



Nyugat-magyarországi Egyetem



Magoss Endre, Markó Gergely, Szabó Péter

Műszaki mérnöki műveletek

ISBN 978-963-334-170-4

Műszaki metaadatbázis alapú fenntartható
e-learning és tudástár létrehozása

TÁMOP-4.1.2.A/1-11/1-2011-0067



A projekt az Európai Unió támogatásával,
az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

A pályázat keretein belül létrehoztunk egy speciális, felhő alapú adatbázist, tudásfelhő néven, ami egymástól függetlenül is értelmes tudásmorzsákból építkezik. Ezekből az elemi építőkövekből lehet felépíteni egy-egy órai tananyagot, vagy akár egy tantárgy teljes jegyzetét. A létrejött tananyagokat a program online „fordítja” le egy adott eszközre, így a tananyagok optimálisan tudnak megjelenni a diákok okostelefonján, vagy akár egy nagy előadó kivetítőjén is. A projektben résztvevő oktatók a saját maguk által fejlesztett, létrehozott tananyagokat feltöltötték a felhő alapú adatbázisba. A felhasznált anyagok minden eleme mindig magával viszi az eredetileg megadott metaadatokat (pl. fénykép készítője), így a felhasználás során a hivatkozás automatikussá válik.

Ma nagyon sok oktatási kísérlet zajlik a világban, de még nem látszik pontosan, hogy a „fordított osztály” (flipped classroom) vagy a MOOC (massive open online courses) nyílt videó anyagai jelentik a járható utat. Az azonban mindenki számára világos, hogy változtatni kell a megszokott módszereken. A kidolgozott tudásfelhő keretrendszer egyszerre képes kezelni az egyéni tanulási utakat, de akár ki tud szolgálni több ezer hallgatót is egyszerre.

Minden oktató a saját belátása szerint tudja alkalmazni, használni, alakítani az adatbázisát, valamint szabadon használhatja a mások által feltöltött tananyag elemeket anélkül, hogy a hivatkozásra külön hangsúlyt kellene fektetnie. Az egyes elemekből összeállított „jegyzetek” akár személyre szabhatók, ha pontosan behatárolható a célcsoport tudásszintje.

Az elkészült tananyagok nem statikus, nyomtatott (PDF) jegyzetek, hanem egy állandóan változó, változtatható képekből, videókból és 3D modellekből felépített dinamikus rendszer. Az oktatók az ipar által megkövetelt legmodernebb technológiákat naprakészen tudják beépíteni a tudásfelhőben tárolt dinamikus „jegyzeteikbe” anélkül, hogy új „PDF” jegyzetet kellene kiadni. Ez az online rendszer biztosítja a tananyagoknak és magának az oktatásnak a fenntarthatóságát is.

A dinamikus, metaadat struktúrára épülő tananyagainknak ebben a jegyzetben, csak egy pillanatfelvétele, lenyomata tud megjelenni. A videóknak, az interaktív és 3D struktúráknak, valamint a frissülő tartalmaknak a megjelenítésére így nincsen lehetőségünk.

Az e-learning nem feleslegessé teszi a tanárokat, hanem lehetővé teszi számukra, hogy úgy foglalkozhassanak a diákjaikkal, ahogy a mai, felgyorsult világ megköveteli.

Kapcsolódó videók:

[Izometrikus ábrázolás](#)

[Egy iránypontos perspektíva](#)

[Két iránypontos perspektíva](#)

[Egyszerű alakzat földre vetett árnyéka](#)

[Összetett alakzat földre vetett árnyéka](#)

[Építész rajz - bevezetés](#)

[LaTeX képletszerkesztési alapismeretek](#)

[Felsőbb matematikai kifejezések LaTeX-ben](#)

Tartalomjegyzék

1	Műszaki rajz	10
1.1	Rajzlapok kialakítása és méretei	11
1.2	Műszaki rajzok méretaránya	13
1.3	Műszaki ábrák és rajzok vonalai	14
1.4	Műszaki rajzok feliratai	15
1.5	Felírat mező műszaki rajzokon	18
1.6	Tételszámok	21
2	Síkgeometriai szerkesztések	22
3	Síkmetszetek, áthatások és egyszerűsített ábrázolásuk	31
4	Tárgyak műszaki ábrázolása	34
4.1	A vetítési módszerek	35
4.1.1	Első tégelydombbeli vetítési rendszer (korábban európai vetítési rendszer)	37
4.1.2	Harmadik tégelydombbeli vetítési módszer (korábban amerikai vetítési rendszer)	39
4.1.3	A nézési irányt mutató nyíl módszere	40
4.1.4	Tükrözött, merőleges ábrázolás	41
4.2	Képies ábrázolások	42
4.2.1	Axonometrikus ábrázolás	42
4.2.2	Perspektivikus ábrázolás	51
4.2.3	Átlátszó nézet	52
4.2.4	Robbantott ábra	53
5	Gépipari műszaki rajzok alakai követelményei	54
5.1	Ábrázolás metszetekkel	54
5.1.1	A metszetek jelölése	55
5.1.2	A nyomvonal jelölésének szabályai	56
5.1.3	A metszetek fajtái	57
5.1.4	Metszet kerülése	65
5.2	Részvetületek	66
5.2.1	Szimmetrikus tárgyak ábrázolása	66
5.2.2	Törésvonallal megszakított ábrázolás	67
5.2.3	Résznézet	67
5.2.4	Nézetrendtől eltérő elhelyezésű résznézet	67
5.2.5	Helyi nézet	68
5.2.6	Nagyobb léptékű, kiemelt részlet	68
5.2.7	Ismétlődő alakzatok egyszerűsített ábrázolása	69
5.3	Különleges ábrázolási módok	70
5.3.1	Síkfelület jelölése	70
5.3.2	Metszősík előtti részek	70
5.3.3	Csatlakozó alkatrészek	71
5.3.4	Eredeti (alakítás előtti) körvonal	71
5.3.5	Mozgó alkatrészek szélső helyzete	71
5.3.6	Áttetsző vagy átlátszó tárgyak ábrázolása	72
5.3.7	Színek alkalmazása	72
6	Méretmegadás műszaki rajzokon	73
6.1	A méretmegadás általános előírásai	73
6.2	A méretmegadás elemei	74

6.2.1	Méretsegédvonalak, méretvonalak és mutatóvonalak	75
	Méretvonal-határoló, végpont és kiindulási pont ábrázolása	76
6.3	Méreték jelölése a rajzon	77
6.3.1	1. módszer: A méretvonallal párhuzamos méretelhelyezés	77
6.3.2	2. módszer: Vízszintes méretelhelyezés	78
6.4	Alakhoz kapcsolódó méretek.....	80
6.5	Különleges méretmegadások és egyszerűsítések	80
6.6	Kúpos és lejtős tárgyrészek méretmegadása	89
6.7	A mérethálózat felépítése	91
6.7.1	Soros mérethálózat	92
6.7.2	Bázistól induló méretezés.....	92
6.7.3	Koordinátás méretezés	94
6.7.4	Méretezés a gyakorlatban.....	94
6.8	Felületi érdesség jelölése MSZ ISO 1302:2002	97
6.8.1	Galvanikus és kémiai bevonatok megadása (MSZ 693:1987)	111
7	Tűrés és illesztési rendszer	112
7.1	Hossz és szögméretek tűrésezése MSZ ISO 406:1994.....	112
7.1.1	Mértékegységek	112
7.1.2	A szögtűrés megadása	114
7.2	Illesztések	114
7.2.1	Az illesztések alapfogalmai	114
7.3	Illesztési rendszerek.....	117
7.4	Alak- és helyzettűrések MSZ ISO 1101:1995	119
7.4.1	Alak- és helyzettűrések	119
7.4.2	Tűrésmezők	123
7.4.3	Bázisok	124
7.4.4	Korlátozó előírások	126
7.4.5	Elméletileg pontos méretek	126
7.4.6	Kilépő tűrésmező.....	127
7.4.7	A legnagyobb anyagterjedelem feltétele	127
7.4.8	Tűrésjelek méretei	127
7.5	Nem merev alkatrészek méretmegadása és tűrésezése MSZ ISO 10579:1995	128
7.6	Profilok méretmegadása és tűrésezése MSZ ISO 1660:1994.....	131
7.7	Felületek alakjának tűrésezése.....	134
7.8	Kúpok méretmegadása és tűrésezése MSZ ISO 3040.1994	135
7.8.1	A kúposág jelölése a rajzon	136
7.8.2	Szabványos kúpsorozatok	137
7.8.3	A kúpok tűrésezése.....	137
8	Normál és egyszerűsített ábrázolása	139
8.1	Központfuratok ábrázolása MSZ EN ISO 6411:2000	139
8.1.1	Egyszerűsített ábrázolás	139
8.1.2	A központfuratok megnevezése	140
8.1.3	A jelölés magyarázata	140
8.2	Csavarmenetek és menetes alkatrészek ábrázolása MSZ ISO 6410:1995	142
8.2.1	Csavarmenetek részletes ábrázolása.....	142
8.2.2	Egyezményes ábrázolás.....	143
8.2.3	Alkatrészek meneteinek jelölése és méretmegadása	145

