

IVAN PREBIL
SAMO ZUPAN

TEHNIČNA DOKUMENTACIJA

Druga izdaja

Ljubljana, 2011

Avtor: prof. dr. Ivan Prebil
doc. dr. Samo Zupan

Recenzija: prof. dr. Gordana Marunić
prof. dr. Božidar Križan

Lektura: Slobodanka Ivanjić Kostrešević

Tehnična izvedba: asist. dr. Andrej Žerovnik
doc. dr. Robert Kunc

Pomoč pri risanju slik: asist. dr. Andrej Žerovnik
Markovič Nejc
asist. dr. Miha Ambrož
asist. dr. Gašper Šušteršič
mag. Boštjan Lukančič
Aleksander Novak
Jernej Korinšek
Matej Žvokelj
Franc Bohinjec
Simon Mandelj
Aleš Aglič
Primož Škerl

© Ivan Prebil, Samo Zupan in STRI SVETOVANJE, 2011

Brez soglasja založnika in avtorjev je prepovedano vsakršno razmnoževanje ali prepis v katerikoli obliki.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

621.81(035)
744(035)

PREBIL, Ivan

Tehnična dokumentacija / Ivan Prebil, Samo Zupan ; [pomoč pri risanju slik Andrej Žerovnik ... et al.]. - 2. izd. - Ljubljana : STRI SVETOVANJE, 2011

ISBN 978-961-93169-1-7
1. Zupan, Samo
259015680

PREGOVOR

Z napredkom na vseh področjih znanosti in tehnike ter mednarodne trgovine raste tudi potreba po poenotenju grafičnega prikazovanja in izražanja tehničnih zamisli in izumov. Ni mogoče učinkovito in pregledno opisati kompleksnega mehanizma, stroja ali naprave drugače kot grafično.

Tehnična dokumentacija je posebna oblika komuniciranja tehnično usposobljenih strokovnjakov na različnih področjih. Tudi na področju strojništva se sodelavci v konstrukciji, proizvodnji in montaži sporazumevamo s pomočjo slik, risb in simbolov. Poleg širšega besednega zaklada in pravil tehničnega izražanja moramo zato tehniki dobro poznati tudi pravila grafičnega komuniciranja, ki so v splošnem določena s tehničnim slovarjem in standardi s področja tehnične dokumentacije.

Standardi *SIST ISO*, *ISO*, *DIN* in drugi določajo splošno vpeljana in širše veljavna pravila za izdelovanje tehnične dokumentacije bodisi ročno ali z risarsko opremo in računalniškimi orodji za modeliranje ter tehnično risanje (*CAD*). V knjigi so razložena pravila in priporočila za izdelovanje tehnične dokumentacije, ki so večinoma povzeta iz mednarodnih standardov *ISO* za tehnično dokumentacijo (*TD*). Te standarde urejajo tehnični komiteji *ISO/TC 10*, *TC 12* in *TC 145*. Poudarek je dan splošnim standardom za *TD*, ki so veljavni za vsa področja tehnike, in zlasti uveljavljenim praksam ter posebnim standardom, ki se uporabljajo pretežno na področju strojništva. Poleg tega so dana tudi opozorila na nekatere starejše prakse in standarde, ki danes večinoma uradno niso več veljavni in se vedno manj uporabljajo. Knjiga je namenjena kot gradivo za izobraževanje na področju tehničnih ved in hkrati tudi kot priročnik inženirjem v praksi. V ta namen je dopolnjena s podatki o nekaterih pogosto rabljenih standardnih strojnih oblikah (npr. navoji, žlebovi, gnezda itd.) in elementih (zatiči, sorniki, vijaki, ležaji, tesnila itd.) ter drugimi podatki (tolerance, ujemi, hrapavost itd.). Torej ne podaja samo znanja za lažje razumevanje osnov pri izdelovanju tehnične dokumentacije, ki je potrebno med študijem na različnih nivojih izobraževanja, temveč je tudi vir informacij za inženirje v projektivnih in konstrukcijskih birojih v slovenskih podjetjih.

V času računalniških programov za prostorsko modeliranje in programskih orodij za tehnično risanje je med mladimi, ki stopajo na pot tehničnega izobraževanja, pogosto prisotno zmotno mnenje, da je poznavanje pravil tehničnega risanja nepotrebno in preživeto. To seveda ne drži, saj se izdelava tehnične dokumentacije večinoma šele začne, ko je modeliranje že končano. Taki modelirniki ne morejo nadomestiti poznanja pravil tehnične dokumentacije, temveč samo olajšujejo njeno izdelavo. Prav tako ni namen te knjige učiti, kako se je treba lotiti geometrijskega modeliranja, in zato bo bralec tako vsebino v njej večinoma zaman iskal.

V knjigi citirana priporočila in standardi, ki jih uporabljamo pri izdelovanju tehnične dokumentacije, so večinoma vezana na slovenske standarde (*SIST ISO*), ki so bili v okviru Urada za standardizacijo in meroslovje Republike Slovenije leta 1995 privzeti po standardih *ISO*. Za področja, ki niso zajeta v *SIST ISO*, so večinoma citirani standardi *DIN*. Vsi ti standardi se z vedno hitrejšim razvojnim tempom tudi vedno pogosteje spreminjajo, dopolnjujejo, nekatere se razveljavi in sprejema nove. Zato bo naša naloga, da v prihodnosti vsebino knjige občasno popravimo in dopolnimo v skladu s temi procesi in tudi s pripombami in priporočili, ki so plod izkušenj uporabnikov pri izdelovanju

PREDGOVOR

tehnične dokumentacije predvsem v industriji. S tem namenom tudi vabimo bralce k sodelovanju pri teh procesih.

Posebna zahvala je namenjena vsem sodelavcem, ki so pomagali pri preurejanju in dopolnjevanju ter tehničnem oblikovanju obsežne vsebine te druge izdaje. Prav tako hvala študentom za pomoč pri risanju slik.

prof. dr. Ivan Prebil

doc. dr. Samo Zupan

VSEBINA

1	UVOD	13
1.1	Tehnično risanje	13
1.2	Standardi	13
1.2.1	Mednarodni standardi	14
1.2.2	Evropski standardi	14
2	VRSTE IN IZDELAVA RISB	15
2.1	Načini risanja	15
2.2	Vrste risb	16
2.2.1	Skica	18
2.2.2	Tehnična risba surovca	19
2.2.3	Delavniška risba	19
2.2.4	Tehnična risba sestava – podsestava	19
2.2.5	Sestavna risba	21
2.2.6	Patentna risba	21
2.2.7	Diagrami – grafične predstavitve v koordinatnem sistemu (DIN 461)	24
2.2.8	Tehnične risbe za diapozitive	26
2.2.9	Tehnične risbe za tisk <i>SIST EN ISO 5455</i> , (<i>DIN EN ISO 5455</i>) ¹	28
2.2.10	Risanje in oblikovanje temeljev za stroje in naprave	29
2.3	Razmnoževanje tehničnih risb (<i>SIST EN ISO 6428</i>)	32
2.4	Tiskani obrazci za tehnično dokumentacijo	33
2.5	Spremembe na risbah	35
2.6	Sistemi konstrukcijske dokumentacije in kosovnic	37
2.6.1	Nestrukturirana zgradba proizvoda	37
2.6.2	Strukturirana zgradba proizvoda	37
2.6.3	Paralelna zgradba proizvoda	38
2.6.4	Stopničasta modularna zgradba	39
2.7	Splošne zahteve na konstrukcijsko dokumentacijo	40
2.7.1	Sestava izdelka	43
2.8	Številčenje risb	44
3	GLAVNE ZNAČILNOSTI RISB	45

3.1	Vrste papirja	45
3.2	Formati risb	45
3.3	Glava risbe in kosovnica	47
3.4	Shranjevanje in zgibanje risb	51
3.5	Merila (<i>SIST EN ISO 5455, DIN EN ISO 5455¹</i>)	53
3.6	Vrste, skupine in debeline črt	53
3.7	Tehnična pisava <i>SIST EN ISO 3098</i>	56
3.8	Zaporedja standardnih števil	59
4	PROJEKCIJE V TEHNIČNEM RISANJU	62
4.1	Splošne centralne in vzporedne projekcije	62
4.1.1	Standardizirane aksonometrične projekcije	63
4.1.1.1	Izometrična projekcija	63
4.1.1.2	Dimetrična projekcija	65
4.1.1.3	Trimetrična projekcija	66
4.1.2	Poševne projekcije	66
4.1.2.1	Cavalier projekcija	67
4.1.2.2	Sobna projekcija	67
4.2	Večpogledne (Mongeove) projekcije	68
4.2.1	Projekcijska metoda 1	70
4.2.2	Projekcijska metoda 3	71
5	PREDSTAVITEV TELES IN KOTIRANJE	73
5.1	Zaporedje korakov pri risanju	73
5.2	Kotiranje (<i>SIST EN ISO 129, SIST EN ISO 128</i>)	76
5.2.1	Načini kotiranja	78
5.2.1.1	Načini kotiranja glede na namembnost kotirnih mer	78
5.2.1.2	Načini kotiranja glede na podajanje kotirnih mer	79
5.2.2	Prizmatična telesa	80
5.2.3	Valjasta telesa	83
5.2.4	Prizme trapeznih, tristranih in šeststranih oblik	87
5.2.5	Telesa piramidnih oblik	89
5.2.6	Stožčasta telesa	91
5.2.7	Telesa okroglih oblik	91
5.3	Prezezi (<i>SIST EN ISO 128</i>)	92
5.4	Šrafiranje prerezov – označevanje materialov	97
5.5	Omejitve prekinjenih in neprekinjenih prerezov (<i>SIST EN ISO 128</i>)	98

