

UDK 621.822.6

Vpliv aksialnega premika središča tečine na nosilnost aksialnih ležajev

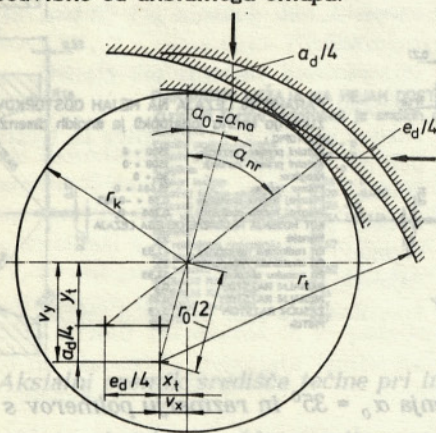
IVAN PREBIL – SAMO ZUPAN

1. UVOD

Pri aksialnih krogličnih ležajih velikih dimenzij se pojavi dejanski ohlap v ležaju šele po premaknitvi središča tečine v radialni, aksialni ali diagonalni smeri. Način premaknitve središča tečine vpliva, med drugim, tudi na dejanski kot nošenja oziroma naleganja tečine na kotalni element. Zaradi radialnega premika središča tečine se spremeni kot nošenja, kadar se pojavi aksialno naleganje tečine na kroglico. To je pri tej vrsti ležajev najpogostejši primer naleganja tečine na kotalni element. Takšen odmik središča tečine ima svoj pravi namen, če je ležaj obremenjen pretežno z radialno obremenitvijo. Takrat prihaja do radialnega naleganja in imenski kot nošenja ostane nespremenjen. Pri aksialni premaknitvi središča tečine je za primer aksialnega naleganja tečine na kotalni element kot nošenja vedno enak imenskemu kotu α_0 ne glede na ohlap v ležaju.

2. PREMAKNITEV TEČINE V AKSIALNI SMERI

Središče tečine se premakne iz njenega središča V_x, V_y v točko x_t, y_t pri neki vrednosti dejanskega aksialnega ohlapa (sl. 1). Samo v primeru, če je naleganje tečine na kotalni element v aksialni smeri, se pojavi idealni imenski kot nošenja, $\alpha_0 = 45^\circ$ ali $\alpha_0 = 35^\circ$, neodvisno od aksialnega ohlapa.



Sl. 1. Načina naleganja tečine na kotalni element.

2.1 Radialno naleganje

Te vrste ležaji so namenjeni pretežno za aksialne obremenitve in upogibne momente, zato prihaja do radialnega naleganja tečine na kotalni element le pri radialnih obremenitvah.

Obroča se premakneta eden proti drugemu za dejanski radialni ohlap $e_d/4$. To pa vpliva na dejanski imenski kot nošenja α_{nr} in dejanski odmik tečine x_t, y_t . Slika 1 kaže, da doseže imenski kot nošenja, pri radialnem naleganju in znanem radialnem ohlapu, vrednost po enačbi:

$$\alpha_{nr} = \arcsin \left(\sin \alpha_0 + \frac{e_d}{4(r_t - r_k)} \right) \quad (1)$$

Sprememba lege središča je definirana z enačbama:

$$x_t = (r_t - r_k) \sin \alpha_{nr} - \frac{e_d}{4} \quad (2)$$

in

$$y_t = (r_t - r_k) \cos \alpha_{nr} \quad (3)$$

2.2 Aksialno naleganje

Obroča se aksialno premakneta eden proti drugemu za dejanski ohlap $a_d/4$. Kot nošenja ostane nespremenjen $\alpha_{na} = \alpha_0$. Dejanski aksialni ohlap se za to vrsto naleganja definira z izrazom:

