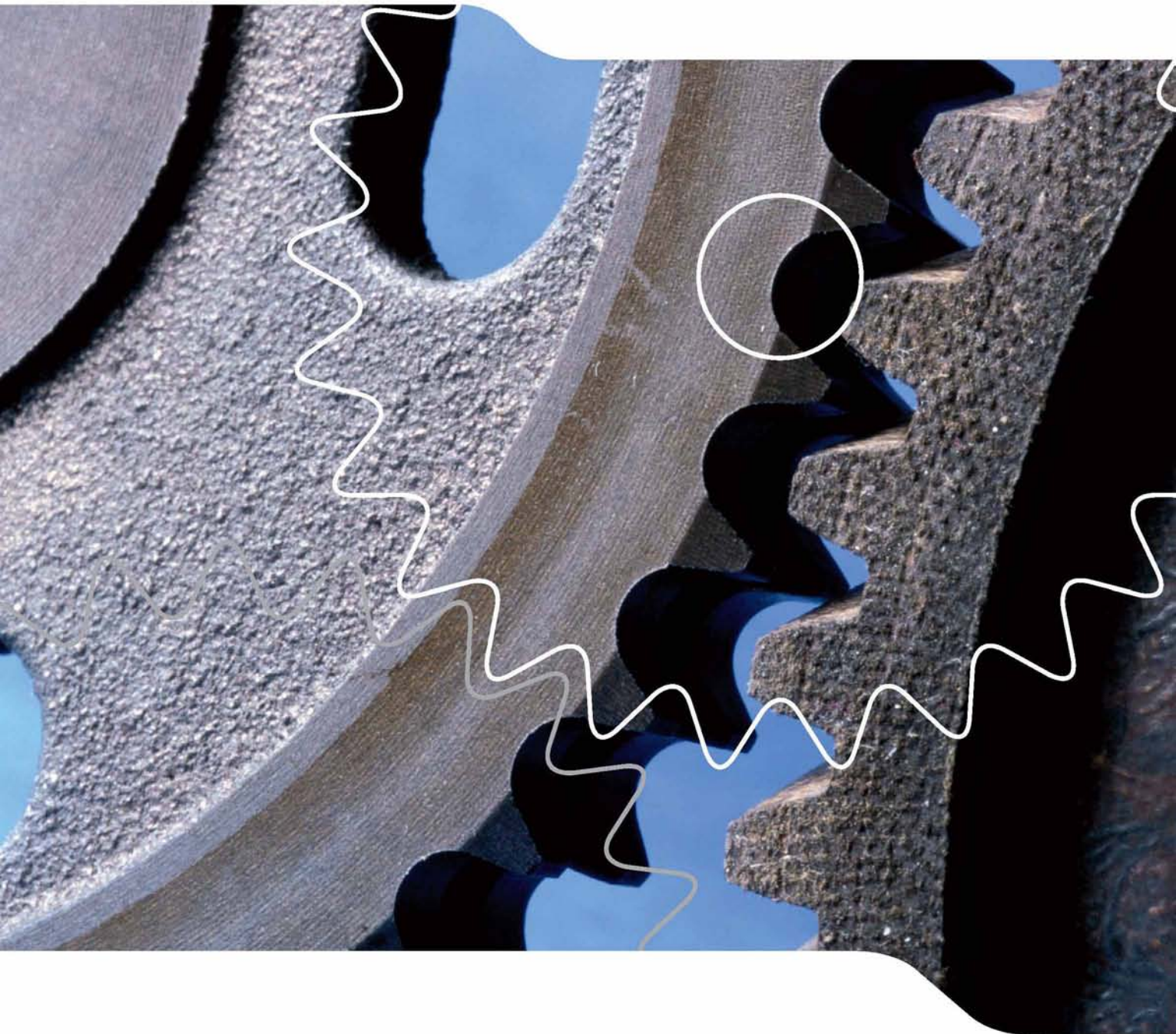


Antun Babić



Tehnologija obrade i montaže

Izdavač

Školska knjiga, d.d.
Zagreb, Masarykova 28

Za izdavača

Ante Žužul, prof.