6	POSEBNOSTI PRI PREDSTAVITVI TELES IN KOTIRANJU	100
6.1	Posebnosti pri risanju pogledov in prerezov	100
6.1.1	Risanje izdelkov iz ukrivljene pločevine	105
6.1.2	Risanje središčnih izvrtin	106
6.1.3	Risanje žlebov za iztek orodja	107
6.2	Posebnosti pri kotiranju	110
6.2.1	Kotiranje s koordinatami	116
6.2.1.1	Zapis mer	117
6.2.2	Kotiranje konusa (<i>SIST ISO 3040</i>)	120
6.2.3	Zoženje in nagibi (<i>SIST EN ISO 128</i>)	123
6.3	Označevanje posnetij zunanjih in prehodov notranjih robov	124
6.4	Posebnosti pri risanju litih in kovanih delov	127
7	OZNAČEVANJE HRPAVOSTI TEHNIČNIH POVRŠIN	131
7.1	Opredelitev profila površine	132
7.2	Podajanje zahtevane hrapavosti površine na tehnični risbi (<i>SIST EN ISO 1302</i>)	136
7.3	Metode vrednotenja in postopki za oceno hrapavosti površine	145
7.3.1	Vrednotenje hrapavosti površine s kontaktnimi merilnimi instrumenti	145
7.3.2	Pravila pri vrednotenju izmerkov	147
7.3.3	Priporočila pri izbiri hrapavosti površine	147
7.4	Povezava med starimi in novim načinom podajanja hrapavosti površine	150
8	TOLERANCE IN UJEMI	153
8.1	Tolerance dolžin in kotov (<i>SIST EN ISO 286</i>)	153
8.1.1	Osnovni pojmi	153
8.1.2	Zapis odstopkov (<i>SIST ISO 129-1</i>)	156
8.1.3	Zgradba ISO tolerančnega sistema (<i>SIST ISO 286</i>)	159
8.1.3.1	Velikost tolerančnega polja	159
8.1.3.2	Lega tolerančnega polja	161
8.1.4	Zapis toleranc in tolerančni sistem <i>SIST ISO 2768</i> za splošne tolerance	163
8.2	Ujemi	174
8.2.1	Osnovni pojmi	174
8.2.2	Sistem ujemov	175
8.2.3	Izbira prednostnih tolerančnih razredov po <i>SIST ISO 286-1</i>	177

8.2.4	Izbira ujemov po <i>DIN 7154-1</i> in <i>DIN 7155-1</i> _____	177
8.2.5	Izbira ujemov po <i>DIN 7157</i> _____	178
8.3	Vpliv temperature na izmerek (mere) _____	181
8.4	Geometrijske tolerance – tolerance oblike, orientacije, lege, profila in teka (<i>ISO 1101</i> , <i>DIN ISO 1101¹</i> , <i>ISO 5460</i>) _____	184
8.4.1	Opredelitve pojmov _____	184
8.4.2	Povezave med tolerancami mer in geometrijskimi tolerancami (<i>SIST ISO 8015</i> , <i>DIN ISO 8015¹</i> , <i>DIN 7167³</i>) _____	187
8.4.3	Podajanje geometričnih toleranc (<i>ISO 1101</i> , <i>DIN ISO 1101¹</i>) _____	188
9	RISANJE NAVOJEV, VIJAKOV IN VIJAČNIH ZVEZ S PRIPADAJOČIMI DELI _____	198
9.1	Navoji _____	198
9.1.1	Vrste navojev _____	199
9.1.1.1	Metrski navoji _____	200
9.1.1.2	Cevni ali Whithworthovi navoji _____	201
9.1.1.3	Trapezni navoji _____	203
9.1.1.4	Žagasti navoji _____	203
9.1.1.5	Obli navoji _____	203
9.1.2	Risanje navojev _____	205
9.1.3	Kotiranje in označevanje navojev _____	206
9.1.4	Izteki navojev _____	208
9.1.5	Poenostavljeno risanje navojev _____	211
9.1.6	Izdelava in tolerance navojev _____	211
9.2	Vijaki, matice in podložke _____	213
9.2.1	Vijaki _____	213
9.2.2	Matice in podložke _____	218
9.2.3	Gradiva vijakov, matic in podložk _____	220
9.2.4	Poenostavljeno risanje vijakov matic in podložk _____	222
9.3	Vijačne zveze _____	222
9.4	Ugreznine DIN (74-1, 2, 3) _____	227
9.5	Varovanje vijačnih zvez proti odvitju _____	233
10	RISANJE KOVIČNIH SPOJEV _____	237
10.1	Vrste kovic _____	237
10.1.1	Polne kovice _____	238
10.1.2	Votle in polvotle kovice _____	239
10.1.3	Slepe kovice _____	239

10.2	Vrste kovičnih spojev _____	241
10.3	Risanje in označevanje kovičnih spojev _____	243
11	RISANJE VARJENIH SPOJEV _____	244
11.1	Postopki varjenja (SIST ISO 857, SIST ISO 4063, DIN 1910-1 do DIN 1910-5, DIN 1910-10 in DIN 1910-11 ³) _____	244
11.2	Risanje zvarnih spojev (SIST ISO 2553, SIST ISO 6947, DIN 1912-1,2, DIN 1912-5 ³) _____	244
11.3	Kotiranje žleba (<i>DIN 1912-5</i>) _____	255
11.4	Kakovostni razredi zvarov (SIST ISO 10721, DIN 18800-1 ³ , DIN 18800-7 ³) _____	258
12	RISANJE ZVEZ PESTA Z GREDJO _____	259
12.1	Zagozde _____	259
12.2	Mozniki _____	265
12.3	Utorne zveze _____	269
13	RISANJE SORNIKOV, RAZCEPK, VSKOČNIKOV, ZATIČEV IN VRTALNIH PUŠ _____	273
13.1	Sorniki _____	273
13.2	Razcepke _____	276
13.3	Vskočniki _____	277
13.4	Zatiči _____	281
13.4.1	Stožčasti zatiči _____	281
13.4.2	Valjasti zatiči _____	283
13.4.3	Vzmetni zatiči _____	286
13.4.4	Zasekani zatiči _____	287
13.5	Vrtalne puše _____	288
14	RISANJE LEŽAJEV _____	290
14.1	Kotalni ležaji _____	290
14.1.1	Radialni kotalni ležaji (<i>SIST ISO 15, DIN 628</i>) _____	291
14.1.2	Aksialni kotalni ležaji _____	293
14.1.3	Označevanje kotalnih ležajev _____	294
14.1.3.1	Osnovno označevanje ležajev po DIN 623-1 _____	294
14.1.3.2	Dodatno označevanje ležajev po DIN 623-1 _____	295
14.1.4	Risanje kotalnih ležajev _____	300
14.1.5	Namestitvev in tesnjenje kotalnih ležajev _____	301

14.2	Drsni ležaji _____	306
14.2.1	Gradiva za drsne ležaje _____	306
15	RISANJE TESNIL _____	310
15.1	Tesnila z dotikom _____	310
15.1.1	Tesnilni obroči iz klobočevine _____	310
15.1.2	Tesnilni obroči iz pločevine _____	311
15.1.3	Radialna gredna tesnila _____	312
15.1.4	O-tesnila _____	314
15.2	Tesnila brez dotika _____	315
15.3	Poenostavljeno risanje tesnil _____	316
16	RISANJE ZOBNIKOV IN ZOBNIŠKIH DVOJIC _____	319
16.1	Mere in geometrija zobnika _____	319
16.2	Poenostavljeno risanje zobnikov in zobniških dvojic _____	321
17	RISANJE VIJAČNIH VZMETI _____	329
17.1	Cilindrične tlačne vijačne vzmeti _____	329
17.2	Cilindrične natezne vijačne vzmeti _____	332
18	RISANJE JEKLENIH KONSTRUKCIJ _____	334
18.1	Risanje jeklenih konstrukcij _____	335
18.2	Kotiranje jeklenih konstrukcij _____	339
19	RISANJE NAPRAV _____	343
19.1	Cevi in cevne zveze _____	343
19.2	Risanje cevnih vodov _____	344
19.3	Električne instalacije _____	353
19.4	Fluidni sistemi in naprave _____	363
20	OZNAČEVANJE MATERIALOV, TOPLOTNIH OBDELAV IN KOVINSKIH PREVLEK _____	371
20.1	Podatki o materialih _____	371
20.1.1	Označevanje jekel _____	371
20.1.1.1	Označevanje jekel z osnovnimi oznakami _____	371
20.1.1.2	Označevanje jekel glede na namen uporabe ter mehanske in fizikalne lastnosti _____	371
20.1.1.3	Označevanje jekel glede na kemijsko sestavo _____	371
20.1.1.4	Dodatni simboli za označevanje jekel z osnovnimi znaki _____	372
20.1.2	Povezave med železom in jeklom _____	374
20.1.2.1	Označevanje jekel s številčnimi oznakami _____	375

