni procesni stabilnosti in geometrijski ponovljivosti.



pa je omogočila tehnologija »hidroforming«, kjer s sinhronim gibanjem več mehanskih elementov ob istočasnem dovajanju medija v notranjost votlega surovca dobimo prostorske oblike z mehanskimi in geometrijskimi parametri, ki zelo ustrezajo obremenitvam pri eksploataciji.

Profesor Geiger je prišel na idejo, ki jo je najprej laboratorijsko realiziral, nato pa prenesel v nemški avtomobilski koncern. V njej je na en sam stroj vgradil inovativno procesno verigo, ki z enim vpetjem obdelovanca in v enem orodju opravi operacije kot: globoko vlečenje, hidroforming, laserski obrez, lasersko varjenje. Operacija »hidrofor-

ming« se lahko za težko obdelovane materiale nadgradi z »izotermalnim preoblikovanjem«, v posebnih primerih pa celo s superplastičnim preoblikovanjem. Na ta način je profesor Geiger odprl novo področje v letalski industriji za predelavo superlegiranih materialov.

e) Ostale aktivnosti

Razvoj tako kompleksnih izdelovalnih verig zahteva bogata temeljna znanja ter vrsto podpornih aktivnosti, kot so numerična obdelava procesov, njihovo optimiranje, postavljanje kontrolnih algoritmov itd. Nadalje so potrebni zanesljivi podatki o preoblikovalni sposobnosti, reologiji obravnavanih materialov. Izrednega pomena je tudi tribologija, študij kontaktnih problemov med različnimi orodnimi elementi ter obdelovanci, če hočemo, da so procesi obvladljivi, stabilni in ponovljivi.

Vse navedene podpirne aktivnosti potekajo v laboratoriju profesorja Geigerja, za kar ima vrhunsko opremo in, kar je še posebej pomembno, zagnane mlade raziskovalce. Profesor je poznan po tem, da že na podlagi kratkega razgovora s potencialnim doktorantom oceni njegove potencialne in ga povabi na podiplomski študij ali na kakšno projektno delo. Tako so njegovi laboratoriji mešanica mladih iz Nemčije, ZDA, Japonske, Kitajske, Turčije, Koreje, Madžarske in drugod, pa tudi Slovenci so dostojno zastopali predznanja, pridobljena v domači deželi.

Prof. Geiger je prijatelj in podpornik Fakultete za strojništvo v Ljubljani. Na njegovo povabilo je delalo na univerzi v Erlangu več raziskovalcev, podiplomcev in študentov. Tako so nastale številne skupne znanstvene objave.

Plod raziskovanega dela so tudi njegovi patenti, ki jih je skupaj devet.



Sklep

Med številsko nemerljive veličine profesorja Geigerja lahko na prvo mesto postavimo njegov odnos do ljudi, pa naj bodo to študentje, strokovnjaki iz industrijskega okolja ali pa visokoizobraženi akademiki. Za vsakega je imel čas za pogovor, najprej je bil natančen poslušalec, potem pa je z izbranimi besedami komentiral in dopolnjeval sogovornika. Rdeča nit skoraj vseh njegovih pogovorov so bili vizija, bodočnost, tehnološki napredek, nova znanja, sinergije.

Področje sinergij bi bilo mogoče tisto, s katerim bi najbolj predstavili profesorjev lik. Ni iskal sinergij le med tehnološkimi procesi, še bolj pomembne so bile sinergije med ljudmi, in to:

- med raziskovalci iz akademske sfere ter strokovnjaki iz industrijskega okolja,
- med mladimi in starimi,
- med predstavniki različnih narodov,
- med predstavniki različnih kultur.

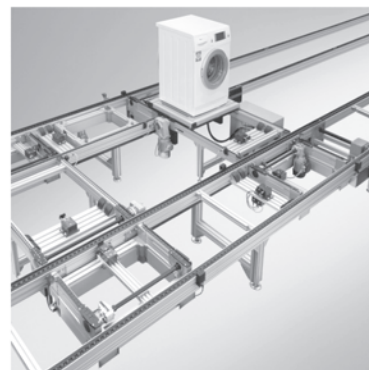
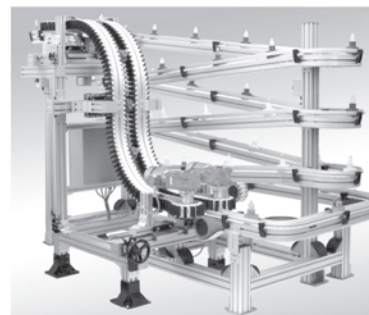
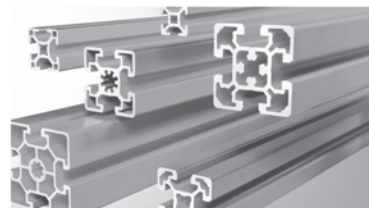
Vsaka taka kombinacija lahko nudi (kar je pogostokrat tudi dokazal) izredno pozitivne rezultate.

čep rav smo ocenjevali profesorjev prispevek k razvoju znanja in tehnološkemu napredku, ne oziraje se na meje, je potrebno poudariti tudi njegovo posebno naklonjenost Sloveniji. Profesor Geiger je nesebično pomagal pri izobraževanju mlade generacije dodiplomcev in podiplomcev strojništva kakor tudi mladih učiteljev. V najbolj kritičnih dnevih vojne za osamosvojitve Slovenije je preko različnih medijev pozival svoje kolege po celem svetu, naj na svoj način podprejo plebiscitno odločitev slovenskega naroda.

V času tedna Univerze v Ljubljani je na Fakulteti za strojništvo predstavil svoje trenutno delo in vizije za naprej.

Prof. dr. Karl Kuzman
Fakulteta za strojništvo Ljubljana

Rexroth
Bosch Group



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: opl.trzin@siol.net
www.opl.si