8.2.4	Menethossz és zsákfuratmélység	146
8.2.5	Menetemelkedési irány jelölése	146
8.2.6	Csavarkötések egyszerűsített ábrázolása.....	146
8.3	Kötőelemek ábrázolása MSZ EN ISO 5845:2000.....	152
8.4	Ékkötés ábrázolása	156
8.5	Reteszkötés ábrázolása	157
8.6	Gördülőcsapágyak ábrázolása MSZ EN ISO 8826:2000	159
8.6.1	A gördülőcsapágyak részletes, egyszerűsített ábrázolásának elemei	160
8.7	Fogaskerek ábrázolása MSZ EN ISO 2203:1999	166
8.7.1	Fogaskerék részletrajz	166
8.7.2	Fogaskerékpárok ábrázolása	168
8.8	Csővezetékek ábrázolása MSZ EN ISO 6412:2003	174
8.8.1	A berendezések ábrázolása.....	176
8.8.2	Méretmegadás és különleges szabályok.....	179
8.8.3	Rajzjelek.....	182
8.9	Rudak és idomok ábrázolása MSZ EN ISO 5261:2000	184
8.10	Fémszerkezetek vázlatos ábrázolása.....	186
9	Irodalom	186

Ábrajegyzék

1. ábra „A” rajzlapsorozat	11
2. ábra A0-A3 rajzlapok és az A4 rajzlapok szabványos kialakítása	12
3. ábra Rajzlap alakrendszer felépítése	12
4. ábra Rajzlap szélén elhelyezhető információk, jelek	13
5. ábra Szabványos betű kialakítás	15
6. ábra „B” típusú „dőlt” betűk, számok és írásjelek	16
7. ábra „B” típusú álló betűk, számok és írásjelek	17
8. ábra Felírat mező szabványos kialakítási módok	18
9. ábra Rajzlap szabványos összehajtása.....	19
10. ábra Szabványos felírat mező	20
11. ábra Tételszám kialakítási módok	21
12. ábra Példa tételszámra	21
13. ábra Kúp síkmetszetei	31
14. ábra Valóságos áthatás. Áthatási vonalak ábrázolása	32
15. ábra Elmélet áthatás. Tagoló vonalak alkalmazása	32
16. ábra Áthatási vonalak egyszerűsített ábrázolásának lehetőségei	33
17. ábra Koordináta rendszer	35
18. ábra Első ténnyedbeli vetítési rendszer	38
19. ábra Harmadik ténnyedbeli vetítési rendszer	39
20. ábra nézési irány jelölése mutatónyíllal	40
21. ábra Tükrözött, merőleges ábrázolás	41
22. ábra Metszeti vonalkázás axonometrikus ábrázolás esetén.....	42
23. ábra koordinátákkal párhuzamos síkok kiemelési vonalkázása.....	43
24. ábra Izometrikus vetítés koordináta rendszere	44
25. ábra Körábrázolás izometrikus ábrázolású kockán	44

26. ábra Egyenlő oldalú háromszögekből álló háló	45
27. ábra Méretmegadás izometrikus ábrázolásban	45
28. ábra Kétméretű vetítés koordináta rendszere	46
29. ábra Körábrázolás kétméretű ábrázolású kockán	46
30. ábra Kavalier-vetítés koordináta rendszere	47
31. ábra Kockák ábrázolása Kavalier ábrázolásban	48
32. ábra Kör ábrázolás kabinet vetítésben ábrázolt kockán	48
33. ábra Méretmegadás kabinet vetítéses ábrázolásban	49
34. ábra Normális planometrikus vetítés koordináta rendszere	51
35. ábra Méretmegadás normális planometrikus vetítéses ábrázolásban	51
36. ábra Méretmegadás rövidített planometrikus vetítéses ábrázolásban	51
37. ábra Kétpontú perspektíva szerkesztése	52
38. ábra Átlátszó nézet	53
39. ábra Robbantott ábra	54
40. ábra Belső üregek, furatok, stb. szemléletes bemutatására a metszeti ábrázolással	54
41. ábra metszet készítés elve	54
42. ábra Metszeti vonalkázás, sraffozás	55
43. ábra Úgynevezett vékony keresztmetszet ábrázolása metszetben	55
44. ábra metszeti vonalkázás minták	56
45. ábra Metszősík nyomvonala	56
46. ábra Példa nyomvonal jelölésének elhagyására	56
47. ábra Metszősík nyomvonalának jelölése	57
48. ábra Teljes metszet	58
49. ábra Félmetszet	58
50. ábra Félnézet-félmetszet	59
51. ábra Félnézet-félmetszet alkalmazása, határra eső kontúrvonal esetén	59
52. ábra Kitöréses metszet	60
53. ábra Lépcsős metszet	60
54. ábra Az összetett metszősík ábrázolása a metszeti képen	61
55. ábra Befordított metszet	61
56. ábra Szelvény készítés elve	62
57. ábra Úgynevezett széteső szelvény rajzolásának elkerülése	62
58. ábra Befordított szelvény	63
59. ábra Vetületen kívül elhelyezett szelvény	63
60. ábra Szelvények sorozata	64
61. ábra Metszet alkalmazásának kerülése kötélemek esetén	65
62. ábra Metszet alkalmazásának kerülése	65
63. ábra Szimmetrikus alkatrész felének ábrázolása	66
64. ábra Többszörösen szimmetrikus alkatrész negyedének ábrázolása	66
65. ábra Szimmetrikus alkatrész szimmetria síkon túlnyúló ábrázolása	66
66. ábra törésvonallal megszakított ábrázolás	67
67. ábra Résznézet	67
68. ábra Nézetrendtől eltérő elhelyezkedésű résznézet	68
69. ábra Helyi nézet	68
70. ábra Kiemelt résznézet	68
71. ábra ismétlődő alakzat egyszerűsített ábrázolása	69
72. ábra Befordított lyukkőr	69

73. ábra Síkfelület jelölése	70
74. ábra Metszősík előtti rész ábrázolása vékony két pont vonallal	70
75. ábra Csatlakozó alkatrész jelölése vékony két pont vonallal	71
76. ábra „Kiterített” nézet.....	71
77. ábra Szélső helyzet ábrázolása vékony két pont vonallal.....	72
78. ábra Áttetsző tárgy ábrázolása	72
79. ábra Méretmegadás elemei	74
80. ábra Ferde helyzetű méretsegédvonal	75
81. ábra Méretsegédvonal túlnyúlása a méretvonalhoz képest	75
82. ábra Méretsegédvonalak és méretvonalak elhelyezése	75
83. ábra Méretnyíl kialakítási módok	76
84. ábra Méretnyíl elhelyezési lehetőségei	76
85. ábra Ferdevonús mérethatároló elem méretei	76
86. ábra Méretkör mérete	77
87. ábra Kontúrvonal és méretnyíl találkozása	77
88. ábra Méretszámok elhelyezése (1. módszer).....	78
89. ábra Szögméretek megadási lehetőségei (1. módszer).....	78
90. ábra Méretszámok elhelyezése (2. módszer).....	78
91. ábra ábra Szögméretek megadási lehetőségei (2. módszer)	79
92. ábra Hosszú méretvonalak kerülése	79
93. ábra Méretszám méretsegédvonalon kívüli elhelyezése	79
94. ábra □ jel alkalmazása	80
95. ábra Húrok, szögek, ívek méretmegadása	81
96. ábra Rajzhatáron kívül eső sugár középpontjának ábrázolása	81
97. ábra Kiadódó sugár méretszámát nem kell jelölni	81
98. ábra Szabálytalan görbe méretmegadása.....	82
99. ábra Változó méretek táblázatos méretmegadása.....	82
100. ábra Tájékoztató méret megadása	82
101. ábra Egyenlő osztású alakzat méretezése	83
102. ábra Ismétlődő méretek megadása	83
103. ábra Ismétlődő azonos méretű furatok méretmegadása	84
104. ábra Élettörések méretezési lehetőségei	84
105. ábra 45°-os élettörés méretezési lehetőségei	85
106. ábra Ismétlődő azonos méretek	85
107. ábra Szimmetrikus alkatrész egyszerűsített ábrázolása esetén történő méretmegadás	85
108. ábra Egyszerűsített furatméret megadás.....	86
109. ábra Egyszerűsített zsákfuratméret megadás.....	86
110. ábra Egyszerűsített süllyesztetfuratméret megadás.....	86
111. ábra Beméretezett részösszeállítási rajz	87
112. ábra Felületkikészítés jelölése	87
113. ábra Magától értetődő méretek	88
114. ábra Kúpos alkatrészek.....	89
115. ábra Kúposság méretezési lehetőségei	89
116. ábra Kúposság mérőszámának értelmezése	90
117. ábra Kúposság megadása	90
118. ábra A vonatkozási vonal helyes jelölése.....	90
119. ábra Lejtés értelmezése	91