20.1.3	Označevanje in lastnosti železovih litin	380
20.1.3.1	Označevanje železovih zlitin z osnovnimi znaki	380
20.1.3.2	Označevanje železovih litin s številkami	380
20.1.4	Označevanje neželeznih zlitin	381
20.1.5	Podatki o materialu na risbi in kosovnici	381
20.2	Podatki za toplotno obdelavo	381
20.2.1	Vrsta toplotne obdelave	381
20.2.2	Preizkušanje trdote	382
20.2.2.1	Preizkušanje trdote po Brinellu HB (SIST ISO 6506, DIN 50 351 ³)	382
20.2.2.2	Preizkušanje trdote po Rockwellu HR (SIST ISO 6508, DIN 50 103-1,2)	383
20.2.2.3	Preizkušanje trdote po Vickersu HV (SIST ISO 6507-1, 2, 3, DIN 50133 ³)	383
20.2.3	Zapis podatkov o toplotni obdelavi	384
20.3	Kovinske prevleke	385
21	RAČUNALNIŠKO PODPRTO RISANJE	390
21.1	Oprema <i>CAD</i>	390
21.2	Program <i>CAD</i>	394
22	KONSTRUKCIJSKI KATALOGI ZA KUPLJENE KOMPONENTE	396
22.1	Sestavljanje katalogov komponent	397
22.1.1	Klasifikacija komponent	397
22.2	Sestavljanje katalogov	405
22.3	Vzdrževanje katalogov komponent	405
	PREGLED SIST STANDARDOV ZA PODROČJE TEHNIČNE DOKUMENTACIJE	406
	PREGLED SIST STANDARDOV ZA VELIČINE IN ENOTE	426
	PREGLED SIST STANDARDOV ZA GRAFIČNE SIMBOLE	428
	KAZALO PREGLEDNIC	429
	STVARNO KAZALO	436
	LITERATURA	440

3 GLAVNE ZNAČILNOSTI RISB

3.1 Vrste papirja

Tehnične risbe rišemo na kvaliteten brezlesni papir. Le redko uporabljamo trd risalni papir z maso 140 do 320 g/m². Za risanje s svinčnikom je primernejši hrapav in mat papir, za tuširanje pa gladek satiniran papir (pavs). Kakovosten bel, trd risalni papir je znan pod imenom *Schöllershammer*. Kakovost in vrsto papirja izberemo glede na vrsto risbe, ki jo želimo izdelati (preglednica 3.1).

Papir izbiramo v različnih formatih, zato ga moramo pravilno pripraviti, še posebej, če format ni priporočenih (normiranih) mer.

Papir za risanje naj bo bele barve, gladek, brez lesnih vlaken, primeren za tuširanje, trden, primeren za radiranje in odporen proti svetlobi. Tudi vlažnost sme le v najmanjši možni meri vplivati na našete lastnosti. Za visoke zahteve uporabimo papir, ki je ojačan z *A1*-folijo.

Transparentni papir je običajno svetlo rjave barve in se uporablja kot podloga za kopiranje na pavs narisanih originalnih tehničnih risb. Primeren je za tuširanje, radiranje, bistvena je njegova prosojnost.

Transparentna folija je prosojna in na obeh straneh gladka. Zaščitena je proti toploti, vlagi, olju in maščobi.

Milimetrski papir je neprosojen risarski ali prosojen papir z vodoravno in navpično delitvijo (mrežo), ki je drugačne barve od osnove. Uporablja se za raznovrstne predstavitve, posebej primeren je za skiciranje.

3.2 Formati risb

Zaradi kopiranja in shranjevanja risb in matric so vse velikosti tehničnih risb, kopij, poročil itn. predpisane s standardi, ki zajemajo različne vrste formatov. Ob formatu vrste *A* se v praksi le izjemoma uporabita formata vrste *B* in *C*.

Mere formatov vrste *A* so predpisane v *SIST EN ISO 5457*. Izhodiščni format (*A0*) je pravokotnik s površino 1 m², katerega stranici sta v razmerju 1:√2

Iz enačb $x \times y = 1.000.000 \text{ mm}^2$ in $x : y = 1 : \sqrt{2}$ (slika 3.1) dobimo vrednosti stranic za izhodiščni format *A0*; $x = 841 \text{ mm}$ in $y = 1189 \text{ mm}$. Z nadaljnjo prepolovitvijo formata *A0* dobimo velikosti preostalih formatov oblike *A* (*A1*, *A2*, *A3*, *A4*; preglednica 3.1). Velikosti so primerne za risanje in tudi za druge namene. Pri konstantnem razmerju stranic so si formati v vrsti podobni vsaj v eni stranici, zato jih lahko uporabljamo tudi v podaljšanih oblikah.

Polja za risanje so manjša (slika 3.8), kot je velikost formata, kar prikazuje preglednica 3.1.

Za risanje daljših predmetov formatu običajne velikosti dodamo najbližji manjši format v pokončni legi. Če format *A3*, ki je sestavljen iz dveh formatov *A4*, podaljšamo s formatom *A4*, dobimo format *A4* × 3 (preglednica 3.2).

Preglednica 3.1: Formati za risanje tehničnih risb po *SIST EN ISO 5457* v mm

format	obrezan format	površina risanja	neobrezan format
A0	841 × 1189	831 × 1179	880 × 1230
A1	594 × 841	584 × 831	625 × 880
A2	420 × 594	410 × 584	450 × 625
A3	297 × 420	287 × 410	330 × 450
A4	210 × 297	200 × 287	240 × 330

Preglednica 3.2: Prednostni podaljšani formati tehničnih risb v mm

format	velikost	format	velikost
A4 × 3	297 × 630	A3 × 6	420 × 1783
A4 × 4	297 × 841	A3 × 7	420 × 2080
A4 × 5	297 × 1051	A2 × 3	594 × 1261
A4 × 6	297 × 1261	A2 × 4	594 × 1682
A4 × 7	297 × 1471	A2 × 5	594 × 2102
A4 × 8	297 × 1682	A1 × 3	841 × 1783
A4 × 9	297 × 1892	A1 × 4	841 × 2378
A3 × 3	420 × 891	A0 × 2	1189 × 1682
A3 × 4	420 × 1189	A0 × 3	1189 × 2523
A3 × 5	420 × 1486		

Vodoravna in navpična lega papirja. Vse oblike formatov uporabljamo v vodoravni in tudi navpični legi. Glava in kosovnica ležita vedno v **spodnjem desnem vogalu** v osnovni legi postavljenega formata. Format *A3* in večje formate praviloma uporabljamo v vodoravni legi, medtem ko format *A4* uporabljamo pretežno v navpični legi. Formatov, manjših od *A4*, pri izdelavi tehnične dokumentacije ne uporabljamo. Zaželeno je, da velikosti formatov in njihove lege pri risanju elementov, ki so vezani na isti objekt, ne spreminjamo.

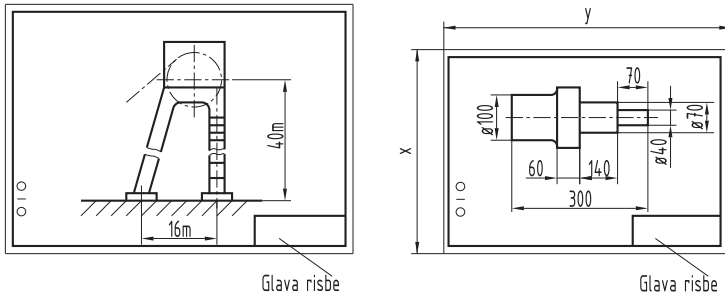
Poleg vrste *A* obstajata še formata vrst *B* in *C*, ki ju za risbe ne uporabljamo, v rabi sta za papir v tiskarstvu itn. (preglednica 3.3).

