

# Z izkoriščanjem obstoječih sredstev do velikih prihrankov v proizvodnji – 1. del

Tomaž BERLEC, Marko STARBEK

**Izvleček:** Trajajoča globalna kriza je za podjetje idealen čas za izboljšanje proizvodnje z znižanjem transportnih stroškov od 20 do 50 % z izkoriščanjem lastnih sredstev, ne pa z velikimi vlaganji. Kako? Odgovor je preprost: s pravo razmestitvijo proizvodnih sredstev podjetja. Z optimalno razmestitvijo delovnih sredstev in opreme se skrajšajo transportne poti, s tem se prihrani čas delavca (v tem času lahko dela nekaj učinkovitega – kar je kupec pripravljen tudi plačati), sprostijo transportna sredstva in skrajšajo pretočni časi izdelave izdelkov (hitrejši pretok materiala, manj čakanj, krajša vezava finančnih sredstev v material). V prispevku bodo prikazani potrebni koraki za prehod iz obstoječega v optimalno razmestitev opreme.

**Ključne besede:** razmestitev opreme, optimiranje proizvodnje

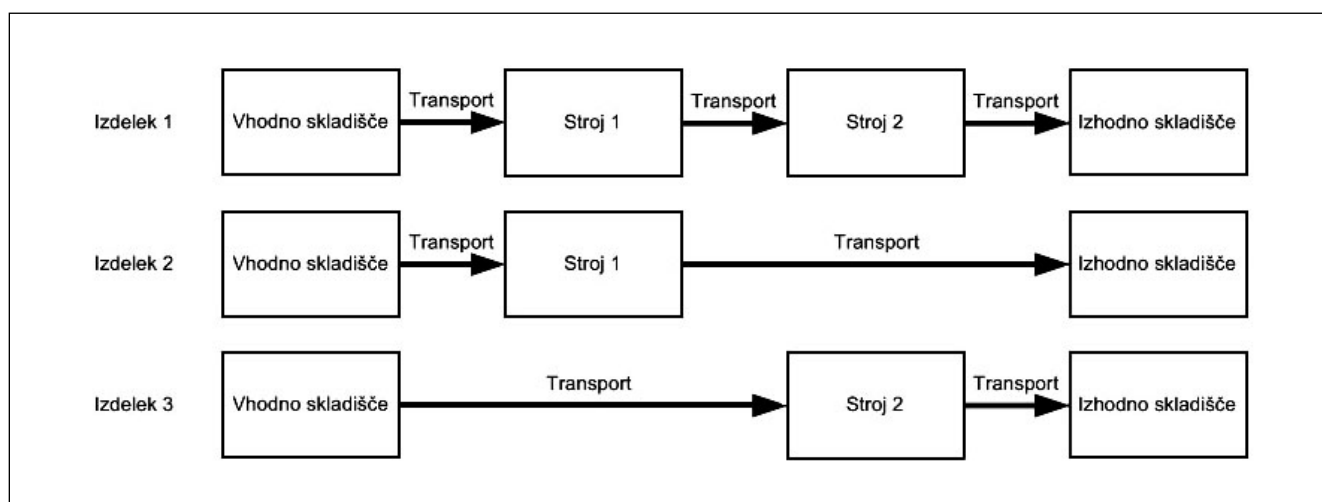
## ■ 1 Uvod

S pregledom proizvodnih obratov (srednjih in malih podjetij) je bilo ugotovljeno, da se tu skriva zelo veliko rezerv, kjer bi bilo možno na enostaven način prihraniti kar zajeten del stroškov in urediti materialni tok.

V preteklosti so manjši podjetniki oziroma obrati začeli rasti in so zaradi proizvodnih potreb dokupovali razne stroje in jih postavljali v proizvodnjo, kjer je bil prostor. Večinoma niso upoštevali materialnega toka [1] pri izbiri lokacije, temveč le prostor, potreben za nov stroj.

urejen in optimalen materialni tok, je potrebno urediti tehnologijo in spremeniti obstoječo razmestitev opreme.

Koraki za optimizacijo razmestitve proizvodnih sredstev so opisani v nadaljevanju.