Urednik

Damir Tadić

Recenzenti

prof. dr. sc. Slavko Sebastijanović

prof. dr. sc. Luka Šumanovac

Jozo Rašić

Ivan Budin

Mirko Korov

Izvršna urednica

Ivančica Knapić

Grafičko-likovno oblikovanje

Dejan Žilić

Ilustracije

Antun Babić

© ŠKOLSKA KNJIGA, d.d., Zagreb, 2006.

Nijedan dio ovog udžbenika ne smije se umnožavati, fotokopirati ni na bilo koji način reproducirati bez nakladnikova pismena dopuštenja.

Antun Babić

Tehnologija obrade i montaže

udžbenik za srednje trogodišnje škole



Zagreb, 2006.

SADRŽAJ

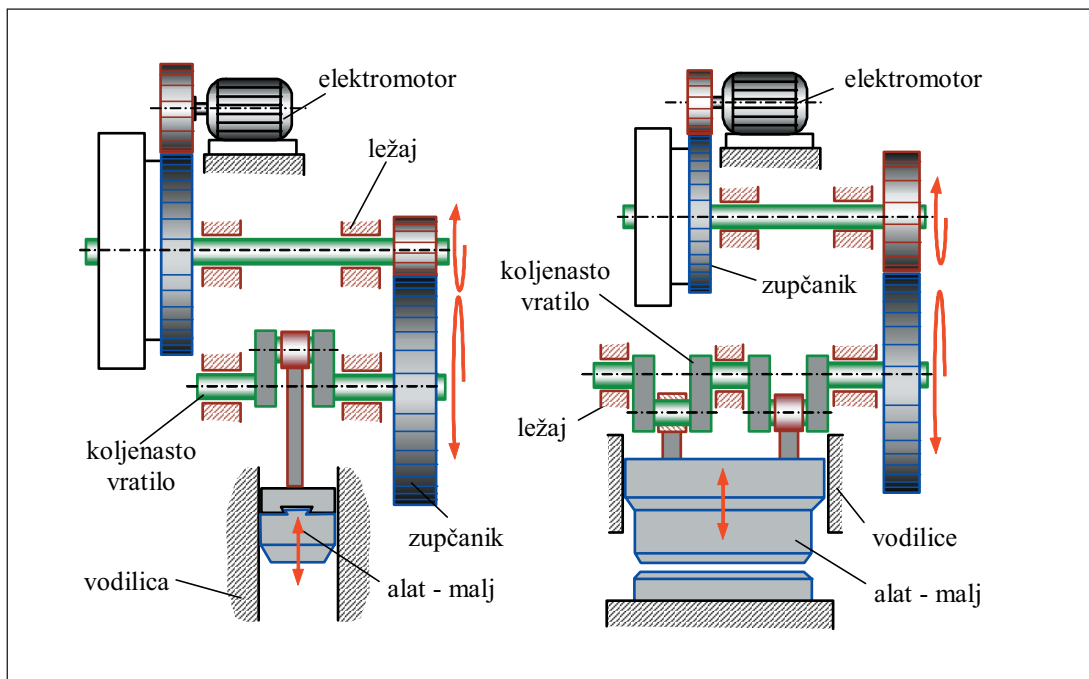
1. UVOD	10
2. MJERENJE I KONTROLA	12
2.1. Fizikalne veličine i mjerne jedinice	12
2.2. Mjerenje	13
2.3. Pogreške pri mjerenju	22
2.4. Normizacija mjera	23
2.5. Tolerancije mjera, oblika i dimenzija	24
3. OSNOVE PROIZVODNE TEHNIKE	30
3.1. Osnove alata za obradu	30
3.2. Alati za ručnu obradu metala	31
3.3. Alati za strojnu obradu	36
3.3.1. Kutovi tokarskog noža	36
3.3.2. Osnovni pojmovi pri obradi odvajanjem čestica	37
3.3.3. Sile rezanja.....	38
3.3.4. Trošenje reznog dijela alata	39
3.3.5. Toplina pri obradi odvajanjem čestica	40
3.3.6. Obradivost različitih materijala.....	43
3.3.7. Utjecaj na temperaturu rezanja	43
3.3.8. Uloga sredstva za hlađenje i podmazivanje.....	44
3.4. Strojevi za rezanje i probijanje	45
4. OBLIKOVANJE MATERIJALA DEFORMACIJOM	50
4.1. Plastična deformacija	50
4.1.1. Valjanje lima	52
4.1.2. Savijanje	52
4.1.3. Oblikovanje ruba lima	54
4.1.4. Duboko vučenje.....	55
4.1.5. Ravnanje izratka	56
4.1.6. Proširivanje	57
4.1.7. Izrada cijevi	58
4.1.8. Istiskivanje	59
4.1.9. Hladno kovanje	61