Preglednica 3.3: Velikosti *B* in *C* formatov

format	velikost	format	velikost
B4	250 × 353	C4	229 × 324
B3	353 × 500	C3	324 × 458
B2	500 × 707	C2	458 × 648
B1	707 × 1000	C1	648 × 917
B0	1000 × 1414	C0	917 × 1297

3.3 Glava risbe in kosovnica

Vsaka risba mora imeti prostor za opis, ki ga imenujemo glava risbe. Vanj vpisujemo podatke za identifikacijo in uporabo risbe, naslov risbe, ime podjetja, številko risbe, podpis oseb, ki so odgovorne za konstrukcijo narisanih predmetov in za skladnost podatkov na risbi s standardi, lahko so navedeni tudi drugi podatki. Glava risbe je vedno postavljena v spodnji desni kot risbe (slika 3.1). Ko format zložimo na velikost *A4* in ga vstavimo v mapo, mora biti glava na sprednji strani, njena lega pa v smeri branja.



Slika 3.1: Lega glave na formatu

Položaj, mere in vsebino glave risbe predpisuje standard *SIST EN ISO 7200*, ki dopušča prilagoditve. Tako je od mer podana samo priporočena širina glave *180 mm*, medtem ko so vse ostale mere glave poljubne. Vsebina glave mora vsebovati ime risbe, znak proizvajalca, datum izdaje, identifikacijsko številko, izdelovalca in kontrolorja risbe. Razporeditev vsebine v glavi je poljubna, lahko se doda tudi poljubno dodatno vsebino (npr.: obdelava, material, tip risbe, oznaka jezika, velikost papirja itn.).

Ker je omenjeni standard prilagodljiv, se za področje strojništva priporoča uporaba glav, katerih zasnova temelji na opuščnem standardu *DIN 6771-1*. Čeprav tega standard *SIST* ne predpisuje, je priporočljiva uporaba različnih glav za različne vrste risb. Slika 3.2 prikazuje glavo delavniške risbe, medtem ko je glava sestavne risbe nekoliko drugačna (slika 3.5). Glava delavniške risbe ima lahko tudi dodatno glavo (slika 3.3). Podatki v dodatni glavi so zanimivi le za zunanje uporabnike.

Projekcija	Stanje robov po		Stopnja točnosti	Kakovost	Merilo	Pozicija	Masa
	notranji	zunanji	prostih mer	obdelave	Material		
Splošni principi toleriranja:				Datum	Ime	Naziv in mere	
			Izdel.				
			Kontr.				
			K.std.				
						Št. risbe	Stran
							Št.
Ozn.	Sprememba	Dne	Ime	Datoteka			

Slika 3.2: Osnovna oblika glave (delavniška risba)

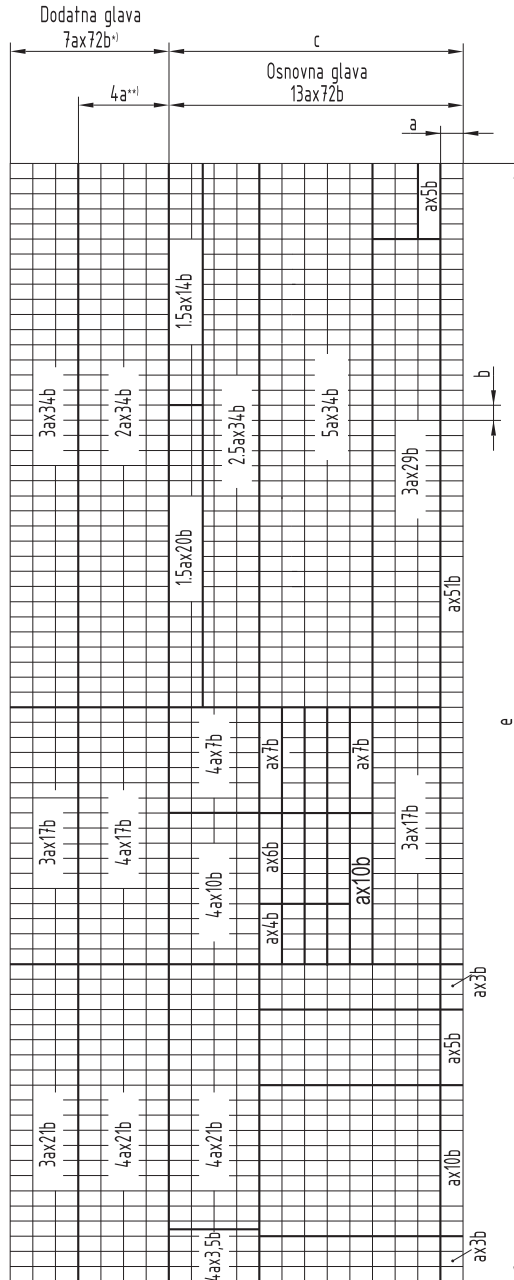
(Izdaja)	(Proizvajalec)	(Št. risbe proizvajalca)	
	(Naročnik)	(Št. risbe naročnika)	
		(Merilo)	

Slika 3.3: Oblika dodatne glave (besedilo v oklepajih je le pojasnilo)

Preglednica 3.4: Pomen informacij, zapisanih v posameznih poljih glav

stopnja točnosti prostih mer	stopnja točnosti za proste (netolerirane) mere
kakovost obdelave	zapišemo standard, po katerem je označena obdelava
merilo	merilo, v katerem je narisana risba, merila za podrobnosti so zapisana v oklepajih
pozicija	pozicija, zaporedna pozicijska številka na sestavni risbi
masa	izračunana masa dela pri delavniški risbi oziroma celotnega sestava pri sestavni risbi
naziv in mere	naslov risbe, ki naj bo splošno veljaven, tj. po konstrukcijskih značilnostih prikazanega predmeta, pripišemo tudi glavne mere $a \times b \times c$
številka risbe	številka delavniške ali sestavne risbe
stran	številka lista, pri več listih zapišemo spodaj zaporedno številko
oznaka	označba spremembe, označimo jo z zaporedno številko ali črko
spmemba	zapis o izvršeni spremembi na risbi ali v kosovnici
izdelal	izdelal, ime odgovorne osebe za podatke na risbi
kontroliral	kontroliral, ime osebe, ki je opravila kontrolo risbe
kontroliral po standardu	kontroliral, ime osebe, ki je opravila kontrolo standardov
stanje robov	stanje nekotiranih robov (standard in stanje robov)
datoteka	ime datoteke, v primeru računalniške izdelave
splošni principi toleriranja	standard, ki predpisuje splošne principe toleriranja
projekcija	način projiciranja narisanelega dela

Slika 3.4 in preglednica 3.5 prikazujeta mere glav. Pri formatih *A1* in *A0* je dovoljeno mere glave nekoliko povečati, če pri vpisovanju vsebine uporabljamo strojno opremo (pisalne stroje, tiskalnice itn.) ali če je risba namenjena mikrofilmski pomanjšavi. Velikosti polja so prilagojene velikosti pisave.




Slika 3.4: Mreža in mere za osnovno in dodatno glavo delavniške risbe

^{*)} Na željo uporabnika lahko pri dodatni glavi polje poljubno povečamo ali zmanjšamo, upoštevati je treba višino mreže a .

^{**)} Najpogosteje uporabljamo višino polja za besedilo $3a$ (slika 3.3).

Preglednica 3.5: Velikost mreže in glave v mm

format		velikost mreže		velikost glave	
		a	b	C	E
A4 do A0	pisanje s strojem	4,23	2,54	54,99	182,88
	pisanje s tiskalnikom	4,25	2,6	55,25	187,2
dodatek za A1 in A0 (mikrofilm)		5,6	3,6	72,8	259,2

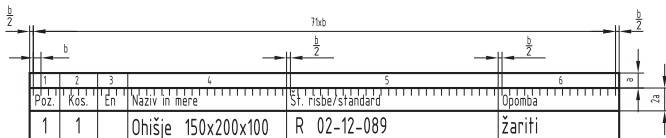
Projekcija					Merilo		Masa
		Datum			Ime		Naziv in mere
		Izdel.					
		Kontr.					
		K.std.					Št. risbe
					Stran		
Ozn.	Sprememba	Dne	Ime	Datoteka			Št.

Slika 3.5: Glava sestavne risbe

Na sestavni risbi mora biti h glavi risbe dodana tudi kosovnica, ki je namenjena prenosu tehničnih informacij. V njej so zapisani vsi deli, ki pripadajo strukturi celotnega sestava ali določeni zaključeni celoti (sklop, podslop). Narisana je na sestavno risbo, pri velikih projektih je lahko izdelana na enem ali več formatih *A4*. Slednja oblika zapisa kosovnice se uporablja vedno pogosteje, imenujemo jo ločena kosovnica.

Obliko kosovnic predpisujeta standarda *SIST ISO 7573* in *DIN 6771-2*³. Ravno tako kot za glave risb je tudi za kosovnice *SIST* standard prilagodljiv, zato je za področje strojništva smiselno uporabljati kosovnice, prirejene po standardu *DIN*. Tako ločimo dve vrsti kosovnic:

- kosovnico oblike *A*, ki ima nad glavo narisane stolpce za pozicijo, količino delov, naziv in mere dela, številko risbe oziroma standarda in opombe (slika 3.6),
- kosovnico oblike *B*, ki ima glede na kosovnico *A* dodana še stolpca za material in maso strojnega dela (slika 3.7).