Slika 1. Primer tehnologije za tri izdelke

Dr. Tomaž Berlec, univ. dipl. inž., prof. dr. Marko Starbek, univ. dipl. inž., oba Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Iz tega razloga je sčasoma v proizvodnji nastal »kaos« z vidika materialnega toka in neurejenega transporta.

Če se želi ta »kaotični« materialni tok urediti in s tem vnesti v proizvodnjo

## ■ 2 Optimizacija razmestitve proizvodnih sredstev

Na osnovi raziskav in izkušenj smo prišli do zaključka, da se optimizacija razmestitve proizvodnih sredstev v

grobem lahko izvede v štirih korakih:  
 1. korak: popis tehnologije izdelave,  
 2. korak: izdelava matrike OD–KAM,  
 3. korak: popis obstoječe razmestitve proizvodnih sredstev podjetja,  
 4. korak: predlog izboljšane razmestitve proizvodnih sredstev podjetja.

## 2.1 Popis tehnologije izdelave

Za določitev količine in smeri materialnega toka je potrebno poznati tehnologijo izdelave (vrstni red operacij na posameznem izdelku), na osnovi katere se lahko določijo smer, vrstni red sodelovanja strojev ter količina materiala, ki se transportira med stroji. *Slika 1* prikazuje primer popisa tehnologije za tri izdelke.

## 2.2 Izdelava matrike OD–KAM

Na osnovi tehnologije in količin se izdelava matrike OD–KAM, ki podaja pretok med delovnimi mesti. Ta matrika nam pove, koliko kosov oziroma materiala oziroma transportov se izvede med posameznimi delovnimi mesti oziroma stroji. Podatki so odvisni od tipa proizvodnje in narave transporta.

*Slika 2* prikazuje primer 3D prikaza izrisa okolice podjetja. *Sliki 3* in *4* pa



**Slika 2.** 3D razmestitev – pogled od zunaj



**Slika 3.** 3D razmestitev opreme

prikazujeta 3D prikaz izrisa notranjosti podjetja (stroji, skladišča).

V *tabeli 1* je prikazan primer matrike OD–KAM, ki prikazuje pretok materiala po masi med posameznimi stroji in oddelki.

## 2.3 Popis obstoječe razmestitve proizvodnih sredstev podjetja

Tretji korak optimiranja razmestitve sredstev podjetja predstavljata popis in izris obstoječe razmestitve – na osnovi matrike OD–KAM se nariše celotna proizvodnja z vsemi stroji in transportnimi potmi.

V obstoječo razmestitev opreme se vnese obstoječi materialni tok, kjer običajno dobimo zelo neurejen materialni tok v obliki »pajkove mreže«.

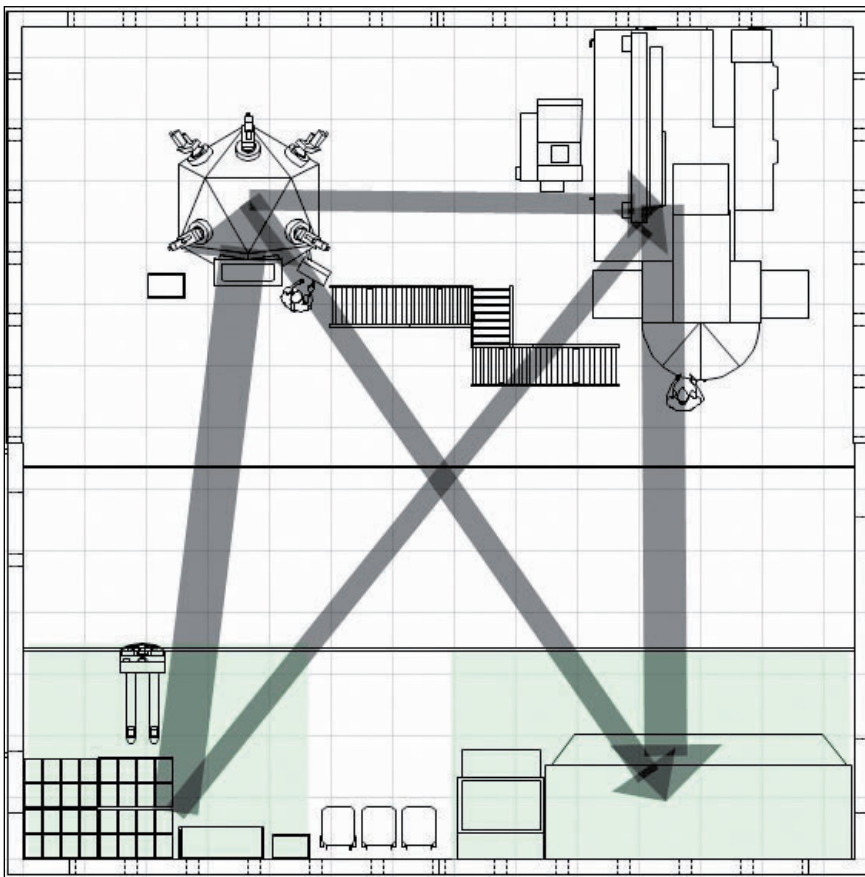
Pri izdelavi razmestitve nam lahko veliko pomagajo različni računalniški