4.2. Razdvajanje materijala	61
4.2.1. Obrada lima	61
4.2.2. Štancanje	62
4.2.3. Štancanje lima ručnim žigom	63
4.2.4. Štancanje lima polužnim žigom	63
4.2.5. Štancanje složenih oblika	64
4.2.6. Sječanje profila	64
4.3. Strojevi za obradu deformiranjem	64
4.3.1. Batovi	65
4.3.2. Vretenaste preše	67
5. LIJEVANJE	72
5.1. Uvod	72
5.2. Proizvodni proces u ljevaonici	73
5.3. Kupolna peć	73
5.4. Osnovni elementi pri lijevanju	75
5.5. Ljevački pijesak	76
5.6. Vezivo	77
5.7. Odvajanje metala iz pijeska	77
5.8. Prosijavanje pijeska	78
5.9. Miješalica i drobilica pijeska	78
5.10. Ispitivanje čvrstoće pješčanog kalupa	79
5.11. Izrada kalupa	79
5.12. Istiskivanje pijeska	81
5.13. Lijevanje	81
5.14. Ljevačke pogreške	84
6. OBRADA ODVAJANJEM ČESTICA	86
6.1. Obrada tokarenjem	88
6.2. Obrada glodanjem	91
6.3. Obrada blanjanjem i dubljenjem	93
6.4. Obrada bušenjem	95
6.5. Obrada provlačenjem	98
6.6. Obrada piljenjem	99
6.7. CNC strojevi	102
6.8. Obrada brušenjem	105
6.9. Ultrafine obrade	109
6.10. Elektroerozija	112

7. OSTALI POSTUPCI REZANJA	116
7.1. Rezanje tarnom pilom	116
7.2. Elektromehanički uređaj za rezanje	116
7.3. Arcos postupak rezanja	117
7.4. Plinsko rezanje metala	117
7.4.1. Tlak plina pri plinskom rezanju	118
7.4.2. Plamenik za plinsko rezanje	119
7.4.3. Strojevi za plinsko rezanje metala	120
7.5. Noviji postupci rezanja	123
7.5.1. Rezanje laserom	125
7.5.2. Rezanje mlazom vode	126
8. OSNOVE ODRŽAVANJA STROJEVA I UREĐAJA	128
8.1. U-krivulja ili krivulja kvarova	130
8.2. Troškovi održavanja	131
8.3. Modeli održavanja	131
8.3.1. Korektivno održavanje	131
8.3.2. Preventivno održavanje	132
8.3.3. Tehnička dijagnostika	132
9. TOPLINSKA OBRADA	134
9.1. Kaljenje čelika	135
9.2. Površinsko kaljenje	139
9.3. Poboljšavanje čelika	140
9.4. Cementiranje čelika	142
9.5. Žarenje čelika	143
9.6. Termokemijski (difuzijski) postupci obrade	145
9.7. Peći za toplinsku obradu	147
9.7.1. Komorna peć	148
9.7.2. Tiganjska solna peć	148
9.7.3. Električna komorna peć (elektrootporna)	149
9.7.4. Električna mufolna peć	149
9.8. Pogreške tijekom toplinske obrade	150
10. TEHNOLOGIJA MONTAŽE	152
10.1. Proces tehnologije montaže	152
10.2. Tehnologija spajanja	156
10.2.1. Tehnologija rastavljivog spajanja	156
10.2.2. Tehnologija nerastavljivog spajanja	158
10.3. Elementi bravarsko montažnih operacija	158
10.4. Organizacioni oblici procesa montaže¹	162