1	2	3	4	5	6	7
Poz.	Kos.	En.	Naziv in mere	Št. risbe/standard	Opomba	
1	1		Ohišje 150x200x100	R 02-12-089	žariti	
2	1		Podstavek 200x250	R 32-12-256		
3	2		Zobnik z40	R 12-12-239	m=3, z=40	
4	4		Sornik f20x80	DIN 175		
5	1		Vzmet	R 20-12-005		
6	1		Vijak M8x70	DIN 84	uporabiti 4.6	
7	1		Matica M8	DIN ISO 4202		

Slika 3.6: Kosovnica oblike *A*

1	2	3	4	5	6	7	8
Poz.	Kos.	En.	Naziv in mere	Št. risbe/standard	Material	Masa	Opomba

Slika 3.7: Kosovnica oblike B

V kosovnici (slika 3.6 in slika 3.7) so popisani deli narisane sestava z vsemi podatki, ki so potrebni za sestavo te konstrukcijske enote, in zajema vse dele, tudi tiste, ki jih rišemo. Če puščamo v kosovnici med posameznimi sklopi proste vrste za morebitne dodatne pozicije, so tudi te vrste zaporedno oštevilčene.

Preglednica 3.6: Pomen označb v kosovnici

pozicija	pozicijska številka dela na sestavnih risbah
kos	število kosov za konstrukcijsko enoto
enota	enota
naziv in mere	naziv dela navajamo vedno v ednini, četudi je več kosov, pripišemo tudi glavne mere dela $a \times b \times c$
št. risbe/standard	za dele, ki imajo izdelano delavniško risbo, zapišemo številko risbe, za dele, ki so standardni, pa številko standarda
material	vrsta gradiva in stanje izdelanega kosa
masa	izračunana masa kosov, ki so vgrajeni v sestavo
opombe	poudarimo posebnosti, če je to potrebno

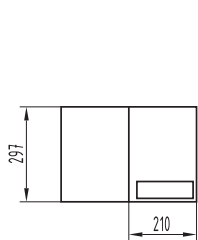
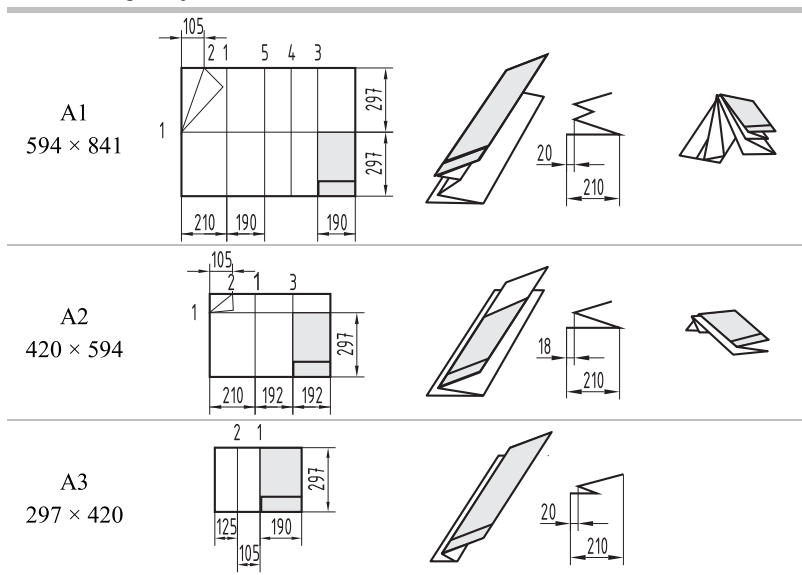
3.4 Shranjevanje in zgibanje risb

Izvirniki risb so narisani na pavsu ali v elektronski obliki. Izvirniki, narisani na pavsu, imajo trajno vrednost, zato jih moramo zaščititi pred prahom, svetlobo, vlago in jih arhivirati. Na dveh robovih jih ojačamo s papirjem, plastičnim trakom ali tkanino, da se ne mečkajo in trgajo. Zaradi večje preglednosti zložimo risbe pri posameznem projektu po vrsti, kot so oštevilčene. To pozneje omogoča hitrejše iskanje. Izvirnike, izdelane v elektronski obliki, shranimo na trajne medije (magnetni zapis na tračne enote).

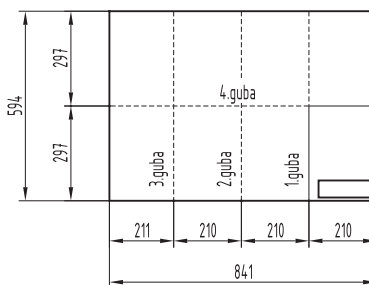
Kopije papirnatega izvirnika in natisnjene risbe elektronskih izvirkov pripravimo za shranjevanje v mapi ali za pošiljanje v pismu. Pri risanju se uporabljajo formati A, zato jim dajemo prednost po DIN 824 (preglednica 3.7). Zložena risba ima končne mere formata A4 in je pripravljena za vpetje v mapo. Glava in kosovnica sta postavljeni v lego za branje. Pri pogosti uporabi dokumentacije je priporočljivo vpenjalne luknje posebej ojačati. Formatov, večjih od A1, naj ne bi zložili na končni format A4, ampak A3.

Zgibanje za prosto vlaganje v mape in predale prikazuje slika 3.8. Format A3 zložimo tako, da ostane glava vidna (slika 3.8a). Format A2 začnemo zgibati po dolžini pri glavi. Zadnji zgib je prečni zgib (slika 3.8b). Format A1 prepognemo trikrat po dolžini in enkrat po višini (slika 3.8c). Format A0 zganemo petkrat po dolžini in dvakrat po višini (slika 3.8d). V vseh primerih začnemo zgibati vedno na desnem robu, pri glavi.

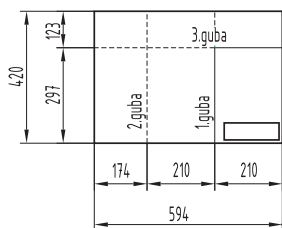
Preglednica 3.7: Zgibanje formatov *A* na velikost *A4*



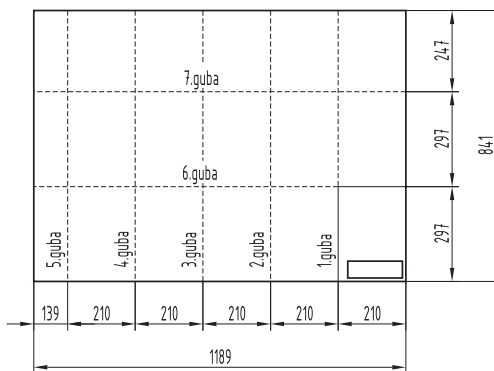
a) Format A3



c) Format A1



b) Format A2



d) Format A0

Slika 3.8: Zgibanje risb formatov *A* za mape

KAZALO PREGLEDNIC

2. VRSTE IN IZDELAVA RISB

Preglednica 2.1: Vrste risb in kosovnic <i>SIST ISO 10209 (DIN 199-1)</i> ³ _____	17
Preglednica 2.2: Priporočene vrednosti za debelino črt, razmik in velikost črk _____	27
Preglednica 2.3: Razdalja med vrsticami _____	28
Preglednica 2.4: Razmik med vrsticami _____	29
Preglednica 2.5: Najmanjše vrednosti za debelino črt, razmik in velikost črk _____	29

3. GLAVNE ZNAČILNOSTI RISB

Preglednica 3.1: Formati za risanje tehničnih risb po <i>SIST EN ISO 5457</i> _____	46
Preglednica 3.2: Prednostni podaljšani formati tehničnih risb _____	46
Preglednica 3.3: Velikosti <i>B</i> in <i>C</i> formatov _____	46
Preglednica 3.4: Pomen informacij, zapisanih v posameznih poljih glav _____	48
Preglednica 3.5: Velikost mreže in glave _____	50
Preglednica 3.6: Pomen označb v kosovnici _____	51
Preglednica 3.7: Zgibanje formatov <i>A</i> na velikost <i>A4</i> _____	52
Preglednica 3.8: Vrste črt in njihova uporaba (<i>SIST EN ISO 128</i>) _____	54
Preglednica 3.9: Skupine in debeline črt _____	55
Preglednica 3.10: Pisava po <i>SIST EN ISO 3098</i> _____	56
Preglednica 3.11: Stopnjevanje desetih oz. enajstih vrednosti v intervalu od <i>I</i> do <i>100</i> _____	59
Preglednica 3.12: Standardna <i>ISO</i> zaporedja števil in glavni značilnosti _____	60
Preglednica 3.13: Vrednosti členov zaporedij standardnih števil za dekada <i>I-10</i> _____	61

5. PREDSTAVITEV TELES IN KOTIRANJE

Preglednica 5.1: Standardizirani polmeri zaokrožitve v <i>mm</i> _____	86
--	----