120. ábra Lejtés megadási példák.....	91
121. ábra Soros mérétháló	92
122. ábra Párhuzamos méretmegadás	92
123. ábra Közös méretvonalról induló méretezés	93
124. ábra Két irányban alkalmazott közös alapvonalról induló méretezés	93
125. ábra Koordinálás méretmegadás	94
126. ábra Méréthálózat felépítése gyártási célra	95
127. ábra Méréthálózat felépítése funkció „működés” megadására	95
128. ábra Ívek középpont koordinátáinak méretezése.....	96
129. ábra Süllyesztett furat méretmegadási lehetőségei.....	96
130. ábra Csatlakozó alkatrészek méretezése	96
131. ábra Átlagos érdesség R_a (l – alaphossz).....	99
132. ábra Egyenetlenségmélység R_z (l – alaphossz)	100
133. ábra Különböző profilok érdességi jellemzőinek összehasonlítása	100
134. ábra Felületi érdesség jelek	101
135. ábra Felületi érdességi jel kiegészítő jelei.....	101
136. ábra Felületi érdességi jel adatszónái.....	102
137. ábra Felületi érdességi jel elhelyezési lehetőségei	103
138. ábra Méretvonalon elhelyezett felületi érdességi jel	104
139. ábra Szimmetrikusan elhelyezkedő felületek érdességének jelölése	105
140. ábra Felületi érdesség egyszerűsített megadási lehetőségei	105
141. ábra Reteszhorony felületi érdességének megadása.....	106
142. ábra azonos névleges méretű, de különböző érdességű felületszakaszok érdességének jelölése.....	106
143. ábra Méretezett öddzeállítási rajzon történő felületi érdességmegadás	106
144. ábra Utólagosan megmunkált felületek felületi érdességének megadása	107
145. ábra Kiemelt felületi érdesség megadása	107
146. ábra Kiemelt érdességtől eltérő érdességértékek megadása.....	108
147. ábra Érdességi értékek megadása a tételszámokhoz kapcsolva	108
148. ábra Speciális érdességi jelölések	108
149. ábra Felfekvő felületek érdességének megadása.....	109
150. ábra Fogazat felületi érdességének megadása	109
151. ábra ISO tűrésmező jelölési lehetőségei.....	112
152. ábra Szögtűrés megadása	114
153. ábra Alaktűrés értelmezése.....	119
154. ábra Kúposág jelölése rajzon	137
155. ábra Szabványos kúp méretmegadása	137
156. ábra Csavarmenetek részletes ábrázolása.....	143
157. ábra Csavarmenetek egyezményes ábrázolása	144
158. ábra Menetes furat ábrázolási lehetőségei.....	145
159. ábra Szerelt menetes alkatrészek	145
160. ábra Kis átmérőjű menetes furatok egyszerűsített ábrázolása.....	148
161. ábra Méretmegadás egyszerűsített ábrázoláskor	151
162. ábra Méretmegadás egyszerűsített ábrázoláskor	151
163. ábra Méretmegadás egyszerűsített ábrázoláskor	152
164. ábra Hatlapfejű csavarkötés	153
165. ábra Belső kulcsnyílású csavarkötés	153

166. ábra Kalapácsfejű csavar	154
167. ábra Ászokcsavaros kötés	154
168. ábra Illesztőcsavarral készített csavarkötés	155
169. ábra Kontra anyás csavarkötés biztosítás	155
170. ábra Rugós alátétes és biztosító lemezes csavarkötés	155
171. ábra Sasszeges csavarbiztosítás	156
172. ábra Ékhorony kialakítási lehetőségei	156
173. ábra Orros ék	157
174. ábra Ékkötés	157
175. ábra Retesz típusok	158
176. ábra retszkötés tengelyirányú rögzítés ábrázolása nélkül	158
177. ábra Siklóretesz	158
178. ábra Ívesretesz kötés	159
179. ábra Fogaskerék ábrázolása	166
180. ábra Csővezeték ábrázolási példák	175
181. ábra Csővezeték magassági méretének megadása	175
182. ábra Csővezeték lejtésének megadási lehetőségei	176
183. ábra Csővezetékek kereszteződésének jelölése	176
184. ábra Oldhatatlan kötések jelölése	176
185. ábra Csőcsatlakozások jelölése	177
186. ábra Függesztékek ábrázolása	177
187. ábra Támaszok kiegészítése kóddal	177
188. ábra Cstalakozó alkatrész ábrázolása	178
189. ábra Ábrázolási példák	179
190. ábra Példa méretmegadásra	180
191. ábra Hajlítási sugár ábrázolása	180
192. ábra Magassági méretek megadása	181
193. ábra Csővezeték lejtésének jelölése	181
194. ábra Segéd vetítősík méreteinek megadása	181
195. ábra Csővezeték rajzjeleinek ábrázolása	182
196. ábra Példa csővezeték ábrázolására	184

1 Műszaki rajz

A műszaki rajz a mérnök gondolatainak, terveinek kifejezője amely valamilyen adathordozón (rajzlap, merevlemez, CD stb.) jelenik meg. A műszaki rajz szabványokban meghatározott szabályrendszer szerint készül, ezt nevezhetjük a mérnök nemzetközi nyelvének is. A műszaki rajz „olvasójában” a tervező elképzelésével kapcsolatban semmilyen kétség nem merülhet fel. A gépészeti rajzok esetében ezt a „nyelvet” műszaki rajznak nevezzük. A műszaki rajz ugyan a tervezett berendezés, alkatrész szabatos, világos ábrázolásával foglalkozik, a rajzolónak azonban megfelelő gyártási és felhasználási információkkal is rendelkeznie kell. Ezeknek az információknak a birtokában készíthetünk könnyen érthető, legyártható gépészeti műszaki rajzokat, melyeket a világ legtöbb országában gond nélkül tudnak felhasználni.

A műszaki rajz és a szabványosítás kapcsolata

Az első szabványosítási törekvések már az ókorban megkezdődtek. Később sok úgynevezett házi szabványt adtak ki a világon. Az első magyar nyelvű szabványokat 1868-ban adták ki. Az első nemzeti szabványosító testület Egyesült Királyságban alakult meg 1901. április 26-án Engineering Standards Committee néven. Magyarországon az intézményesített szabványosítás a Magyar Ipari Szabványosító Testület megalakulásával 1921-ben kezdődött. 1948-ban a szervezetet államosították és a kiadott szabványok Magyar Országos Szabványról (MOSZ) Magyar Népköztársasági Országos Szabványra (MNOSZ) változtak. 1957-től a szabvány jelölése MSZ-re, Magyar Szabványra változott. Az államosított szabványosító testület Magyar Szabványügyi hivatal 1995. óta Magyar Szabványügyi Testület néven non-profit köztestületként működik.

A nemzetközi szabványosítás az elektrotechnika területén indult a Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság, International Electrotechnical Commission (IEC) 1906-ban alakult meg. A nemzeti szabványosító szervezetek működését koordinálta 1926. és 1942. között Nemzeti Szabványosító Testületek Nemzetközi Szervezete International Federation of the National Standardizing Associations (ISA). A szervezet megszűnése után 25 ország képviselőinek részvételével 1946-ban Londonban tartott egyeztetésen határozták el egy új nemzetközi szervezet létrehozását. 1947. február 23-án kezdte meg működését a Nemzetközi Szabványosító Szervezet, International Organization for Standardization (ISO), melynek európai megfelelője Európai Szabványügyi Bizottság, European Committee for Standardization Comité Européen de Normalisation (CEN). A géprajz nem önálló tudomány, hanem az egyes mérnöki tervezések megjelenítésére, és rögzítésére alkalmas segédtudomány. Természetesen a géprajzi előírásokat is szabványokban rögzítik.