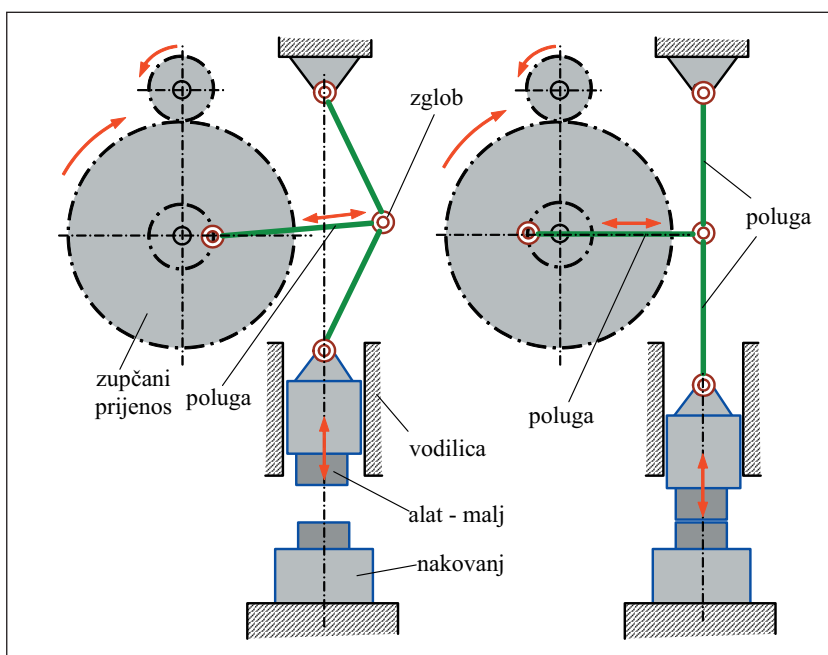
10.5. Pogodnost proizvoda za montažu	162
10.6. Projektiranje procesa montaže	162
11. TROŠENJE I ZAŠTITA	164
11.1. Trošenje	164
11.2. Korozija	164
11.2.1. Geometrijski oblici korozije	166
11.3. Priprema metalne površine za antikorozivnu zaštitu	167
11.4. Antikorozivna zaštita	168
11.5. Zaštita čeličnih limova i traka od korozije	170
12. ZAŠTITA NA RADU	174
12.1. Pravila zaštite na radu	175
12.2. Požar	175
12.3. Radni prostor i okolina	177
12.3.1. Dnevno svjetlo	178
12.3.2. Buka	181
12.3.3. Klima	183
12.4. Kretanje u radnome prostoru	184
12.5. Znakovi upozorenja u radnome prostoru	185
12.6. Izvori opasnosti pri radu sa strojevima i uređajima	187
12.6.1. Mehanički izvori opasnosti	187
12.6.2. Zaštitne naprave	188
12.6.3. Ručni alat	189
12.7. Izvori opasnosti pri radu s električnom strujom	189
12.8. Transport tereta	191
12.9. Kiseline i lužine	192
12.10. Boje i razrjeđivači	193
12.11. Osobna zaštitna sredstva	194
13. ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE	198
13.1. Zaštita zraka	201
13.2. Zaštita tla	201
13.3. Zaštita voda	201
13.4. Zaštita od unošenja energije i ionizirajućega zračenja u okoliš	202
14. LITERATURA	204

Ekscentar-preša (sl. 30) mnogo je u upotrebi jer može ostvariti mnogo udaraca u kratkome vremenu. Elektromotor preko sklopa zupčanika prenosi okretni moment do koljenastoga vratila. Na koljenasto je vratilo učvršćen stap koji prenosi i pretvara okretnu silu i vrtnju u pravocrtno gibanje. Pri tome stap potiskuje alat koji obavlja rad deformiranja izratka udarcima. Ovisno o broju koljena, ekscentar-preše mogu biti s jednim, dva ili više koljena.



