

7.5.9 Vrezovanje navojev

V mehanskih sistemih so navoji izdelani za različne funkcije glede na njihov namen pri trdnih in pomičnih zvezah. Navoji na vijakih (zunanji navoji) in v maticah (notranji navoji) služijo za spajanje obdelovancev ali, npr. na vretenu (večinoma s trapeznim navojem), za medsebojni premik strojnih delov (slika 1).

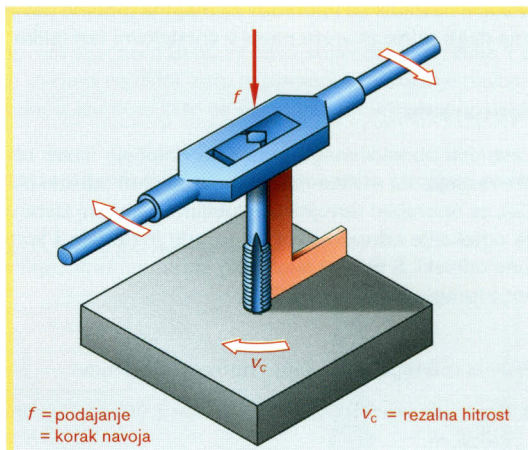
Za vsak navoj so značilne naslednje veličine:

- **profil** (trikotni navoj, trapezni navoj...),
- **korak**,
- **število stopenj** (eno- ali večstopenjski navoj),
- **smer vijačnice** (desni ali levi navoj),

Neodvisno od tega obstajajo še drugi kriteriji razločevanja, ki so v pomoč pri izbiri navoja:

- **lega** navoja (notranji ali zunanji navoj),
- **dejanska uporaba** navoja (pritrdilni navoj ali navoj za prenos gibanja),

Za izdelavo navojev obstaja komaj pregledna množica odrezovalnih in neodrezovalnih (valjanje, ulivanje) proizvodnih postopkov.



Slika 1: Ročno vrezovanje navojev

Pri vrezovanju navojev z odrezovalnim postopkom se izdelujejo navojni koraki na valjastem stebelu ali v izvrtini z eno- ali večrezilnim orodjem.

Ročno vrezovanje notranjih navojev

Gibanje za posnemanje odrezkov sestavljata vrtenje navojnega svedra (glavno gibanje) in osno gibanje znotraj izvrtine (podajalno gibanje). Stožčasti prerez orodja in korak navojne vijačnice povzročata postopno poglobljanje materiala do dokončne oblike profila navoja (slika 2).

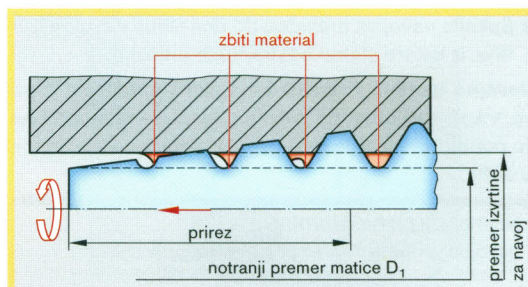
Pri vrezovanju notranjih navojev prevladuje odrezovalna obdelava, saj navojni sveder material večinoma reže. Preostanek materiala se tlači in izpodriva proti vrhu navoja (brez odrezavanja). Notranji premer v izvrtini se zmanjšuje. Zaradi tega mora biti **premer izvrtine za navoj** v matici vedno malo večji (od 0,2 do 0,4 mm) od notranjega premera matice.

Čim bolj se material gnete (npr. Al, Cu), tem večja mora biti izvrtina za navoj.

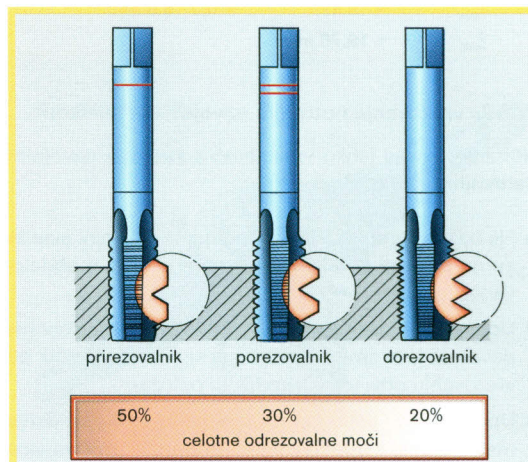
Navojni sveder

Pri izdelovanju navojev so največkrat uporabljeni **stavek navojnikov** (tridelni ali dvodelni za drobne navoje), **navojnik za matične navoje** in **strojni navojnik**. Večinoma so izdelani iz hitroreznega jekla ali iz karbidne trdine.