Szabványnak tekintjük elismert szervezet által alkotott vagy jóváhagyott, közmegegyezéssel elfogadott olyan műszaki (technikai) dokumentum, amely tevékenységre vagy azok eredményére vonatkozik, és olyan általános és ismételtel alkalmazható szabályokat, útmutatókat vagy jellemzőket tartalmaz, amelyek alkalmazásával a rendező hatás az adott feltételek között a legkedvezőbb. Rajzkészítés során a géprajzi szabványokat célszerű alapul venni, annak ellenére, hogy a szabványok a 1995. évi XXVIII. TÖRVÉNY a nemzeti szabványosításról kimondja, hogy a nemzeti szabvány alkalmazása önkéntes, kivéve, ha jogszabály kötelezően alkalmazandónak nyilvánítja. Vitás esetben a szabványtól való eltérés esetén a szabványelőírásokkal való egyenértékűséget, az esetleges szigorúbb előírásoknak való megfelelést bizonyítani kell.

1.1 Rajzlapok kialakítása és méretei

A műszaki rajzokat szabványos méretű és kialakítású rajzlapokra kell készíteni. A rajzlapméretek megválasztásánál abból indulunk ki, hogy a kiinduló rajzlapméret 1m^2 legyen, (1. ábra) illetve, hogy a rajzlap olyan téglalap legyen, amelynek a hosszabb oldalát felezve a kisebb lap oldalai úgy aránylanak egymáshoz, mint az eredeti rajzlap megfelelő oldalai. A 1. ábra jelöléseit felhasználva:

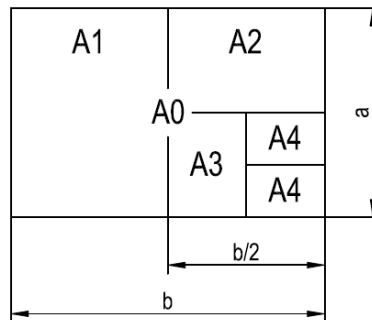
$$a \cdot b = 1\text{m}^2$$

$$a : b = \frac{b}{2} : a$$

Az így meghatározott rajzlap elnevezése A0, méretei pedig:

$$a=0,841\text{m}$$

$$b=1,189\text{m}$$



1. ábra „A” rajzlapsorozat

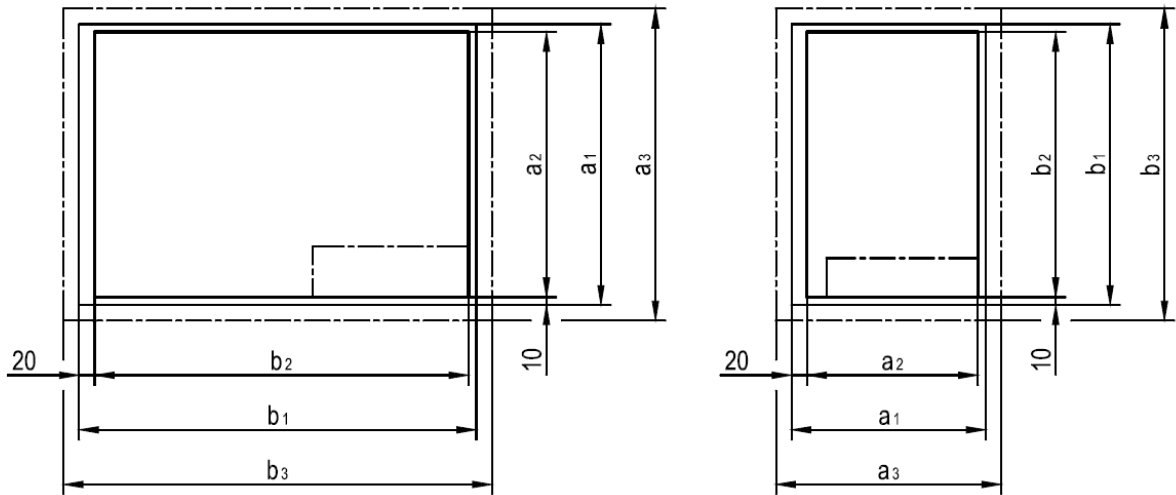
A sorozatos félbehajtással kapott többi rajzlap adja az előnyben részesített ISO-A sorozatot. Az ISO-A fősorozatából (lásd ISO 216) kiválasztott és előnyben részesített vágott és vágatlan lapok, valamint a rajzterületek méreteit az 1. táblázat tartalmazza.

1. Táblázat Rajzlapméretek

Megnevezés	Ábra	Vágott(T)		Rajzterület		Vágatlan(U)	
		a ₁ 1)	b ₁ 1)	a ₂ ±0,5	b ₂ ±0,5	a ₃ ±2	b ₃ ±2
A0	1	841	1189	821	1159	880	1230
A1	1	594	841	574	811	625	880
A2	1	420	594	400	564	450	625
A3	1	297	420	277	390	330	450
A4	2	210	297	180	277	240	330

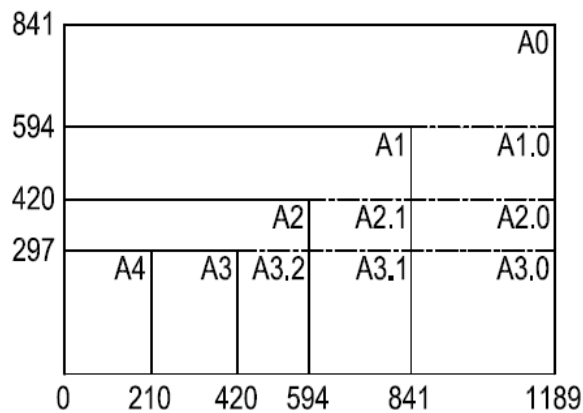
MEGJEGYZÉS: A0-nál nagyobb méretek esetén lásd az ISO 216-ot.
1) A tűréseket lásd az ISO 216-ban

Az A0-A3 méretű rajzlapokat csak fekvő (2. ábra), az A4 méretűt pedig csak álló helyzetben szabad használni a 3. ábra szerint.



2. ábra A0-A3 rajzlapok és az A4 rajzlapok szabványos kialakítása

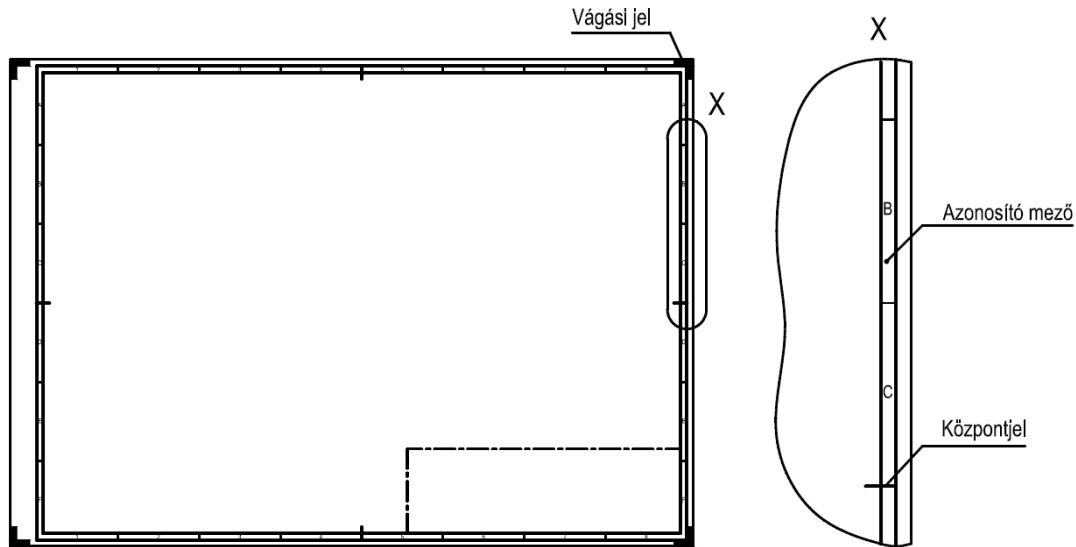
Más, ún. megnyújtott méretű rajzlapok használatát lehetőleg kerülni kell. Ha ez mégse lehetséges, akkor úgy lehet képezni, hogy valamely *A* méret (pl.:A3) rövid oldalának mérete tartozik valamely másik, nagyobb *A* méret (pl.:A1) hosszú oldalához. Az eredmény egy új méret, amelynek a rövid jele: A 3.1. Az alakrendszer felépítése a 3. ábra szerinti.