**Slika 4.** 3D razmestitev skladišča

**Tabela 1.** Primer matrike OD–KAM [tona]

	Vhodno skladišče	Stroj 1	Stroj 2	Izhodno skladišče
Vhodno skladišče		2820	1350	
Stroj 1			1280	1540
Stroj 2				2630
Izhodno skladišče				



Slika 5. 2D razmestitev opreme podjetja

programi, namenjeni izdelavi razmestitve, simulaciji in optimiranju [2].

V danem primeru je bil uporabljen računalniški program VisTable [3, 4], ki omogoča izris podjetja, okolice, transportnih poti in opreme, in to v 2D in 3D pogledu. Za optimiranje potrebujemo le 2D prikaz, za samo razumevanje in prikazovanje pa nam je v veliko

pomoč 3D pogled. Program VisTable omogoča poleg omenjenega izrisa tudi optimiranje materialnega toka.

Slika 5 prikazuje 2D razmestitev opreme podjetja, prikazano v 3D obliki na slikah 2, 3 in 4.

Na sliki 6 je številčno prikazana skupna transportna pot v metrih (50,9 m),

produkt intenzitete in dolžine (97602 meter ton).

V praksi transportne poti niso nikoli direktne, kot prikazuje slika 5, temveč potekajo v ortogonalni smeri, kar prikazuje slika 7.

Kot je razvidno, se z urejenimi transportnimi potmi pot transporta podaljša, s tem pa se poveča tudi produkt intenzitete transporta in dolžine poti, kar predstavlja v programu VisTable osnovno vrednost pri optimiranju.

Pred optimizacijo razmestitve proizvodnih sredstev je potrebno določiti še princip proizvodnje, ki se določi s pomočjo stopnje kooperativnosti  $\kappa$  [3]:

$$\kappa = \frac{\sum_{i=1}^m k_i}{m}$$

$\kappa$  – stopnja kooperacije,  
 $k_i$  – število mikrosistemov s katerimi je  $i$ -ti mikrosistem v neposredni povezavi  $m$  – število mikrosistemov znotraj makrosistema.

Izračunana stopnja kooperacije se vnese v diagram  $\kappa$ - $m$  (slika 9), ki pokaže princip proizvodnje.

Primer določitve principa poteka dela:

$$\kappa = \frac{\sum_{i=1}^m k_i}{m} = \frac{0}{4} = 2,5$$

Če se rezultat vnese v diagram  $\kappa$ - $m$  na sliki 9, se dobi delavniški princip dela.

## 2.4 Predlog izboljšane razmestitve delovnih sredstev in opreme

Po detajlnem popisu obstoječe razmestitve delovnih sredstev in opreme ter določitvi transportnih poti in principa poteka dela se lahko izvede optimizacija razmestitve, pri čemer so cilji optimiranja lahko različni:

- dobiček,
- rentabilnost,
- rast – prihodek,
- stroški,

**Ovrednotenje razmestitve** ✕

Mreža: >>

<Direktno> ▼

---

Skupna dolžina poti 50,9 m ▼

---

Intenziteta x dolžina 97602 ... 100 %

---

Referenčna vrednost 97602 ...

Slika 6. Ovrednotenje razmestitve

- produktivnost,
- mesto – lokacija,
- varnost in ohranjanje delovnih mest,
- humani cilji.