Rezalno gibanje pri stavku navojnikov in pri matičnem navojniku se izvaja ročno. S stavkom navojev se vrezuje profil navojev v dveh oziroma v treh delovnih fazah (slika 3)



Slika 2: Postopek vrezovanja notranjih navojev



Slika 3: Tridelni stavek navojnikov

Matični navojnik se uporablja za majhne globine navojev v materialu, ki je tanjši od 1,5-kratnika premera navoja. Ima daljši prirez in vreže navoj v eni delovni fazi (slika 1).

Koti na rezilu

Lastnosti obdelovanega materiala določajo izbiro oblike rezanja. Za mehke materiale, z dolgimi odrezki (Al, Cu), se uporabijo navojniki z globljimi in širšimi žlebovi za odtekanje odrezkov, kot pa za trde materiale s kratkimi odrezki. S tem se istočasno spremeni tudi cepilni kot γ (preglednica 1, slika 2).

Pravila ročnega vrezovanja notranjih navojev

- Ugreznete izvrtino na obeh straneh z 90°-stožčastim grezilom.
- Vstavite prirezovalnik iz stavka navojnikov v izvrtino in zavrtite.
- Preverite pravokotnost proti obdelovancu.
- Sukajte navojni držaj navojnika z enakomernim pritiskom obeh rok.
- Uporabite zadostno količino hladilno-mazalnih sredstev.
- Pri težjem delovanju navojnik nakratko zavrtite v nasprotno smer, da se odrezki odlomijo.
- Pri stavku navojnikov pazite na njihovo zaporedje.
- Sukajte navojnik previdno do dna slepe navojne izvrtine, iz katere stalno odstranjujete odrezke.

Navojna globina je odvisna od globine navojne izvrtine, v kateri ni mogoče vrezati navoja do njenega dna. Po potrebi se globina izvrtine lahko izračuna s pomočjo enačbe:

$$\text{Najmanjša globina izvrtine} = \text{navojna globina} + 0,7 \cdot \text{premer navojne izvrtine}.$$

Primer:

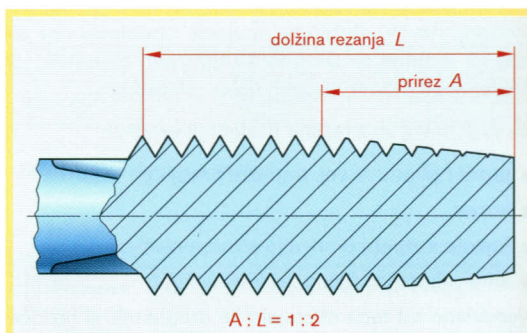
$$l_{\min} = 15 \text{ mm} + 0,7 \cdot 6,8 \text{ mm}$$

$$l_{\min} = 19,76 \text{ mm}$$

Pravila vrezovanja notranjih navojev z vrtalnikom

Notranje navoje lahko vrezujemo s strojnim navojnikom na vrtalnem stroju. Pri tem se ravnamo po naslednjih delovnih pravilih:

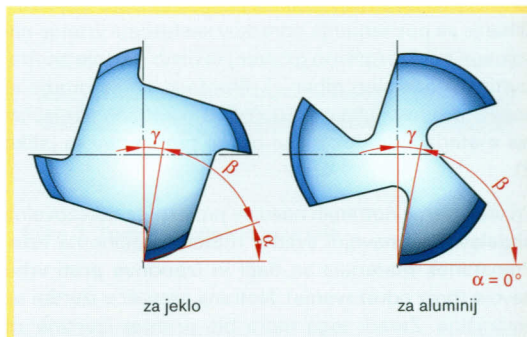
- Ne nastavlajte nobenega podajanja. Navojni sveder se na podlagi koraka navoja sam uvleče v obdelovanec.
- Uporabljeni vrtalnik mora imeti možnost nastavitve desne ali leve smeri vrtenja, saj se mora navojnik po vrezovanju odvrtni v izhodiščni položaj.
- Uporabljajte ustrezna hladilno-mazalna sredstva (rezalno olje) z upoštevanjem priporočil proizvajalca orodja in materiala (primerjajte z vrtenjem).
- Z vrezovalno napravo na vretenu vrtalnega stroja nastavite rezalno silo in samodejni vklop povratnega hoda. Tako preprečite zlom navojnika in skrajšate povratni gib (slepe izvrtine!).
- Obdelovancu vedno izberite ustrezen navojnik.
- Upoštevajte pravilno rezalno hitrost. Pravilna vrednost: za jeklo 12 m/min, za sivo litino 8 m/min.