6. POSEBNOSTI PRI PREDSTAVITVI TELES IN KOTIRANJU

Preglednica 6.1: Mere središčnih izvrtin _____	107
Preglednica 6.2: Poenostavljen prikaz središčnih izvrtin po <i>SIST EN ISO 6411 (DIN 332-10)</i> ³ _____	107
Preglednica 6.3: Žlebovi za iztek orodja _____	109
Preglednica 6.4: Standardne mere _____	109
Preglednica 6.5: Koordinate vezane na sliko (slika 6.76) _____	119

Preglednica 6.6: Oznake geometrije elementov _____	119
Preglednica 6.7: Primeri označevanja posnetja _____	126
Preglednica 6.8: Mere posnetja _____	127
Preglednica 6.9: Razširjena uporaba vrste črt (<i>SIST ISO 10135</i>) _____	127

7. OZNAČEVANJE HRAPAVOSTI TEHNIČNIH POVRŠIN

Preglednica 7.1: Srednje aritmetično odstopanje izmerjenega profila R_a , srednja višina neravnin profila R_c , največja globina vbočin profila Z_v _____	132
Preglednica 7.2: Standardne referenčne dolžine l_r in dolžine vrednotenja l_n pri določanju parametrov R_a in R_c _____	134
Preglednica 7.3: Osnovni znaki za hrapavost površine _____	136
Preglednica 7.4: Znaki za smeri raz _____	139
Preglednica 7.5: Zapis hrapavosti površin _____	140
Preglednica 7.6: Standardne vrednosti profilnih filtrov λ_s in λ_c _____	146
Preglednica 7.7: Priporočene vrednosti parametra srednjega aritmetičnega odstopanja izmerjenega profila R_a pri različnih postopkih obdelave _____	146
Preglednica 7.8: Standardne referenčne dolžine l_r in dolžine vrednotenja l_n pri določanju maksimalne višine profila R_z _____	146
Preglednica 7.9: Priporočene vrednosti parametra hrapavosti R_a pri različnih postopkih obdelave _____	148
Preglednica 7.10: Razvoj simbolov za podajanje hrapavosti površine na tehničnih risbah po <i>SIST ISO 1302</i> _____	150
Preglednica 7.11: Srednje vrednosti odstopanja R_a in višine neravnin profila R_c v odvisnosti od stopnje hrapavosti N _____	151
Preglednica 7.12: Obdelovalnemu postopku ustrezna stopnja hrapavosti _____	151
Preglednica 7.13: Obdelovalnemu postopku ustreza stopnja hrapavosti _____	152

8. TOLERANCE IN UJEMI

Preglednica 8.1: Zapis odstopkov za tolerirano mero _____	159
Preglednica 8.2: Številčna področja _____	160
Preglednica 8.3: Izračun velikosti tolerančnih polj za temeljne tolerance _____	161
Preglednica 8.4: Velikosti tolerančnih polj za temeljne tolerance _____	161
Preglednica 8.5: Vrednosti temeljnih odstopkov mer čepov _____	164
Preglednica 8.6: Vrednosti temeljnih odstopkov mer lukenj _____	166
Preglednica 8.7: Vrednosti odstopkov izbranih toleriranih mer čepov _____	168
Preglednica 8.8: Vrednosti odstopkov izbranih toleriranih mer lukenj _____	170
Preglednica 8.9: Dopustni odstopki za dolžinske mere v mm po <i>SIST ISO 2768-1</i> _____	173
Preglednica 8.10: Dopustni odstopki za zaokrožitve in posnetja po <i>SIST ISO 2768-1/173</i> _____	173
Preglednica 8.11: Dopustni odstopki za kote po <i>SIST ISO 2768-1</i> _____	173

Preglednica 8.12: Splošne tolerance za premost in ploskost po <i>SIST ISO 2768-2</i> _____	173
Preglednica 8.13: Splošne tolerance za pravokotnost po <i>SIST ISO 2768-2</i> _____	173
Preglednica 8.14: Splošne tolerance za simetričnost po <i>SIST ISO 2768-2</i> _____	174
Preglednica 8.15: Splošne tolerance za krožni tek in opletanje površine po <i>SIST ISO 2768-2</i> _____	174
Preglednica 8.16: Označevanje in primeri uporabe pomembnih ujemov _____	179
Preglednica 8.17: Vrednosti za odstopke izvrtine, čepa in ujema $\phi 60F8/h9$ _____	181
Preglednica 8.18: Vrednosti toplotnega koeficienta α za izbrane materiale _____	182
Preglednica 8.19: Pregled osnovnih oznak tolerance oblike, profila, orientacije, lege in teka _____	185
Preglednica 8.20: Geometrične tolerance – pregled oznak in zapis toleranc _____	192

9. RISANJE NAVOJEV, VIJAKOV IN VIJAČNIH ZVEZ S PRIPADAJOČIMI DELI

Preglednica 9.1: Osnovne mere normalnih metrskih navojev (<i>SIST ISO 724</i>) _____	201
Preglednica 9.2: Osnovne mere finih metrskih navojev (<i>SIST ISO 724</i>) _____	202
Preglednica 9.3: Osnovne mere cevnih navojev (<i>SIST ISO 229</i>) _____	204
Preglednica 9.4: Osnovne mere trapeznih navojev (<i>SIST ISO 2902</i>) _____	204
Preglednica 9.5: Označevanje navojev _____	207
Preglednica 9.6: Izteki in žlebovi za iztek zunanjih metrskih navojev _____	209
Preglednica 9.7: Izteki in žlebovi za iztek notranjih metrskih navojev (<i>DIN 76-1</i>) _____	210
Preglednica 9.8: Lega tolerančnega polja za vijake in matice (<i>DIN 13-14</i>) _____	212
Preglednica 9.9: Podatki za zev ključa in razdalje med oglišči (slika 9.24) _____	214
Preglednica 9.10: Oblike narebričenih obodov _____	220
Preglednica 9.11: Trdnostne lastnosti vijakov in matic po <i>SIST EN 20898</i> _____	221
Preglednica 9.12: Poenostavljeno risanje vijakov in matic (<i>SIST ISO 6410-3</i>) _____	223
Preglednica 9.13: Priporočene globine uvitja vijakov (l_u) _____	224
Preglednica 9.14: Premeri skoznjih lukenj za vijake (d_h) (<i>ISO 273</i>) _____	225
Preglednica 9.15: Deli vijačne zveze in njihove mere _____	226
Preglednica 9.16: Mere ugreznin oblike <i>A</i> po <i>DIN 74</i> _____	227
Preglednica 9.17: Mere ugreznin oblike <i>B</i> po <i>DIN 74</i> _____	228
Preglednica 9.18: Mere ugreznin oblike <i>C</i> po <i>DIN 74</i> _____	229
Preglednica 9.19: Mere ugreznin oblike <i>E</i> po <i>DIN 74</i> _____	229
Preglednica 9.20: Mere ugreznin <i>H, J, K</i> po <i>DIN 74-2</i> za vijake z valjasto glavo _____	231
Preglednica 9.21: Mere ugreznin oblike <i>R</i> po <i>DIN 74</i> _____	232
Preglednica 9.22: Risanje in označevanje ugreznin po <i>DIN 74</i> _____	233

10. RISANJE KOVIČNIH SPOJEV

Preglednica 10.1: Premeri kovic d in premeri lukenj d_l _____	237
Preglednica 10.2: Standardi za določitev dolžin kovic glede na debelino kovičnega spoja _____	238
Preglednica 10.3: Standardne kovice _____	240

11. RISANJE VARJENIH SPOJEV

Preglednica 11.1: Vrste zvarnih spojev _____	245
Preglednica 11.2: Lega znaka za zvar na referenčni črti _____	249
Preglednica 11.3: Osnovni simboli _____	250
Preglednica 11.4: Dodatne oznake _____	253
Preglednica 11.5: Dopolnilne oznake _____	253
Preglednica 11.6: Sestavljene in dodatne oznake _____	254
Preglednica 11.7: Zvarni spoji _____	255

12. RISANJE ZVEZ PESTA Z GREDJO

Preglednica 12.1: Mere utornih zagozd ter utorov v gredi in pestu po <i>SIST ISO 774</i> _____	261
Preglednica 12.2: Mere ploščatih zagozd, utorov v pestu in sploščitev gredi po <i>SIST ISO 2492</i> _____	262
Preglednica 12.3: Mere visokih moznikov ter utorov v gredi in pestu po <i>SIST ISO 773</i> _____	267
Preglednica 12.4: Mere nizkih moznikov ter utorov v gredi in pestu po <i>SIST ISO 2491</i> _____	268
Preglednica 12.5: Mere utornih zvez s pravokotnim profilom in notranjim centriranjem po <i>SIST ISO 14</i> _____	270