Razlika med optimiranjem obstoječe razmestitve in novo razmestitvijo delovnih sredstev in opreme je v omejitvah. Če se postavlja nova tovarna na »zelenici«, je sama optimizacija zelo enostavna.

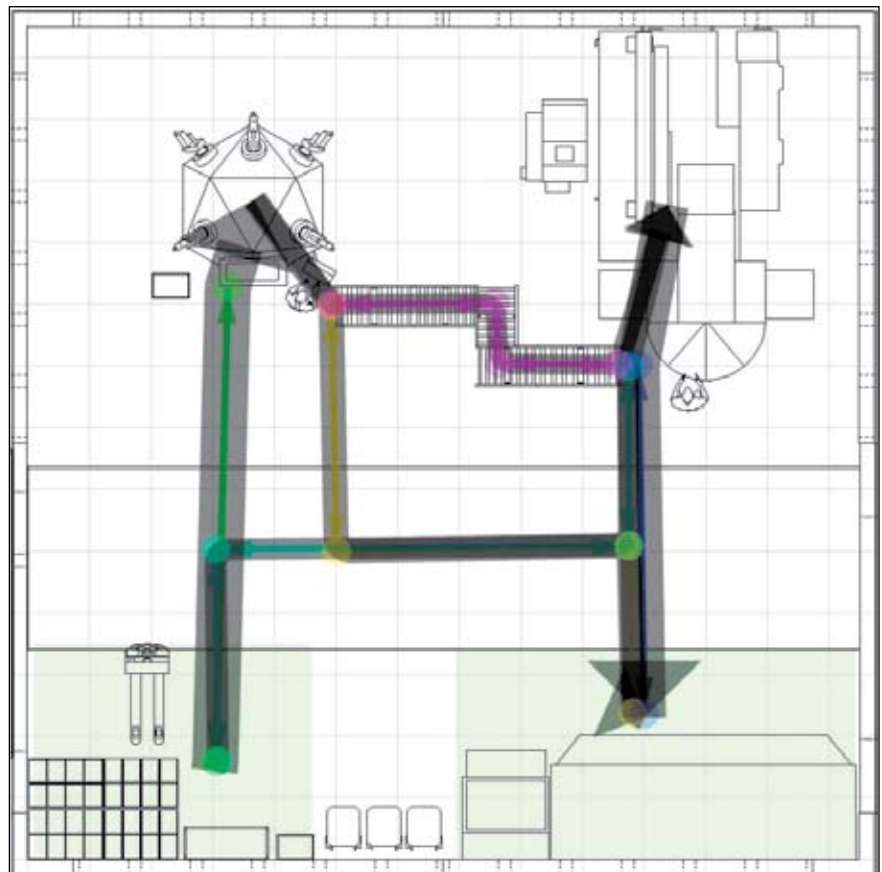
Bolj problematično pa je, ko se izvaja optimizacija obstoječega podjetja, saj je lahko polno omejitvev (zidovi, omejitve prestavitve strojev, višina objektov, možni transporti), ki jih je potrebno upoštevati pri optimiranju, kar pa seveda poslabša našo optimalno razmestitev opreme.