3. ábra Rajzlap alakrendszer felépítése

A méretek megválasztásánál általános szabály az, hogy az eredeti rajz a megértéshez és ábrázolásához szükséges legkisebb rajzlapra készüljön. Minden méret esetén be kell tartani a rajzlap határoló élei (vágott lap széle) és a rajzterület kerete közötti széleket. A szél a keret bal oldalán 20 mm, mindenütt máshol pedig 10 mm legyen. (4. ábra). A rajzterületet határoló keretet 0,7 mm vastag folytonos vonallal kell készíteni. Rajzainkon, itt nem részletezett szabályok szerint, központjeleket, azonosító mezőt és vágási jeleket is célszerű elhelyezni. A központjelek a rajz beállítását könnyítik meg sokszorosítás vagy mikrofilmzés esetén; az azonosító mező rajzolásának az a célja, hogy a részletek, a kiegészítések, a változtatások, stb. könnyen

megtalálhatók legyenek; a vágási jelek pedig a lapok automatikus vagy kézi vágásának megkönnyítésére szolgálnak (4. ábra).



4. ábra Rajzlap szélén elhelyezhető információk, jelek

1.2 Műszaki rajzok méretaránya

A valóságos szerkezetek nem minden esetben ábrázolhatók valódi méretükkel. A rajzolás során kicsinyíthetjük, nagyíthatjuk, és valódi méreteivel ábrázolhatjuk a tárgyakat. A kicsinyítés azt jelenti, hogy rajzolás során a tényleges méretet egy osztótényezővel (egynél nagyobb egész szám) osztjuk. Nagyítás során a tényleges méretet egy szorzótényező (egynél nagyobb egész szám) szorozzuk. A lehetséges méretarányokat a táblázat tartalmazza.

2. Táblázat Szabványos méretarányok

Kicsinyítés	Valódi méret	Nagyítás
1:2	1:1	2:1
1:5		5:1
1:10		10:1
1:20		20:1
1:50		50:1
1:100		100:1

A rajz fő méretarányát a szövegmező megfelelő rovatában tüntetjük fel. Az ettől eltérő méretarányal készült részletrajzok méretarányát a részletrajz mellett külön fel kell tüntetni. **A rajz méretezésénél, a méretaránytól függetlenül mindig a tényleges méretet tüntetjük fel!**











1.3 Műszaki ábrák és rajzok vonalai

A műszaki rajzgyakorlatban kétféle vonalvastagságot és többféle vonaltípust alkalmazunk. A vonalvastagság lehet vékony és vastag.

3. Táblázat Vonalvastagságok

Vékony vonal vastagság [mm]	Vastag vonal vastagság [mm]
0.18	0.35
0.25	0.5
0.35	0.7

4. Táblázat Vonaltípusok

Vonalfajta	Megnevezés	Általános alkalmazás (3.9. ábra)
A 	Folytonos, vastag	A1 Látható körvonalak (kontúrvonalak) A2 Látható élek
B 	Folytonos, vékony (egyenes vagy görbe)	B1 Elméleti áthatási vonal (tagolóvonal) B2 Méretvonalak B3 Méretsegédvonalak (szerkesztési vonalak) B4 Mutatóvonalak B5 Vonalkázás (sraffozás) B6 Befordított metszet körvonala B7 Rövid középvonalak
C 	Folytonos, szabadkézi törésvonal, vékony ²⁾	C1 Részletek, megszakított nézetek és metszetek határolóvonala, ha a határoló nem vékony pontvonal
D ¹⁾ 	Folytonos, egyenes törésvonal, vékony	D1 ua. mint C1 (pl. 4.53. b ábra)
E 	Szaggatott, vastag ²⁾	E1 Nem látható körvonalak E2 Nem látható élek
F 	Szaggatott, vékony	F1 Nem látható körvonalak F2 Nem látható élek
G 	Pontvonal, vékony	G1 Középvonalak G2 Szimmetriatengelyek G3 Adott pont által leírt görbe, például osztókör (trajektoriak)
H 	Pontvonal, vékony, a végződéseknél és az irányváltásoknál vastag	H1 Metszősíkok nyomvonala
J 	Pontvonal, vastag	J1 Speciális megmunkálású felületek vagy élek jelölése (például hőkezelés vagy felületkikészítés)
K 	Kétpontvonal, vékony	K1 Csatlakozó alkatrészek körvonala K2 Mozgó alkatrészek szélső vagy váltakozó helyzetei K3 Súlyvonalak K4 Kiindulási, alakítás előtti körvonal (pl. 4.63. ábra) K5 A metszősík előtti részek körvonalai (pl. 4.61. ábra)

1) Gépi rajzoláshoz alkalmas vonaltípus
2) A két változatból egy rajzon belül csak egyféle vonaltípust ajánlatos használni

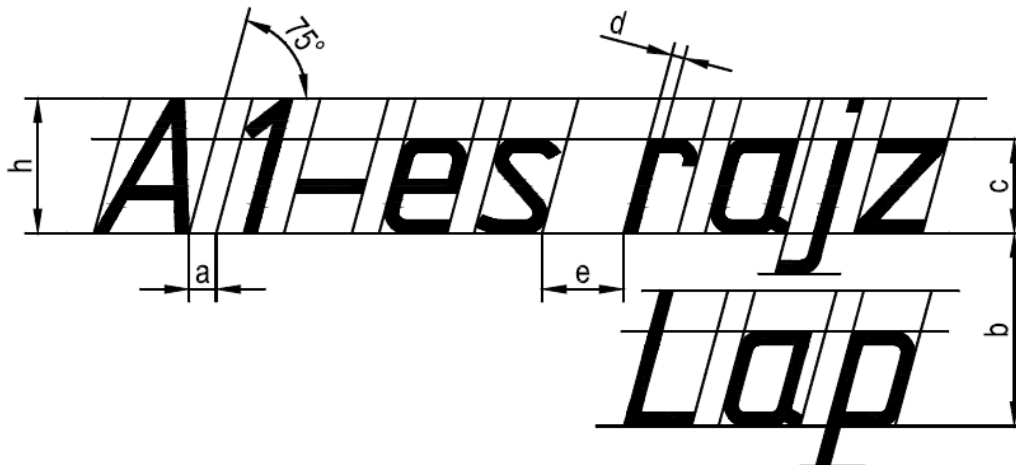
1.4 Műszaki rajzok feliratai

A műszaki rajzok és műszaki dokumentációk feliratainak követelményeit is szabványok (MSZ EN ISO3098 sorozat) adják meg. Ezek alapvetően a betűsablonnal készített feliratokra vonatkoznak, de érvényesek a szabadkézzel készített feliratokra is.

A feliratoknak ki kell elégíteni a következő igényeket:

- olvashatóság,
- egységesség,
- alkalmasság mikrofilmzésre és egyéb reprodukálásra.

A feliratok betűket, számokat és írásjeleket (továbbiakban: jelek) egyaránt tartalmaznak. A szabvány *alappéremnek* a nagybetűk h magasságát (5. ábra és 5. táblázat) tekinti. Ezt az alappéremet *írásnagyságnak* is nevezzük.



5. ábra Szabványos betű kialakítás

5. Táblázat Szabványos betűméretek

Megnevezés	Jel	Arány	Méretek						
			2,5	3,5	5	7	10	14	20
Írásnagyság (írásmagasság) Nagybetűk magassága	h	$(10/10)h$	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Kisbetűk magassága túlnyúlás és kinyúlás nélkül	c	$(7/10)h$	-	2,5	3,5	5	7	10	14
A jelek közötti távolság. Betűköz	a	$(2/10)h$	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
Az alapvonalak legkisebb távolsága. Legkisebb sorköz.	b	$(14/10)h$	3,5	5	7	10	14	20	28
A szavak közötti legkisebb távolság. Szóköz	e	$(6/10)h$	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12
Vonalvastagságok	d	$(1/10)h$	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2

Megjegyzés: A jelek közötti távolság (betűköz) a felére csökkenthető a jobb folthatás érdekében (pl.: az LA vagy az LV esetében, amikor a távolság a d vonalvastagsággal egyenlő).

A vonatkozó szabvány megengedi a függőleges (álló) és a 15°-kal jobbra dőlt jelek használatát is. Ezen túlmenően mindkét változatban „A” és „B” típusú írást is rögzít. A gépészeti rajzokon hagyományosan a „B” típusú jelek használatosak, amelyek pontos alakját és arányait a 6. és a 7. ábra tartalmazza.