$$\frac{a_d}{4} = (r_t - r_k) \cos \alpha_0 - y_t \quad (4)$$

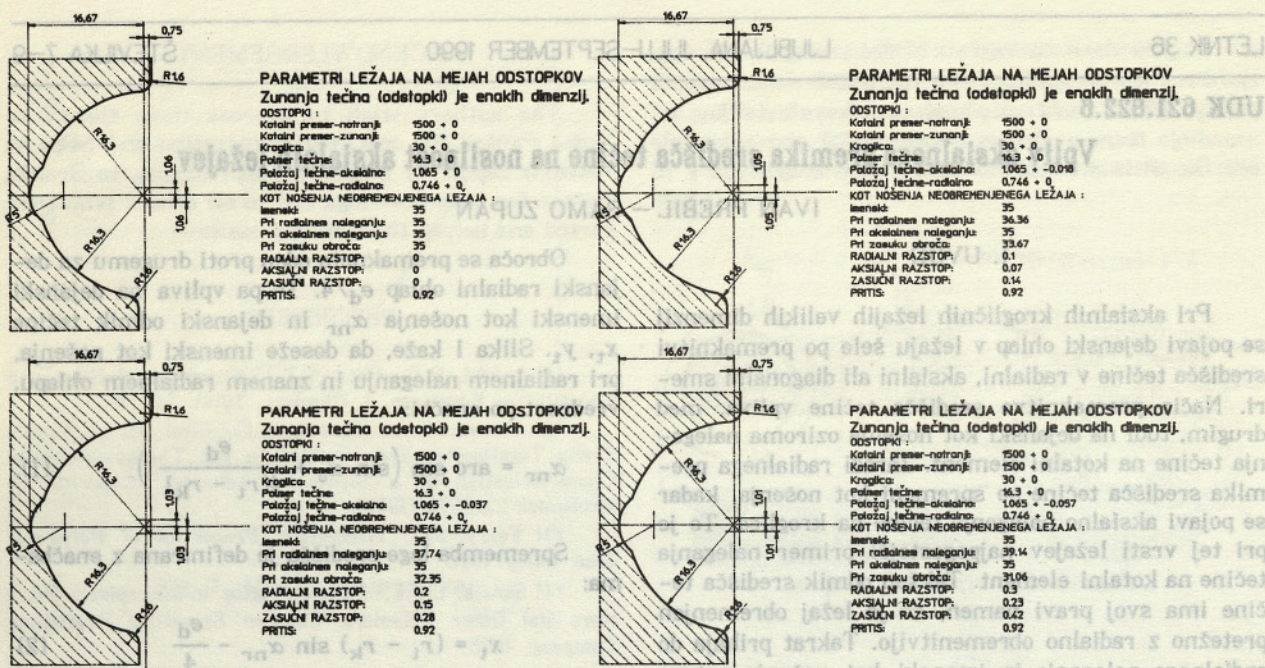
S slike 1 je razvidno, da se ta oblika naleganja pojavi le pri aksialni obremenitvi ležaja.

3. DEJANSKA NOSILNOST LEŽAJA

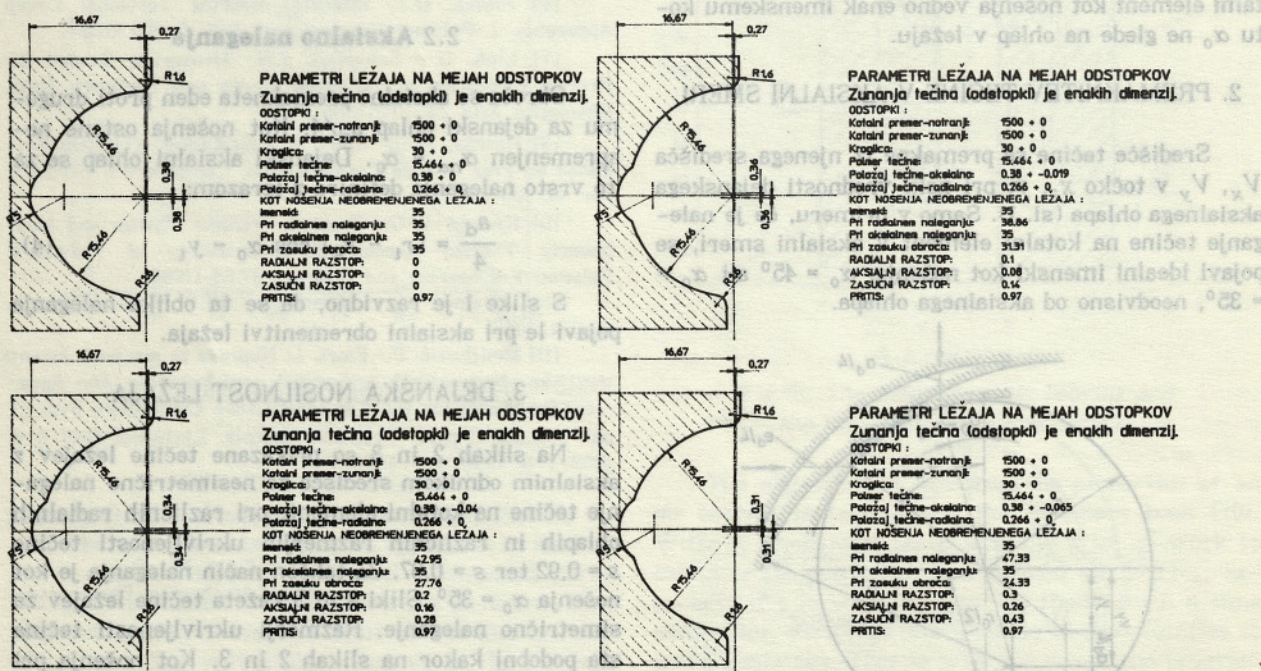
Na slikah 2 in 3 so prikazane tečine ležajev z aksialnim odkikom središča za nesimetrično naleganje tečine na kotalni element, pri različnih radialnih ohlapih in različnih razmerjih ukrivljenosti tečine $s = 0,92$ ter $s = 0,97$. Za takšen način naleganja je kot nošenja $\alpha_0 = 35^\circ$. Sliki 4 in 5 kažeta tečine ležajev za simetrično naleganje. Razmerji ukrivljenosti tečine sta podobni kakor na slikah 2 in 3. Kot nošenja pri neobremenjenem ležaju je $\alpha_0 = 45^\circ$.