## Viri

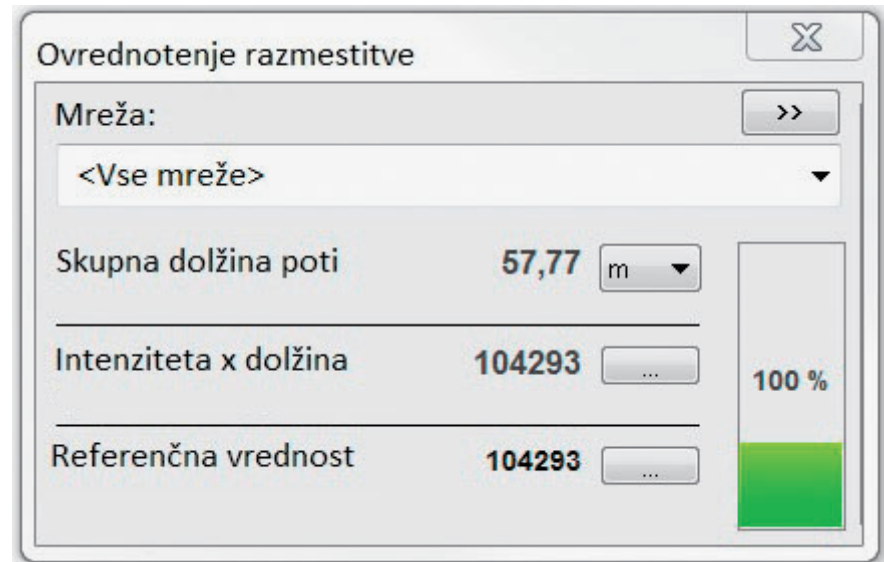
- [1] Andrej Polajnar, Borut Buchmeister, Marjan Leber: *Proizvodni menedžment*, Fakulteta za strojništvo, Maribor, 2005.
- [2] Andrej Polajnar, Borut Buchmeister, Marjan Leber: *Simulationsvergleich von Modellen für die Layoutplanung*, Elektrotechnik und Informationstechnik: Zeitschrift des Österreichischen Verbandes für Elektrotechnik, Springer Verlag, 1994, str. 277–279.
- [3] Vistable: <http://www.vistable.de/>, dostopano 18. 1. 2012.
- [4] Claus Gerold Grunding: *Fabrikplanung*, Carl Hanser Verlag München, 2009.

prispevek se nadaljuje na strani 220

**Slika 8.** Ovrednotenje urejene razmestitve



**Slika 7.** Urejena razmestitev opreme z ortogonalnimi transportnimi potmi



## Znanstvene in strokovne prireditve

■ **17<sup>th</sup> ISC – International Sealing Conference (Internationale Dichtungstagung) – Mednarodna konferenca o tesnjenju – s strokovno razstavo**

13. in 14. 09. 2012  
Stuttgart, ZRN

### Organizatorja:

- Der Fachverband Fluidtechnik im VDMA e. V.,
- Universität Stuttgart – Institut für Maschinenelemente (IMA).

### Tematika:

- statične tesnilke,
- gredne tesnilke,
- translacijske tesnilke (hidravlika/pnevmatika),
- osnove tesnilne tehnike,
- gradiva in površine,

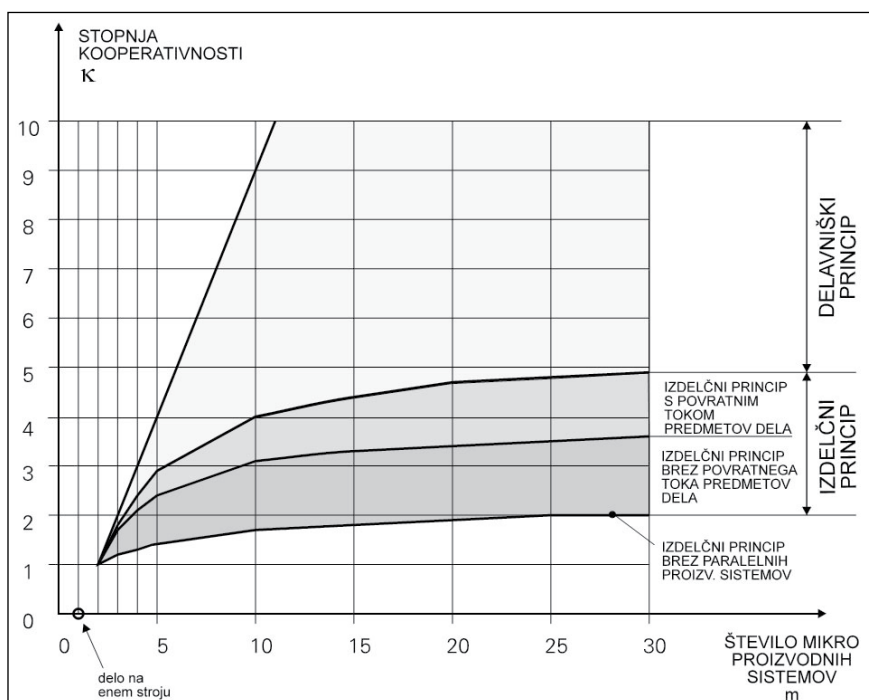
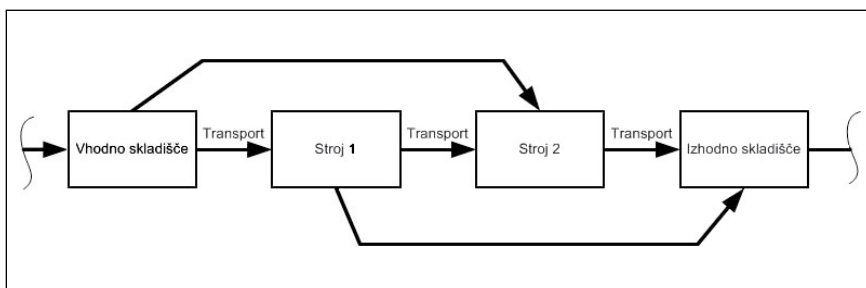
- varčevanje z energijo, trenje, obraba,
- simulacije,
- standardi, patenti, zakonski predpisi, postopki preskušanja,
- primeri uporabe.