ABCDEFGHIJKLMNOP

QRSTUVWXYZ

*a*¹⁾*abcdefghijklmnopq*

rstuvwxyz

[(!?::;"- = + x : · √ ° % &)] ∅

*01234567789 IVX*¹⁾

1) Hazai gyakorlatban a kis „a” betű második, míg a „7” számjegy esetében az első verziót célszerű alkalmazni.

6. ábra „B” típusú „dőlt” betűk, számok és írásjelek

A B C D E F G H I J K L M N O P

Q R S T U V W X Y Z

a a b c d e f g h i j k l m n o p q
1)

r s t u v w x y z

[(! ? : ; ' " - = + x : √ ° % &)] φ

0 1 2 3 4 5 6 7 7 8 9 I V X
1)

1) Hazai gyakorlatban a kis „a” betű második, míg a „7” számjegy esetében az első verziót célszerű alkalmazni.

7. ábra „B” típusú álló betűk, számok és írásjelek

Egy termékről készített összes rajzon az írás típusa („A” vagy „B”) és helyzete (álló vagy 15°-kal jobbra dőlt) azonos legyen.

1.5 Felírat mező műszaki rajzokon

A műszaki rajzokat és a hozzájuk kapcsolódó műszaki dokumentumokat minden rajzlapméret esetén az azonosítás, az adminisztráció és az értelmezés céljából **felíratmezővel** látjuk el. A felíratmezőt a rajzterületen belül, annak jobb alsó sarkában helyezük el, határoló vonalát vastag folytonos vonallal rajzoljuk.

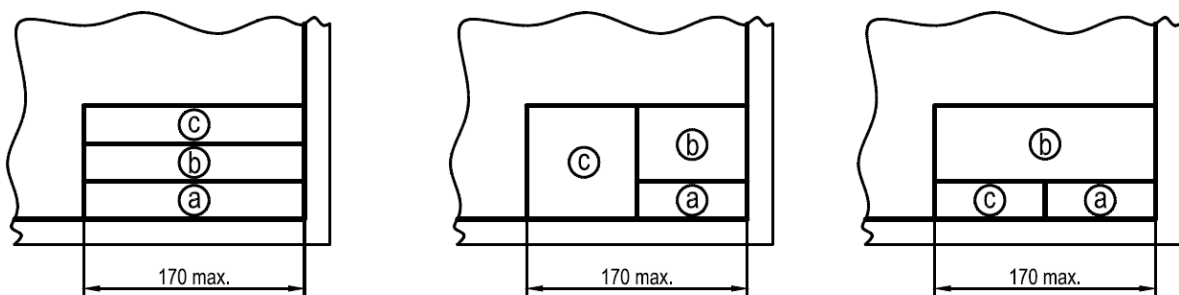
A felíratmező általában egy vagy több, egymáshoz csatlakozó téglalap alakú mezőt tartalmaz. Ezek további mezőkre oszthatók a szükséges információk elhelyezésére. A szükséges információkat az egymáshoz csatlakozó mezőkben kell csoportosítani a következők szerint (MSZ ISO 7200):

- o azonosító mező,
- o kiegészítő információk megadására szolgáló mezők.

Az azonosító mezőben a következőket kell megadni:

- a) nyilvántartási vagy azonosítási szám (rajzszám),
- b) a rajz címe (megnevezés),
- c) a rajz törvényes tulajdonosának neve.

Az azonosító mezőt az olvasási irányból nézve a felíratmező jobb alsó sarkában kell elhelyezni. Ezt a mezőt a rajzterületet keretező vonallal azonos vonalvastagságú folytonos vonallal kell bekeretezni (MSZ EN ISO 5457). Elhelyezési példákat a 8. ábrán láthatunk.



8. ábra Felírat mező szabványos kialakítási módok

A kiegészítő információkat az adott mezőn belül a következők szerint különböztetjük meg:

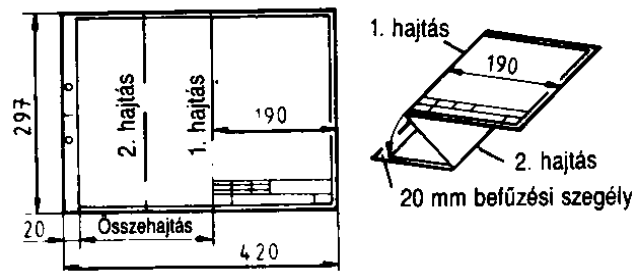
1. jelek (vetítési módra utaló jelkép, fő méretarány, ...),
2. műszaki információk (a felületkikészítés módja, az alak- és helyzetűrések jelölése, ...),
3. adminisztrációs információk (rajzlap mérete, módosítási jel, ...).

A kiegészítő információkat az azonosító mező felett és/vagy attól balra kell elhelyezni.

A felíratmező maximális szélessége 170 mm lehet, olvasási iránya pedig meg kell egyezzen a rajz olvasási irányával.

Az eredeti rajzokat nem hajtogatják. A másolatokat úgy hajtogatják össze (nem részletezett szabályok szerint) harmonikaszerűen A4 nagyságúra, hogy a felíratmező a legfelső oldal alsó részére kerüljön.

Példa rajzlaphajtogatásra:



9. ábra Rajzlap szabványos összehajtása

A **darabjegyzék** a műszaki rajzon ábrázolt szerkezeti egységek, részegységek és alkatrészek – mint alkotórészek – teljes jegyzéke, amely megadja a szükséges információt azok gyártásához vagy beszerzéséhez (MSZ ISO 7573).

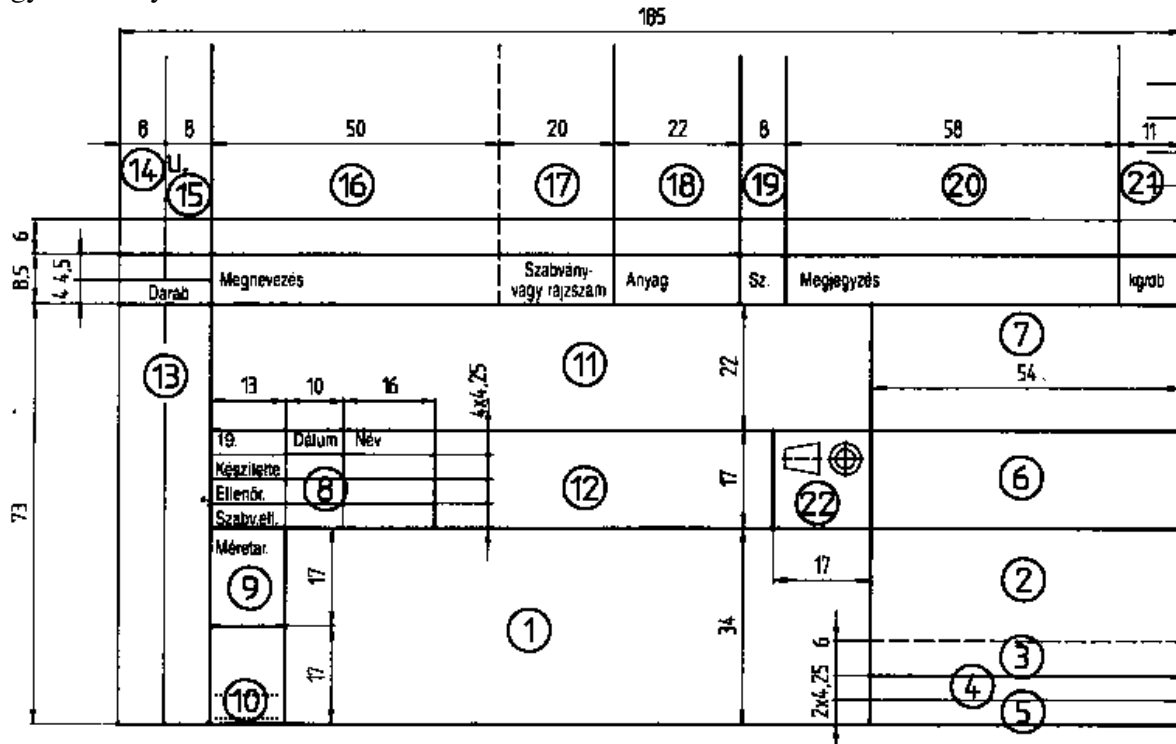
A darabjegyzék általános esetben a műszaki rajz része, de külön lap is lehet. Ha a műszaki rajz tartalmazza, akkor a rajz olvasási irányában helyezkedjen el és a feliratmezőhöz csatlakozzon. Határoló vonalát folytonos vastag vonallal kell megrajzolni. Külalakját tekintve oszlopos kialakítású. Az információkat a következő csoportosításban kell megadni, a sorrend tetszés szerinti lehet:

- tételszám (a darab tételszáma),
- megnevezés (a darab elnevezése),
- mennyiség (a megnevezés oszlopban szereplő alkatrész darabszáma),
- hivatkozás (a rajzdokumentációban meg nem határozott alkotó részek azonosítása, pl.: szabványszám),
- anyag (a felhasznált anyagfajta és minőség).