■ Slika 30. Ekscentar-preša

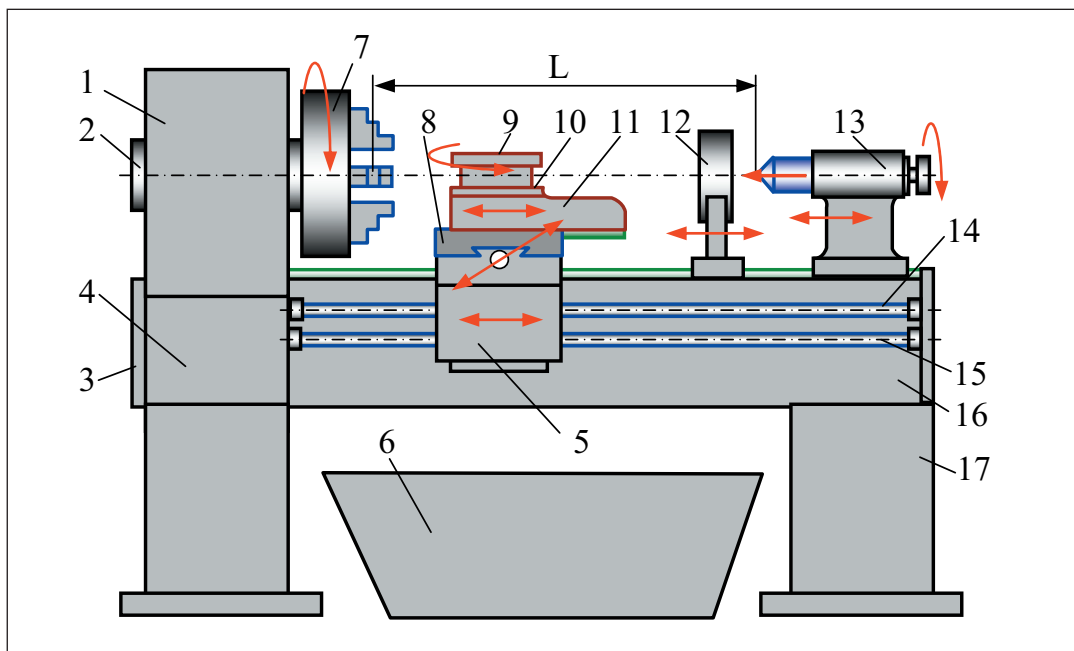
Nešto drukčiji oblik ekscentar-preše jest laktasta koljenasta preša (sl. 31) koja pretvorbu vrtnje u pravocrtno gibanje obavlja s pomoću koljena. Kao i do sada elektromotor preko zupčanika prenosi okretni moment. Na zupčaniku se nalazi ploča na koju je zglobovno učvršćena poluga.