13. RISANJE SORNIKOV, RAZCEPK, VSKOČNIKOV, ZATIČEV IN VRTALNIH PUŠ

Preglednica 13.1: Mere sornikov in podložk za sornike po standardih <i>SIST EN</i> _____	274
Preglednica 13.2: Mere sornikov z glavo in navojnim čepom po <i>DIN 1445</i> _____	275
Preglednica 13.3: Standardne mere razcepk po <i>SIST ISO 1234</i> _____	276
Preglednica 13.4: Standardne mere zunanjih vskočnikov in utorov v gredi po standardu <i>DIN 471</i> _____	279
Preglednica 13.5: Standardne mere notranjih vskočnikov in utorov v ohišju po standardu <i>DIN 472</i> _____	280
Preglednica 13.6: Standardne mere nekaljenih stožčastih zatičev po <i>SIST EN 22339</i> _____	281

Preglednica 13.7: Standardne mere nekaljenih stožčastih zatičev z navojnim čepom po <i>SIST EN 28737</i> _____	282
Preglednica 13.8: Standardne mere nekaljenih stožčastih zatičev z navojno izvrtino po <i>SIST EN 28736</i> _____	283
Preglednica 13.9: Standardne mere nekaljenih valjastih zatičev po <i>SIST EN 22338</i> _____	284
Preglednica 13.10: Standardne mere kaljenih valjastih zatičev po standardu <i>SIST EN ISO 8734</i> _____	285
Preglednica 13.11: Standardne mere valjastih zatičev z navojno izvrtino po <i>SIST EN ISO 8735</i> in <i>SIST EN ISO 8733</i> _____	286
Preglednica 13.12: Standardni imenski premeri spiralno zviti vzmetnih zatičev _____	286
Preglednica 13.13: Standardne mere valjasto zviti vzmetnih zatičev _____	287
Preglednica 13.14: Standardni zasekani zatiči _____	288
Preglednica 13.15: Osnovne mere zasekanih zatičev _____	288
Preglednica 13.16: Mere vrtnih puš po <i>SIST ISO 4247</i> _____	289

14. RISANJE LEŽAJEV

Preglednica 14.1: Oznake ležajev za čepe premerov od 10 do 17 mm. _____	295
Preglednica 14.2: Enoredni radialni kroglični ležaji (<i>SIST ISO 15, DIN 625-1³</i>), $d < 10$ mm _____	297
Preglednica 14.3: Enoredni radialni kroglični ležaji (<i>DIN 625-1³</i>) $d \geq 10$ mm _____	297
Preglednica 14.4: Eno- in dvoredni radialni kroglični ležaji s poševnim dotikom (<i>SIST ISO 15, DIN 628-1³</i>) _____	298
Preglednica 14.5: Dvoredni kroglični prilagodljivi dvoredni ležaji z valjčno ali konusno ¹⁾ luknjo (<i>SIST ISO 15, DIN 630-1³</i>), $d < 10$ mm _____	298
Preglednica 14.6: Dvoredni kroglični prilagodljivi ležaji z valjčno ali konusno izvrtino (<i>SIST ISO 15, DIN 630 T13</i>), $d > 10$ mm _____	299
Preglednica 14.7: Aksialno pomični valjčni ležaji (<i>SIST ISO 15, DIN 5412-13</i>) _____	299
Preglednica 14.8: Aksialni kroglični ležaji (<i>SIST ISO 104, DIN 7113</i>) vrsta 512, velikostna vrsta 12 _____	300
Preglednica 14.9: Osnovni elementi shematskega prikazovanja kotalnih ležajev _____	301
Preglednica 14.10: Pregled shematskega risanja kotalnih ležajev _____	302
Preglednica 14.11: Standardne izvedbe in mere ležajnih puš – obliki <i>G</i> in <i>U</i> (<i>DIN 1850-1</i>) _____	307
Preglednica 14.12: Standardne izvedbe in mere ležajnih puš – oblike <i>J</i> , <i>V</i> in <i>K</i> (<i>SIST ISO 2795, DIN 1850-2¹⁾</i>) _____	308
Preglednica 14.13: Standardne izvedbe in mere ležajnih puš – obliki <i>M</i> in <i>N</i> (<i>DIN 1850-3</i>) _____	308
Preglednica 14.14: Standardne izvedbe in mere ležajnih puš – obliki <i>P</i> in <i>R</i> (<i>DIN 1850-4</i>) _____	309

Preglednica 14.15: Standardne izvedbe in mere ležajnih puš – obliki <i>S</i> in <i>T</i> (<i>DIN 1850-5</i>)	309
---	-----

15. RISANJE TESNIL

Preglednica 15.1: Mere tesnilnih obročev iz klobučevine po <i>DIN 5419</i>	311
Preglednica 15.2: Građiva za plašče radialnih grednih tesnil	312
Preglednica 15.3: Mere radialnih grednih tesnil po <i>DIN 3760</i>	313
Preglednica 15.4: Standardne mere O-tesnil in utorov po <i>DIN 3771</i>	315
Preglednica 15.5: Osnovni elementi shematskega prikazovanja tesnil s podrobnostmi	317
Preglednica 15.6: Shematsko prikazovanje radialnih tesnil s podrobnostmi	318

16. RISANJE ZOBNIKOV IN ZOBNIŠKIH DVOJIC

Preglednica 16.1: Moduli za valjaste zobnike (<i>SIST ISO 54, DIN 780-1³</i>)	319
Preglednica 16.2: Mere in pojasnila na risbi po <i>SIST ISO 1340 (DIN 3966-1)³</i>	323
Preglednica 16.3: Mere in pojasnila, kot jih prikazuje slika 16.18	325

17. RISANJE VIJAČNIH VZMETI

Preglednica 17.1: Vzmeti po <i>DIN 1098-1,2</i>	331
Preglednica 17.2: Risanje krožnikastih vzmeti po <i>SIST ISO 2162 (DIN 2162)¹</i>	333

18. RISANJE JEKLENIH KONSTRUKCIJ

Preglednica 18.1: Poenostavljeno risanje izvrtin, vijakov in kovic (pogled v smeri osi)	334
Preglednica 18.2: Poenostavljeno risanje izvrtin, vijakov in kovic (pogled bočno)	335
Preglednica 18.3: Razdalje med robovi in izvrtinami po <i>SIST ISO 10721⁴</i> (<i>DIN 18800-1</i>) ³	337

19. RISANJE NAPRAV

Preglednica 19.1: Tlačne stopnje v barih	343
Preglednica 19.2: Imenski (svetilni) premer cevi	343
Preglednica 19.3: Grafične oznake za risanje cevni vodov (<i>DIN 2429-2</i>)	344
Preglednica 19.4: Elementi in oznake za risanje shem električne instalacije	353
Preglednica 19.5: Oznake za upore, kondenzatorje in induktivnost	354
Preglednica 19.6: Oznake za polprevodnike	354
Preglednica 19.7: Oznake za proizvodnjo in pretvorbe električne energije	355
Preglednica 19.8: Oznake za stikala in varovalno opremo	356

Preglednica 19.9: Primeri za risanje mrež in električne instalacije _____	357
Preglednica 19.10: Grafični simboli za fluidne sisteme in naprave (<i>SIST ISO 1219, DIN ISO 1219¹</i>) _____	363

20. OZNAČEVANJE MATERIALOV, TOPLOTNIH OBDELAV IN KOVINSKIH PREVLEK

Preglednica 20.1: Pomen dodatnih simbolov pri označevanju jekel glede na namen uporabe ter mehanske in fizikalne lastnosti _____	373
Preglednica 20.2: Pomen dodatnih simbolov pri označevanju jekel glede na kemijsko sestavo _____	374
Preglednica 20.3: Kemične oznake za legirne elemente in njihovo množenje _____	375
Preglednica 20.4: Podatke za železove litine poiščemo v <i>SP</i> ¹⁾ _____	377
Preglednica 20.5: Podatki za lastnosti jekel (<i>SP</i>) _____	377
Preglednica 20.6: Podatki za lastnosti jeklenih litin in ostalih materialov _____	377
Preglednica 20.7: Podatki za lastnosti neželeznih materialov _____	379
Preglednica 20.8: Izrazi za toplotno obdelavo _____	381
Preglednica 20.9: Predpisi, ki popišejo toplotno obdelavo _____	384
Preglednica 20.10: Standardi, ki vsebujejo podatke za prevleke _____	388
Preglednica 20.11: Standardi in priporočila _____	389

22. KONSTRUKCIJSKI KATALOGI ZA KUPLJENE KOMPONENTE

Preglednica 22.1: Klasifikacijski paralelni ključ nestandardnih komponent _____	398
---	-----