Koti nošenja ostanejo pri aksialnem naleganju tečine na kotalni element enaki imenskemu kotu α_0 . Dejanske spremembe kota nošenja se pojavijo šele pri radialnem naleganju tečine in zasuku prostega obroča.

Na slikah od 2 do 5 je razvidno, da se vrednosti kotov nošenja z večanjem radialnega ohlapa povečujejo. Na velikost spremembe kota nošenja vpliva razmerje ukrivljenosti s in imenski kot nošenja α_0 . Večji pritisk tečine na kroglico $s = 0,97$ vpliva bolj neugodno na spremembo kota nošenja kakor pri $s = 0,92$.



Sl. 2. Aksialni premik središča tečine pri imenskem kotu nošenja $\alpha_0 = 35^\circ$ in razmerju polmerov $s = 0,92$.

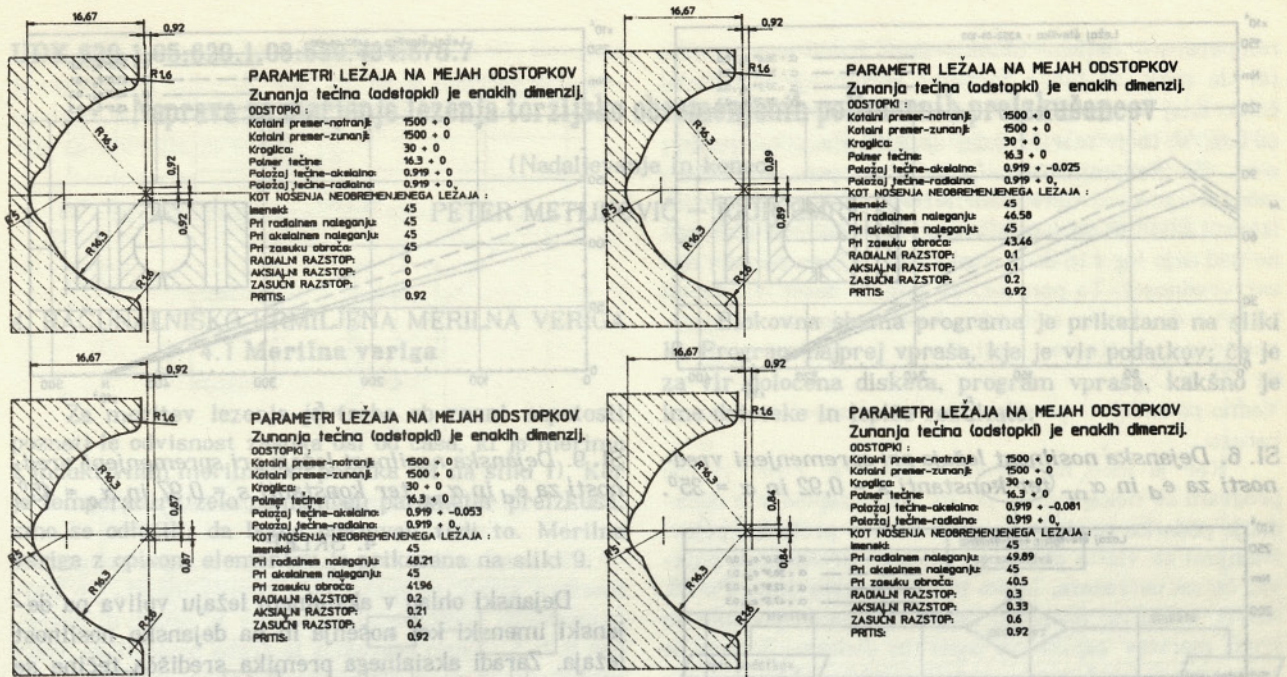
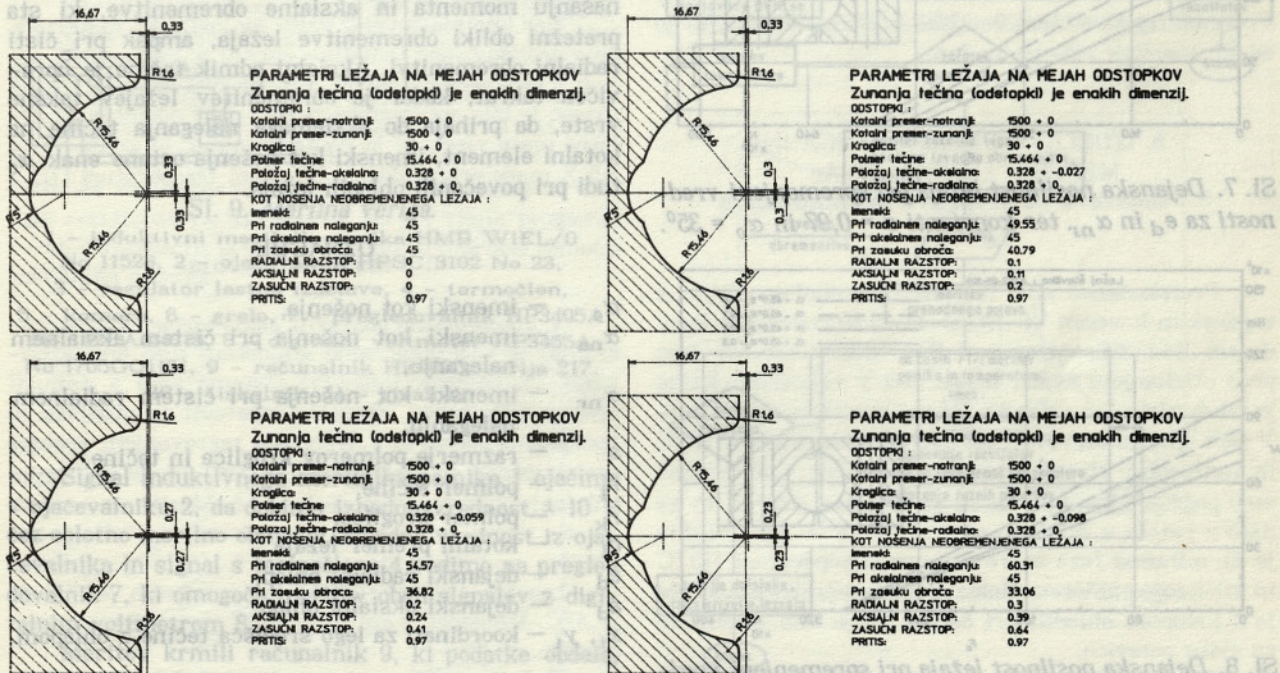


Sl. 3. Aksialni premik središča tečine pri imenskem kotu nošenja $\alpha_0 = 35^\circ$ in razmerju polmerov $s = 0,97$.

Do večjega odstopanja kota nošenja prihaja tudi pri imenskemu kotu $\alpha_0 = 35^\circ$. Pri razmerju ukrivljenosti tečine $s = 0,92$ se kot nošenja poveča za 12 odstotkov glede na $\alpha_0 = 35^\circ$. Radialni ohlap se poveča na vrednost $e_d = 0,3$. Pri razmerju $s = 0,97$ se imenski kot poveča za 35 odstotkov. Kadar je $\alpha_0 = 45^\circ$, so te vrednosti za skrajni ukrivljenosti s in enaki ohlap za približno 2 odstotka manjše.