### Informacije:

- Fachverband Fluidtechnik im VDMA; 17<sup>th</sup> ISC Christian Geis, Postfach 710864, 60498 Frankfurt BRD.

nadaljevanje na strani 220

nadaljevanje prispevka s strani 219

Slika 9. Diagram  $\kappa$ -  $m$  za določitev principa poteka dela [3]

Slika 10. Primer izračuna stopnje kooperacije

## With exploitation of existing resources to large savings in production

**Abstract:** The long-lasting global crisis is an ideal time to improve the company production in terms of reducing transportation costs from 20 to 50% on the basis of exploitation of existing resources in the company and not with large investments.

The question is how to do it? The answer is simple. Based on a good business layout.

With an optimal layout of workplaces and equipment, the transportation routes are shortened, thereby the time of employee is saved (at this time they can do something effective – what the buyer is willing to pay for), transport means are released and production lead times are shortened (faster material flow, less waiting, less opportunity cost of capital). The paper shows the necessary steps for transition from existing to the optimal layout of workplaces and equipment.

**Keywords:** layout, optimization of production

nadaljevanje prispevka s strani 219

## 7. Kolloquium Mobilhydraulik – 7. Kolokvij mobilne hidravlike

27. in 28. 09. 2012  
Karlsruhe, ZRN

### Organizatorji:

- VDMA – Fachverbände Bau- und Baustoffmaschinen, Fluidtechnik und Landtechnik
- der Lehrstuhl für Mobile Arbeitmaschinen am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

- der Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik an der Technischen Universität Corolo-Wilhelmina zu Braunschweig und
- der WVMA e. V., Wissenschaftlicher Verein Für Mobile Arbeitsmaschinen, Karlsruhe

### Tematika:

- vozna in delovna hidravlika
- koncepti krmilne in regulacijske tehnike
- energijska učinkovitost pri mobilno hidravličnih sistemih

- varnostna razmišljanja
- delovne tekočine in materiali
- novi mehatronski sistemi;
- hidravlični hibridni pogoni in alternativni delovni koncepti

### Informacije:

- e-pošta: [mobilkolloquium@fast.kit.edu](mailto:mobilkolloquium@fast.kit.edu)
- internet: [www.fast.kit.edu/mobima](http://www.fast.kit.edu/mobima)