STVARNO KAZALO

A

aksonometrične projekcije, 63

C

cevi, 343

cevne zveze, 343

Č

črte, 53

skupine in debeline, 55

uporaba, 55

vrste, 53

D

delavniška risba, 19

delni pogled, 102

diagrami, 24

dolžina vrednotenja, 133

drsni ležaji, 306

E

električne instalacije, 353

F

fluidni sistemi, 363

formati risb, 45

G

geometrijske tolerance, 184

glava risbe, 47

H

hrapavost, 131

I

imenska mera, 154

ISO tolerančni sistem, 159

izrezi, 80

J

jeklene konstrukcije, 334

kotiranje, 339

risanje, 335

K

konstrukcijski katalogi, 396

kosovnica, 47

oblika *A*, 50

oblika *B*, 50

sistemi, 37

kotalni ležaji, 290

kotiranje, 73, 76

elementi kot, 77

konus, 120

kvadratne ploskve, 82

kvadratni preseki, 82

načni, 78

navojev, 206

okrogla telesa, 91

piramidna telesa, 89

podrobnosti, 113

polmer, 85

posebnosti, 100, 110

prizmatična telesa, 80, 87

puščice, 77

s koordinatami, 80

simetrični predmeti, 82

stožčasta telesa, 91

valjasta telesa, 83

vzporedno, 79

zaokrožitve, 85

zaporedno, 79

kotirne črte, 81

kovice, 237

polne, 238

slepe, 239

votle in polvotle, 239

kovični spoji, 237

kovinske prevleke, 371

kovinske prevleke, 385

krožnikaste vzmeti, 333

L

ležaji, 290
aksialni kotalni, 293
drsní, 306
kotalni, 290
namestitév in tesnjenje, 301
označevanje, 294
radialni kotalni, 291
risanje, 300
tolerance, 296
liti in kovani deli, 127

M

matice, 213, 218
mejna mera, 154
mere kotov, 110
merila, 53
mozniki, 265
nizki, 265
segmentni, 269
visoki, 265
mozniki, 265

N

načini risanja, 15
največja globina profila, 134
največja izbočina profila, 134
največja višina profila, 134
navoji, 198
cevni, 201
izdelava, 211
izteki, 208
kotiranje, 206
metrski, 200
navoji, 205
obli, 203
oznake, 199
poenostavljeno risanje, 211
risanje, 205
slepa navojna izvtina, 207
tolerance, 211
trapezni, 203
vrste, 199
žagasti, 203
ničelnica, 154

O

odstopki, 154
osnovni znaki za hrapavost, 136
O-tesnila, 314
označevanje hrapavosti tehničnih površin, 131
označevanje jekel, 371
označevanje materialov, 371
označevanje posnetij, 124
oznaka materiala, 381
oznaka vijaka, 213

P

patentna risba, 21
pisava, 56
podložke, 213, 218
podložke za sornike, 275
posebni pogled, 102
postavitev simbolov za hrapavost, 138
postopki varjenja, 244
poševne projekcije, 66
površinska hrapavost, 132
predstavitev teles, 73
posebnosti, 100
preizkušanje trdote, 382
prerez profila, 104
prerezi, 92
prekinitve, 98
šrafura, 93
profil hrapavosti, 132
profil površine, 132
profil valovitosti, 132
profilni filter, 132
projekcije, 62
aksonometrične, 63
cavalier, 67
centralne, 62
dimetrična, 65
izometrična, 63
poševne, 66
projekcijska metoda 1, 70
projekcijska metoda 3, 71
sobna, 67
trimetrična, 66
večpogledne (Mongeove), 68
vzporedne, 62

R

- računalniško podprto risanje, 390
- razcepke, 276
- referenčna dolžina, 133
- risanje
 - s svinčnikom, 15
 - s tušem, 15
 - z računalnikom, 16
 - izdelkov iz ukrivljene pločevine, 105
 - naprav, 343
 - navojev, 205
- risbe
 - delavniška risba, 19
 - patentna risba, 21
 - risbe za diapozitive, 26
 - sestavna risba, 21
 - skica, 18
 - tehnična tehnična risba surovca, 19
 - tehniška risba sestava, 19
 - diagrami, 24
 - razmnoževanje, 32
 - tiskani obrazci za *TD*, 33
 - spremembe, 35
 - številčenje, 44
 - papir, 45
 - formati, 45
 - glava, 47
 - kosovnica, 47
 - kosovnica, 47
 - shranjevanje in zgibanje, 51
 - merila, 53
 - črte, 53
 - pisava, 56

S

- sestava izdelka, 43
- sestavna risba, 21
- sistem ujemov, 175
- skica, 18
- sorniki, 273
- splošne tolerance, 163
- središčne izvrtine, 106
- srednja linija profila, 134
- standardi, 12, 13
 - evropski, 14
 - mednarodni, 14

Š

- šrafura, 92, 93, 97
- številčenje risb, 44

T

- tehnična pisava, 56
- tehnično risanje, 13
- temeljna toleranca, 155
- tesnila, 310
 - brez dotika, 315
 - risanje, 316
 - z dotikom, 310
- tiskani obrazci za *TD*, 33
- toleranca mere, 155
- tolerance, 153
 - dolžin in kotov, 153
 - geometrijske, 184
 - imenska mera, 154
 - ISO* tolerančni sistem, 159
 - kotov, 158
 - lega tolerančnega polja, 161
 - mejna mera, 154
 - mere, 155
 - ničelnica, 154
 - odstopki, 154
 - splošne, 163
 - temeljne, 155
 - vpliv temperature, 181
 - zapis odstopkov, 156
 - kotov, 158
 - tolerančni razred, 155
- toplotne obdelave, 371, 381

U

- ugreznine, 227
- ujemi, 174
 - izbira ujemov po *DIN*, 177
 - izbira ujemov po *ISO*, 177
 - nadmera, 175
 - sistem ujemov, 175
 - ujemna toleranca, 175
 - vpliv temperature, 181
- utorne zveze, 269

V

varjeni spoji, 244
 risanje, 244
 vrste, 245
večpogledne (Mongeove) projekcije, 68
vijačne vzmeti, 329
 cilindrične, 329, 332
vijačne zveze, 222
 varovanje vijačnih zvez, 233
vijačnica, 198
vijaki, 198, 213
 glave vijakov, 215
 gradiva, 220
 končine, 213
 označevanje, 213
 vijačne zveze, 222
 zev ključa, 214
vrste kovic, 237
vrste risb
vrtalne puše, 288
vsokočniki, 277

Z

zagozde, 259
 centrirne, 264
 napenjalne, 264
 ploščate, 261
 prečne, 259

 tangencialne, 264
 utorne, 259
 vložne, 259
 zabijalne, 260
zapis hrapavosti površin, 140
zapis odstopkov, 156
zaporedja standardnih števil, 59
zaporedje korakov pri risanju, 73
zatiči, 281
 stožčasti, 281
 valjasti, 283
 vzmetni, 286
 zasekani, 287
zev ključa, 214
zgibanje risb, 51
zobniki, 319
 geometrija, 319
 mere, 319
 risanje, 321
zoženje in nagibi, 123
zviri, 244
 kakovostni razredi, 258
 kotiranje žleba, 255
zvez pesta z gredjo, 259

Ž

železove litine, 380
žlebovi za iztek orodja, 107

LITERATURA

- [1] Prebil, I. *Tehnična dokumentacija*. 1. izdaja. Ljubljana: Tehnična založba Slovenije, 1995. ISBN 86-365-0176-8.
- [2] Prebil, I. Kunc, R. *Opisna geometrija*. 4. izdaja. Ljubljana: STRI SVETOVANJE, 2011. ISBN 978-961-93169-0-0.
- [3] Glodež S. *Tehnično risanje*. 3. natis. Ljubljana: Tehnična založba Slovenije, 2010. ISBN 978-86-365-0558-8.
- [4] Kljajin M., Opalić M. *Inženjerska grafika*. Slavonski Brod: Strojarški fakultet u Slavonskom Bodu,, 2010. ISBN 978-953-6048-56-4.
- [5] *Technical drawings. Volume 1: Technical drawings in general, Mechanical engineering drawings*. 3rd Ed. Genève: International Organization for Standardization, 1997. ISO Standards Handbook. ISBN 92-67-10262-1.
- [6] *Technical drawings. Volume 2: Mechanical engineering drawings; Construction drawings; Drawing equipment*. 4th Ed. Genève: International Organization for Standardization, 2002. ISO Standards Handbook. ISBN 92-67-10371-7.
- [7] *Technical product specification collection on CD ROM*. Genève: International Organization for Standardization, 2009. ISO Standards Handbook. ISBN 978-92-67-10510-9.
- [8] *Fasteners and screw threads collection on CD ROM*. 5th Ed. Genève: International Organization for Standardization, 2001. ISO Standards Handbook. ISBN 92-67-10346-6.

Naslov dela
TEHNIČNA DOKUMENTACIJA

Druga izdaja

Avtor
prof. dr. Ivan Prebil
doc. dr. Samo Zupan

Naklada
2000 izvodov

Obseg
441 strani

Izdal in založil
STRI SVETOVANJE
Vegova 10, 6330 Piran

Tisk
Tiskarna Pleško
Ljubljana, Rožna dolina c. IV/32-34

Ljubljana, 2011

ISBN 978-961-93169-1-7