A darabjegyzéket ki lehet egészíteni egyéb információval is, amely a késztermék szempontjából szükséges: méret, raktári szám, tömeg, szállítási állapot, megjegyzés.

Az adatok sorrendje lentől felfelé haladjon, az oszlopok fejléce pedig közvetlenül alattuk legyen. Különálló darabjegyzék esetén az adatok sorrendje felülről lefelé haladjon, a fejléc pedig felül legyen.

Egy szabványos felírat mező kialakítást mutat a következő ábra:



10. ábra Szabványos felírat mező

Jelmagyarázat:

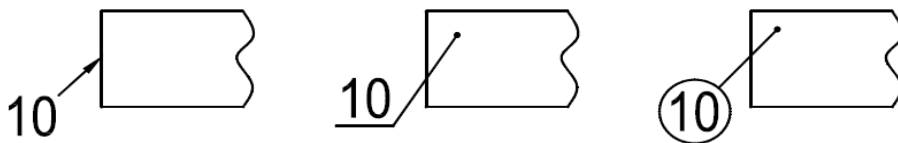
- 1) Az ábrázolt alkatrész, illetve gép vagy készülék megnevezése;
- 2) Rajzsám;
- 3) Helyettesítésre, illetve eredetre vonatkozó adat (igény szerinti);
- 4) Helyettesítésre, illetve eredetre vonatkozó adat (igény szerinti);
- 5) Helyettesítésre, illetve eredetre vonatkozó adat (igény szerinti);
- 6) A vállalat neve;
- 7) Különleges célokra;
- 8) A készítésben résztvevők dátummal és aláírással;
- 9) Méretarány és általános tűrés;
- 10) Méretarány és általános tűrés;
- 11) Változások;
- 12) Különleges célokra;
- 13) Változatok (kivitel, típus stb.);
- 14) Változatok (kivitel, típus stb.);
- 15) Változatok (kivitel, típus stb.);
- 16) Megnevezés egyes számban;
- 17) Szabványszám;
- 18) Anyag szabványos vagy kereskedelmi megnevezéssel;
- 19) Alkatrészszám vagy folyószám, a vállalat szervezeti felépítése szerint;
- 20) Megjegyzés: mintaszám, süllyesztékszám, nyers méretek, előgyártmány;
- 21) A nyers és a kész darab tömege kg/db;
- 22) Vetítés jelképe MSZ ISO 128 szerint.

1.6 Tételszámok

Az egy rajzon belül ábrázolt szerkezeti (szerelt) egységeket alkotó részeket és/vagy alkatrészeket **tételszám**okkal azonosítjuk.

A tételszámozást lehetőség szerint egymást követő sorrendben végezzük és egy szerkezeti egységen belül az azonos alkatrészeknek azonos tételszámot adjunk.

A rajzon levő összes tételszámot azonos típusú és magasságú számmal a méretek kétszerezésére kell készíteni, és a munkadarab körvonalán kívül kell elhelyezni. A tételszámokat a munkadarabhoz mutatóvonalal kell kapcsolni a következők szerint (11. ábra):



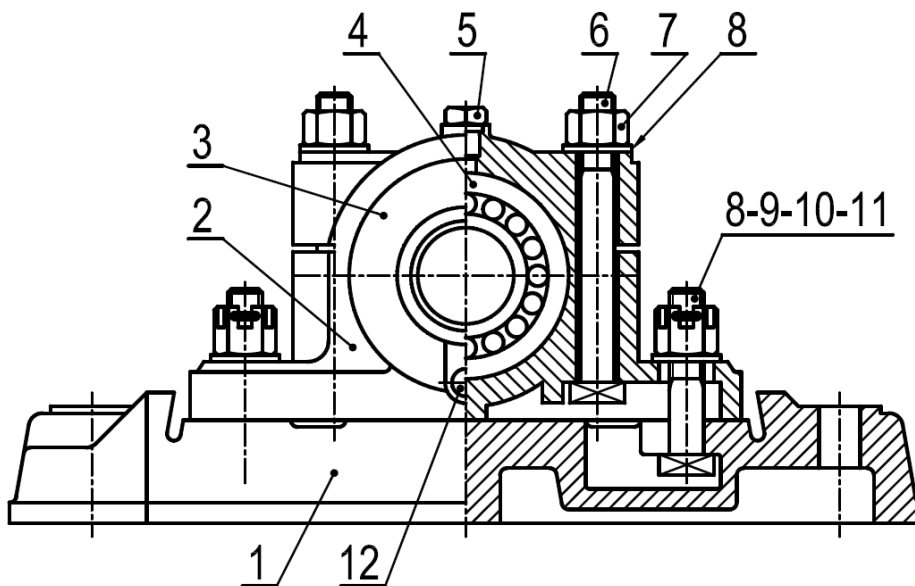
11. ábra Tételszám kialakítási módok

A mutatóvonalak kereszteződését kerülni kell. A tételszámok lehetőleg függőleges oszlopokban és/vagy vízszintes sorokban helyezkedjenek el (12. ábra).

Az azonos munkadarabok tételszámait elég egyszer megadni.

A tételszámozás sorrendje lehet:

- o szerelési sorrend,
- o az alkotóelemek jelentősége,
- o vagy egyéb logikai sorrend.

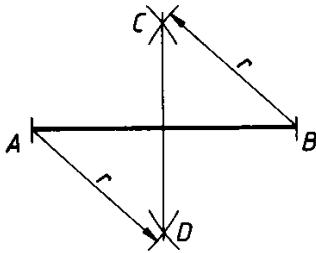


12. ábra Példa tételszámozásra

2 Síkgeometriai szerkesztések

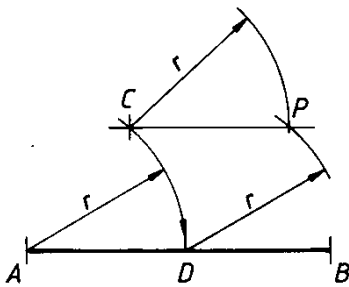
Műszaki rajz feladatok elkészítéséhez a készítőnek megfelelő ábrázoló geometriai tudással és úgynevezett térlátással kell rendelkeznie. A következőkben a gyakorlatban leggyakrabban előforduló síkgeometriai szerkesztéseket vesszük sorra. [2]

Szakasz és egyenes



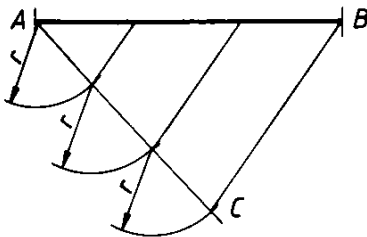
Az \overline{AB} szakasz felezése és a felező merőleges megszerkesztése

Húzzunk az A és B pontok körül egy-egy tetszőleges r sugarú körívet! Így megkapjuk a C és D metszéspontokat. Ha a C és D pontokat összekötjük, ezzel megfelezzük az \overline{AB} szakaszt és egyúttal az arra merőleges felezőt is.



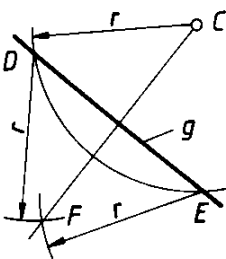
Adott C ponton átmenő és az \overline{AB} szakasszal párhuzamos egyenes szerkesztése

Húzzunk az A pont körül a C ponton átmenő körívet! Így megkapjuk az \overline{AB} szakaszon fekvő D pontot. A C és D pontok körül húzott r sugarú R körívek kijelölik a P metszéspontot. A C ponton és a P metszésponton átmenő egyenes az \overline{AB} szakasszal párhuzamos.



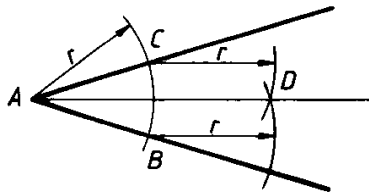
Az \overline{AB} szakasz felosztása n egyenlő részre (pl. három egyenlő részre)

Húzzunk az \overline{AB} szakasszal tetszőleges szöget bezáró segédegyenest! Osszuk fel a segédegyenest a tetszőleges r sugárra beállított körzővel n részre! Így eljutunk a C pontba. Kössük össze a C pontot a B ponttal, és húzzuk a segédegyenes osztáspontjain át a \overline{CB} -vel párhuzamos egyeneseket!