Kot nošenja se pri zasuku prostega obroča zmanjša, pri $\alpha_0 = 35^\circ$ in $s = 0,97$ tudi do 30 odstotkov. Vrednost imenskega kota nošenja se pri $\alpha_0 = 45^\circ$ zmanjša za 25 odstotkov.

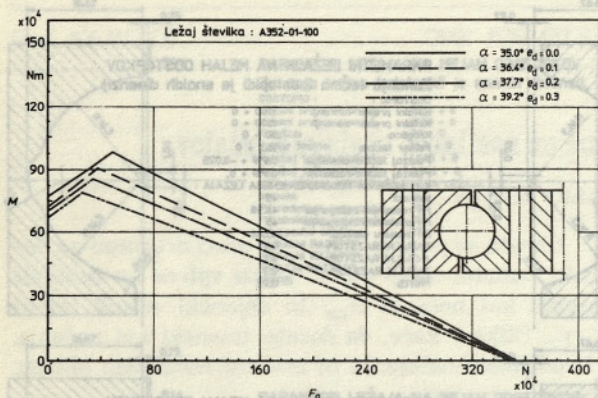
S spremembo radialnega ohlapa se pri aksialnem premiku središča tečine vpliva tudi na dejanski aksialni in aksialni zasučni ohlap. Večje vrednosti se pojavijo pri kotu nošenja $\alpha_0 = 45^\circ$.

Sl. 4. Aksialni premik središča tečine pri imenskem kotu nošenja $\alpha_0 = 45^\circ$ in razmerju polmerov $s = 0,92$.Sl. 5. Aksialni premik središča tečine pri imenskem kotu nošenja $\alpha = 45^\circ$ in razmerju polmerov $s = 0,97$.

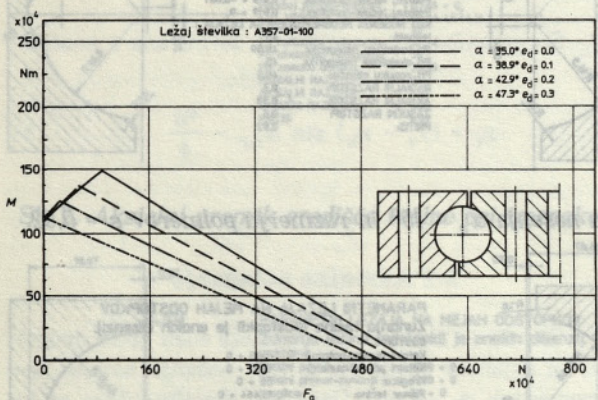
Povečanje aksialnega ohlapa vpliva na število aktivnih elementov pri upogibni obremenitvi ležaja, aksialni odmik tečine pa ob tem še na dejanski kot nošenja, če se pojavi radialno nateganje.

Spremembe dejanske nosilnosti ležaja v odvisnosti od dejanskega radialnega ohlapa in imenskega kota nošenja, za ležaj s kotalnim premerom $d_1 = 1500$ mm in kroglicami s premerom $d = 30$ mm, so prikazane na slikah od 6 do 9.

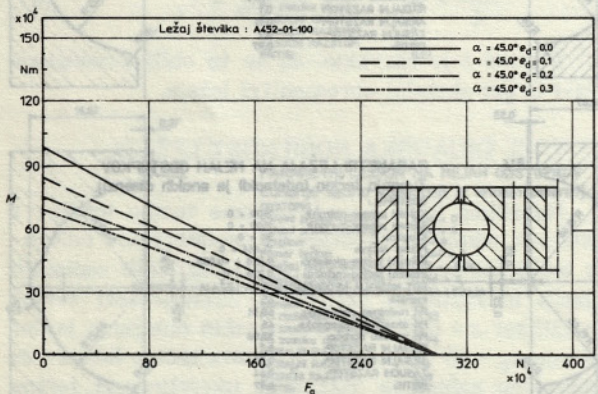
Povečan radialni in s tem aksialni ohlap v ležaju vedno vplivata na zmanjšanje dejanske nosilnosti ležaja (sl. 8 in 9). Meje nosilnosti so pri $s = 0,97$ in $\alpha = 35^\circ$ po absolutni vrednosti večje (sl. 7). Povečani ohlap vpliva pri konstantnem razmerju ukrivljenosti in kota nošenja α_0 , na zmanjšanje vrednosti največjega momenta, sposobnost prenašanja aksialne sile pa ostane nespremenjena (sl. 8 in 9).