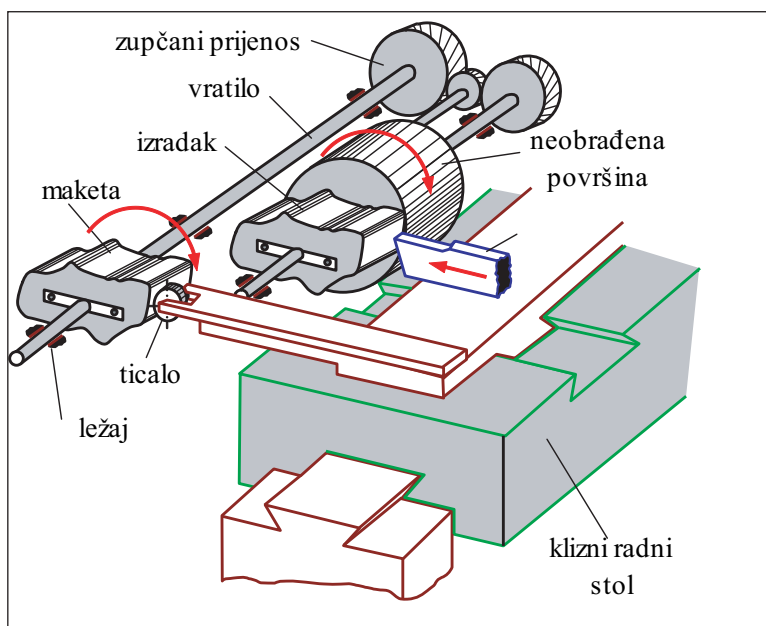
■ Slika 31. Laktasta ekscentar-preša

Zglob je namjerno pomaknut izvan središta. Na taj način ostvaruje se da poluga potiskuje druge dvije poluge desno-lijevo, pri čemu ove dvije poluge dižu ili spuštaju malj. Alat pri tome obavlja brze i snažne udarce.

Univerzalna tokarilica (slika 5) danas se sve manje koristi zbog slabe produktivnosti ali je korisna jer ima široke mogućnosti obrade.



■ **Slika 5.** Tokarski stroj: 1) prijenosnik glavnog gibanja, 2) šuplji dio glavnog vretena, 3) izmjenjivi zupčanci, 4) prijenosnik pomoćnog gibanja, 5) ključna ploča s upravljačkim ručicama, 6) posuda za strugotinu, 7) glavno vreteno sa steznom glavom, 8) poprečni suport, 9) četverostrani okretni držač alata, 10) okretni suport omogućuje tokarenje konusa, 11) uzdužni suport, 12) čvrsta lineta, 13) konjić, 14) navojno vreteno, 15) utorno vreteno, 16) krevet, 17) postolje (noge)



■ **Slika 6.** Kopirna tokarilica

Kopirna tokarilica je (sl. 6) napravljena da bi se povećala produktivnost, tj. da proizvede što više proizvoda u jedinici vremena. Tokarilice ovog tipa nisu predviđene za male serije izradaka. Jednostavno se ne isplati izrada maketa koja je složena, skupa i vremenski nije opravdano, a s druge strane ovo su skuplji strojevi određeni za usku skupinu proizvoda. Tokarilica radi tako da ticalo pri vrtnji klizi po površini makete. Budući da je ticalo čvrsto spojeno na klizni stol na kojem je učvršćen alat za tokarenje, pomiče se i alat. Alat pri tome kontrolirano prodire u materijal, pri čemu odnosi dio materijala. Ove tokarilice polako se gube iz uporabe kao i mnoge druge njoj slične. Umjesto njih sve se više rabe CNC strojevi.