Slika 1: Matični navojnik

Preglednica 1: Cepilni kot na navojnem svedru

Material	Fe 360 B... Fe 690	GG	Al
γ = cepilni kot	10° ... 12°	4° ... 6°	16° ... 22°



Slika 2: Koti na navojnem svedru

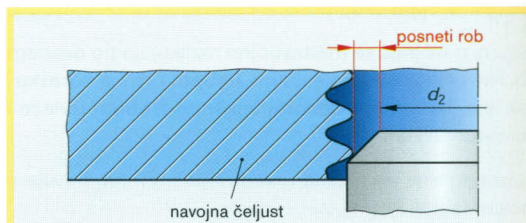
Orodje za vrezovanje zunanjih navojev

Z rezalnikom navojev se v eni delovni fazi odreže celoten navoj (slika 2). Rezalnik navojev je zaprt ali pa zarezan. Zarezana izvedba se centrično nastavlja (slika 3) in tako v manjši meri lahko vpliva na premer navoja. Rezalniki navojev so uporabni samo za vrezovanje navojev s premerom do 16 mm, saj je sila rezanja pri večjih navojih prevelika.

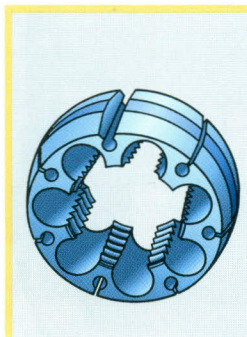
Navojne čeljusti (slika 4) imajo radialno nastavljive čeljusti, s katerimi se izvaja odvajanje odrezkov pri večjih navojih v več delovnih fazah. Rezila se najprej nastavijo za prirezovanje in zatem še za dorezovanje navojev. Zaradi nastavljivega odvzema odrezkov se navojne čeljusti uporabljajo za navoje s premerom večjim od 12 mm in pri velikih cevnih navojih (npr. $R1\frac{1}{4}$). Z njimi lahko vrezujemo tudi navoje različnih premerov, ki pa imajo enak korak. Rezalni material orodja za vrezovanje zunanjih navojev je večinoma hitrorezno jeklo ali karbidna trdina.

Pravila ročnega vrezovanja zunanjih navojev:

- Zaoblite ali posnemite končino stebela do notranjega premera navoja.
- Nastavite rezalnik navojev pravokotno na os obdelovanca.
- Vrezujte navoj z enakomernimi zasuki in z enakomernim pritiskom obeh rok na držaj rezalnika navojev.
- Večkrat prekinite postopek odrezovanja in zavrtite rezalnik za pol obrata nazaj, da se odrezki odlomijo.
- Vrezujte navoj do podane dolžine.
- Vrezujte večje navoje z navojnimi čeljustmi v več delovnih fazah.
- Pri vrezovanju navojev uporabljajte za mazanje rezalno olje. Izberite olje, ki ustreza obdelovanemu materialu.



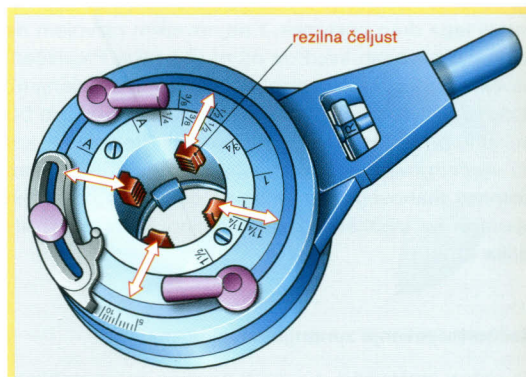
Slika 1: Premer posnetega roba na stebelu



Slika 2: Zaprt rezalnik navojev



Slika 3: Zarezan rezalnik navojev



Slika 4: Navojne čeljusti

Naloga:

1. Zakaj prihaja pri vrezovanju notranjih navojev z navojnim svedrom, poleg odrezovanja odrezkov, tudi do manjšega preoblikovanja materiala?
2. Čemu se izdelujejo navojni svedri z različnimi cepilnimi koti?
3. Zakaj se slepa navojna izvrtina vrta globlje, kot je uporabna globina navoja?
4. Opišite različne tipe navojnih svedrov in pojasnite njihovo področje uporabe.
5. Katera pravila se upoštevajo pri ročni izdelavi notranjih navojev?
6. Zakaj mora biti pri vrezovanju zunanjih navojev premer stebela vedno manjši od zunanjšega (imenskega) premera navoja?
7. S katerimi orodji se ročno vrezujejo zunanji navoji?
8. Kakšno prednost imajo navojne čeljusti v primerjavi z rezalnikom navojev?
9. Zakaj se uporablja mazivo pri vrezovanju navojev?
10. Kako se preskusi izgotovljeni navoj?