Sl. 6. Dejanska nosilnost ležaja pri spremenjeni vrednosti za e_d in α_{nr} ter konstanti $s = 0,92$ in $\alpha = 35^\circ$.

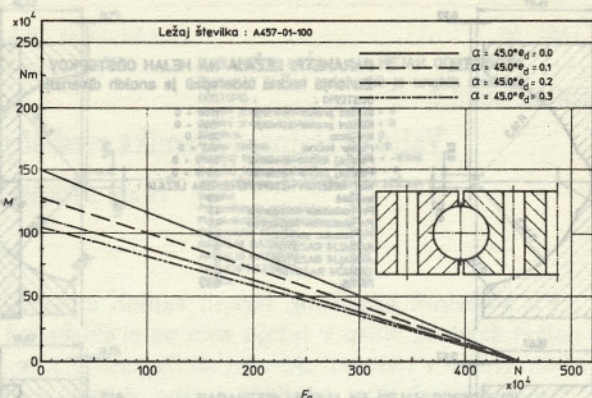


Sl. 7. Dejanska nosilnost ležaja pri spremenjeni vrednosti za e_d in α_{nr} ter konstanti $s = 0,97$ in $\alpha_0 = 35^\circ$.



Sl. 8. Dejanska nosilnost ležaja pri spremenjeni vrednosti za e_d in α_{nr} ter konstanti $s = 0,92$ in $\alpha_0 = 45^\circ$.

Zaradi povečane vrednosti za kot nošenja se zmanjša možnost prenašanja momenta in aksialne sile (sl. 7). Iz nosilnostnih diagramov je razvidno, da se absolutna zmožnost prenašanja maksimalnega momenta zmanjša pri povečanem radialnem ohlapu $e_d = 0,3$ in kota nošenja tudi do 70 odstotkov, zmožnost prenašanja aksialne sile pa se zmanjša za 12 odstotkov ali manj.



Sl. 9. Dejanska nosilnost ležaja pri spremenjeni vrednosti za e_d in α_{nr} ter konstanti $s = 0,97$ in $\alpha_0 = 45^\circ$.

4. SKLEP

Dejanski ohlap v aksialnem ležaju vpliva na dejanski imenski kot nošenja in na dejansko nosilnost ležaja. Zaradi aksialnega premika središča tečine se poveča kot nošenja pri radialnem naleganju tečine na kotalni element. Ta primer pa se ne pojavlja pri prenašanju momenta in aksialne obremenitve, ki sta pretežni obliki obremenitve ležaja, ampak pri čisti radialni obremenitvi. Aksialni odmik tečine je upravičen takrat, kadar je obremenitev ležajev takšne vrste, da prihaja do aksialnega naleganja tečine na kotalni element, imenski kot nošenja ostane enak α_0 tudi pri povečanih ohlapih ležaja.

OZNAČBE

- α_0 — imenski kot nošenja,
- α_{na} — imenski kot nošenja pri čistem aksialnem naleganju,
- α_{nr} — imenski kot nošenja pri čistem radialnem naleganju,
- s — razmerje polmerov kroglice in tečine,
- r_t — polmer tečine,
- r_k — polmer kroglice,
- d_l — kotalni premer ležaja,
- e_d — dejanski radialni ohlap,
- a_d — dejanski aksialni ohlap,
- x_t, y_t — koordinati za lego središča tečine z ohlapom.

LITERATURA

- [1] Albert. M.-Köttritsch. H.: Wälzlager. Theorie und Praxis. Springer-Verlag, Wien, New York. 1987.
- [2] Eschman-Hausbargen-Weigand: Die Wälzlager-Praxis. R. Oldenbourg Verlag. München. Wien. 1978.

Naslov avtorjev: doc. dr. Ivan Prebil, dipl. inž.
Samo Zupan, dipl. inž. oba
Fakulteta za strojništvo
Ljubljana, Murnikova 2