14. LITERATURA

- [1] Antun Čevra: Obrada metala II dio, Školska knjiga, 1992.
- [2] Antun Čevra: Toplinska obrada metala, Zrinski - Čakovec
- [3] B. Kraut: Strojarski priručnik
- [4] B. Rebec - S. Margić: Štance I + II dio, Zagreb 1990.
- [5] Božo Udovičić: Energetika, Školska knjiga, Zagreb, 1993.
- [6] Budin-Rašić-Špiranec: Osnove tehnike i proizvodnje, Školska knjiga
- [7] dr. Binko Musafija: Obrada metala plastičnom deformacijom, Svjetlost, Sarajevo, 1988.
- [8] dr. Bruno Rebec, dipl. inž. - dr. Gojko Nikolić, dipl. inž.: Visoko produktivne štance s reznim elementima od tvrdog metala, Zagreb, 1988.
- [9] dr. Mirko Matić: Energija i arhitektura, Zagreb, 1988. Školska knjiga
- [11] Dušan Hrgović: Tehnički materijali 2, Školska knjiga, Zagreb 1992.
- [12] Edo Hercigonja: Elementi strojeva - Školska knjiga, Zagreb, 1969.
- [17] Frano Bračanin: Obrada metala I dio, Školska knjiga, Zagreb 1993.
- [18] Franjo Toufar: Tehnički materijali 1, Školska knjiga, Zagreb, 1992.
- [20] Galić, Grgasović, Karbić, Komadina, Šetek, Tomić i Žura: Kalupljenje 1 + 2, Zagreb, 1979.
- [21] Inženjerski priručnik IP1, Temelji inženjerskih znanja, Školska knjiga 1996.
- [22] Inženjerski priručnik IP4, Proizvodno strojarstvo, Materijali, Školska knjiga 1998.
- [23] Inženjerski priručnik IP4, Proizvodno strojarstvo, Organizacija proizvodnje, Školska knjiga 2002.
- [24] Josip Dobran: Plinsko rezanje čelika, Uljanik Pula, Tehnička knjiga, Zagreb, 1983.
- [26] Karl-Heinz Decker: Elementi strojeva, Tehnička knjiga, Zagreb, 1975.
- [27] Koroman - Mirković: Hidraulika i pneumatika
- [28] M. Novosel, D. Krumes, Željezni materijali - Konstrukcijski čelici, Slavonski Brod 1995.
- [29] M. Novosel, D. Krumes, Željezni materijali - Lijevo, Slavonski Brod 1994.
- [30] M. Novosel, F. Cajner, D. Krumes, Alatni materijali, Slavonski Brod 1996.
- [31] Mate Dević: Obrazovanje i odgoj o zaštiti na radu s alatima i strojevima za obradu metala, Zagreb 1976.
- [33] Milan Živić: Zavarivanje i srodni postupci, Zagreb 1975.
- [34] Mirko Čuljić: Bravarski i limarski radovi u brodogradnji, Školska knjiga, Zagreb, 1984.
- [35] Niko Majdandžić, R. Lujić, G. Matičević, G. Šimunović, I. Majdandžić: Upravljanje proizvodnjom, Magnus, S. Brod 2001.
- [36] Praktičar, Školska knjiga 1970.
- [37] Priručnik stručnjaka za zaštitu na radu, Zbornici - studije - elaborati, ZB-13, Visoka škola za sigurnost na radu (s pravnosti javnosti), Zagreb 2000.
- [38] prof. dr. Eugen Oberšmit: Ozubljenja i zupčanici, Zagreb, 1985.
- [39] Prof. dr. sc. Z. Lukačević s grupom autora, Nove tehnologije, Grafik Color, Slavonski Brod 1998. god.

- [40] Prof. dr. Šime Šavar: Obrada metala odvajanjem čestica 1, Zagreb, 1990.
- [41] Prof. dr. Šime Šavar: Obrada metala odvajanjem čestica 2, Zagreb, 1990.
- [42] prof. Velimir Kruz: Tehnička fizika za tehničke škole, Školska knjiga 1972.
- [43] prof.dr. Berislav Boras: Gospodarenje alatom, Zagreb, 1986.
- [44] Proizvodno tehničko obrazovanje, Školska knjiga, Zagreb, 1983.
- [45] Roko Cebalo: Moderna tehnika brušenja, Školska knjiga, Zagreb, 1991.
- [46] Tehnička enciklopedija, 1963. g.
- [48] Zaštita od buke - načela i primjena
- [49] Zoran Kalinić: Održavanje alatnih strojeva, Školska knjiga, Zagreb 1997.
- [50] Opalić M., Kljajin. M., Sebastijanović S.: Tehničko crtanje, FSB Zagreb, SF Slavonski Brod, 2003.
- [51] S. Sebastijanović: Osnove održavanja strojarskih konstrukcija, SF SB 2002.
- [52] Udžbenik za metalce, Tehnička knjiga 1970.
- [53] G. Nikolić – I. Hiti, Tehnike spajanja, Tipex Zagreb

Grafički urednik

Dejan Žilić

Lektor

Tomislav Salopek

Korektorica

Sonja Babić

Katarina Cvijanović

Grafička priprema

Dejan Žilić

Tisak

Grafički zavod Hrvatske, d.o.o., Zagreb

Tiskanje završeno u prosincu 2006.

ISBN 953-0-21011-6