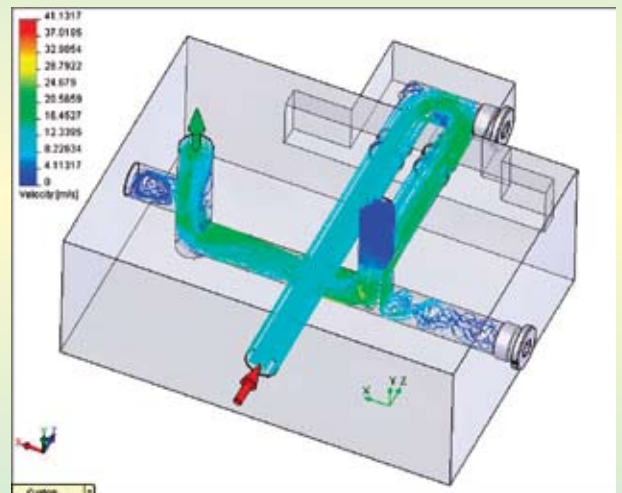
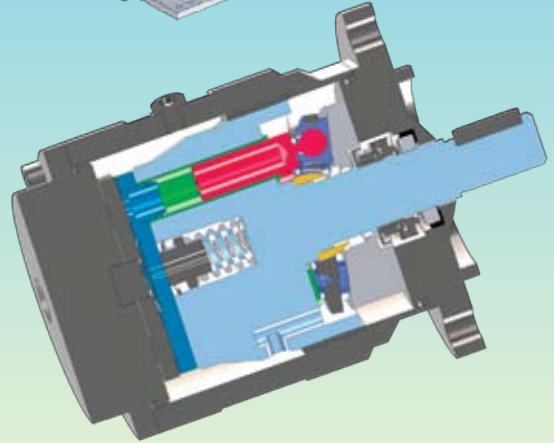
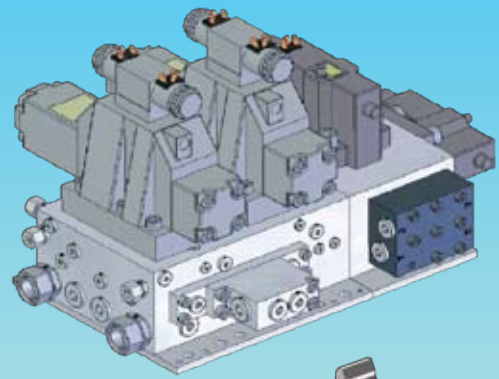
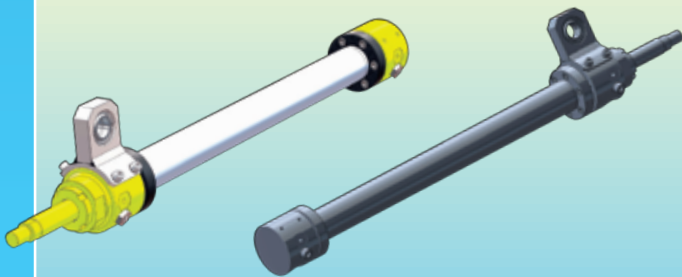
nadaljevanje na strani 238

<http://lab.fs.uni-lj.si/lft/>



LABORATORIJ ZA POGONSKO-KRMILNO HIDRAVLIKO

- *Potrebujete novo, namensko hidravlično napravo, hidravlični stroj ali pa samo posebno hidravlično sestavino?*
- *Želite izdelati novo hidravlično napravo ali stroj, pa vam manjka projektantskih izkušenj in znanja?*
- *Želite dopolniti, spremeniti oz. izboljšati obstoječo hidravlično napravo ali stroj?*
- *Želite izdelati sodobno, avtonomno elektro-hidravlično krmilje?*
- *Želite biti med prvimi, ki bi vgradili in uporabili ekološko prijazno hidravlično napravo na čisto, pitno vodo?*
- *Imate mogoče težave z diagnosticiranjem oziroma odpravljanjem okvar na obstoječi hidravlični napravi ali stroju?*
- *Želite v vašem podjetju izvesti izobraževanje na področju pogonsko-krmilne hidravlike?*



**Če ste na kakšno od zgoraj zapisanih vprašanj odgovorili pritrdilno, smo mi pravi naslov za vas!**

Smo ekipa strokovnjakov ki se že vrsto let ukvarja z raziskavami, razvojem, projektiranjem, konstruiranjem in vzdrževanjem **HIDRAVLIČNIH STROJEV IN NAPRAV ter NJIHOVIH SESTAVIN.**

Pri svojem delu uporabljamo sodobna projektantska, konstruktorska in diagnostična orodja. Ukvarjamo se tako z **OLJNO** kot z novo **VODNO** pogonsko krmilno hidravliko.

**POKLIČITE oz. PIŠITE NAM IN Z VESELJEM SE BOMO ODZVALI VAŠEMU KLICU!**



**LABORATORIJ ZA POGONSKO-KRMILNO HIDRAVLIKO (LPKH)**

Fakulteta za strojništvo, Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana

Telefon: 01/4771 115

E-pošta: [lpkh@fs.uni-lj.si](mailto:lpkh@fs.uni-lj.si)

Spletni naslov: <http://lab.fs.uni-lj.si/lft/>