A C pontból a g egyenesre merőleges szerkesztése

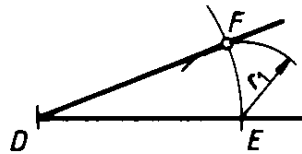
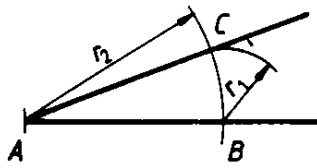
Húzzunk a C pont körül egy r sugarú tetszőleges körívet! Így megkapjuk a D és E metszéspontokat. Ha ugyanazzal az r sugárral a D és E pont körül is köríveket húzzunk, megkapjuk az F metszéspontot. A C és F pontokon átmenő egyenes a g -re merőleges egyenes.



Szögek

Szög felezése

Húzzunk az A pont körül tetszőleges r sugárral körívet! Így megkapjuk a szög szárain a B és C metszéspontokat. Ha a B és C pontokból pl az r sugárral ismét körívet húzunk, ezek kijelölik a D metszéspontot. Az A és D pontokon átmenő egyenes felezi a CAB szöget.



A CAB szög felmérése egy egyenesre annak D pontjában

Húzzunk az A és D pontokban egy-egy tetszőleges r_2 sugarú körívet! Így megkapjuk a B, C, E metszéspontokat. Vegyük a BC szakaszt körzőnyílásba (r_1), és vigyük át az adott szögről az E ponton átmenő körívre! Így megkapjuk az F metszéspontot.

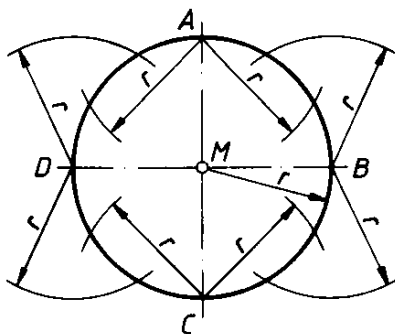
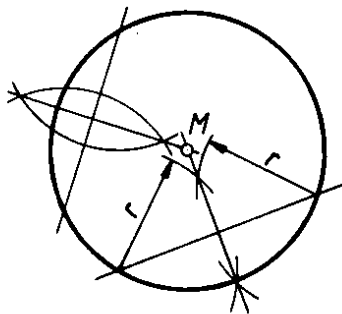
A DF összekötő egyenes a keresett szög másik szára

Kör és egyenes

Kör középpontjának megkeresése

Rajzoljunk két tetszőleges, nem párhuzamos húrt(szelőt) a körhöz, és szerkesszük meg azok merőleges felezőit!

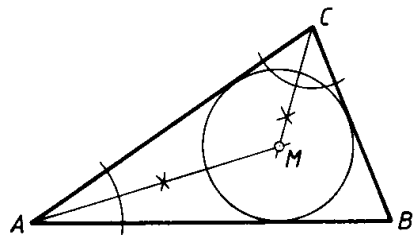
A merőleges felezők metszéspontja a kör keresett középpontja.



Kör felosztása 12 részre

Húzzunk az A, B, C és D pontokból a kör r sugarával köríveket!

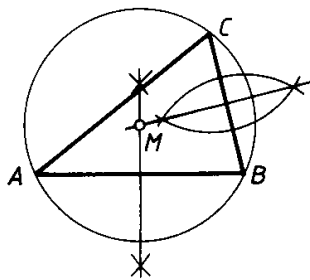
Ezeknek a körrel alkotott metszéspontjai adják a kör felosztását.



Háromszögbe írt kör

Felezzük meg a háromszög két szögét!

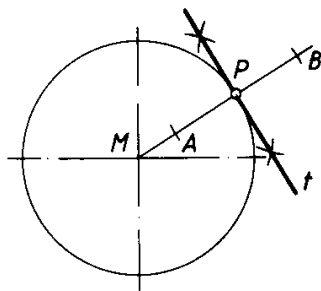
A szögfelezők metszéspontja a háromszögbe írható kör középpontja.



Háromszög köré írt kör

Szerkesszük meg a háromszög tetszőleges két oldalának merőleges felezőjét!

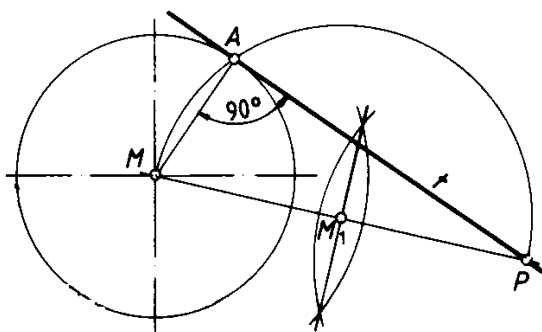
A merőleges felezők metszéspontja adja a háromszög köré írható kör középpontját.



A kör P pontjában a t érintő megszerkesztése

Húzzunk egyenest az M és P pontokon át!
Az egyenesre körzövel mérjük fel a P -től egyenlő távolságra lévő A és B pontokat!
 $\overline{AP} = \overline{PB}$.

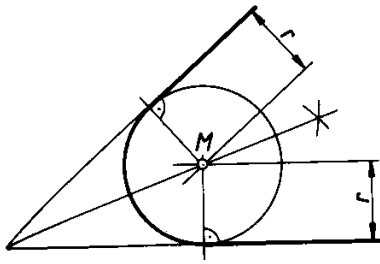
Szerkesszük meg \overline{AB} felező merőlegesét!
Ez egyben a keresett t érintő



Érintő szerkesztése a körön kívüli P pontból

Kössük össze az M és P pontokat, felezzük meg az \overline{MP} szakaszt! Így megkapjuk az M_1 pontot.

Rajzoljunk körívet az $\overline{MM_1} = \overline{M_1P}$ sugárral (Thalesz-kör)! Ekkor megkapjuk az A metszéspontot, az érintő érintési pontját. Az A és P pontokon átmenő egyenes a t érintő.

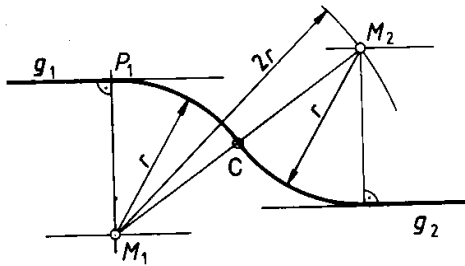


Körök csatlakozásai

Adott r sugarú kör csatlakozása egy szög száraival

Rajzoljunk a szög belsejében, a száraitól r távolságra azokkal párhuzamos egyeneseket! (Az egyik párhuzamos helyett a szögfelező is megfelel.) Az M metszéspont a körív középpontja.

A csatlakozási pontokat az M -ből a szárokra emelt merőlegesek metszéspontjai (normálisok) jelölik ki.

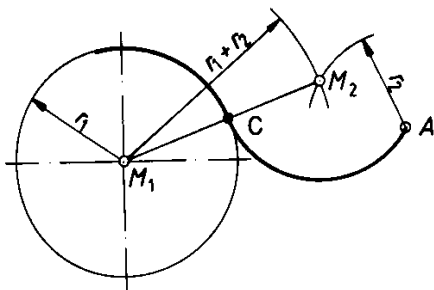


Két egyenes összekötése adott r sugarú két körívvel

Rajzoljunk a g_1 és g_2 egyenesektől r távolságra azokkal párhuzamos egyeneseket! A (megadott vagy felvett) P_1 -ből emeljünk merőlegest! Ez kimetszi az M_1 pontot.

Húzzunk $2r$ sugárral körívet az M_1 körül! Így megkapjuk az M_2 metszéspontot.

A két körív találkozási pontja az $\overline{M_1M_2}$ összekötő vonalon van (C).

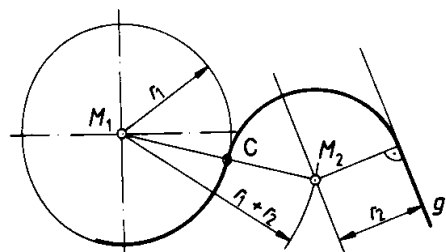


Kör és körön kívüli pont összekötése körívvel

Húzzunk az M_1 középpont körül r_1+r_2 sugárral az A pont körül pedig r_2 sugárral kört!

A két körív metszéspontja a keresett M_2 középpont.

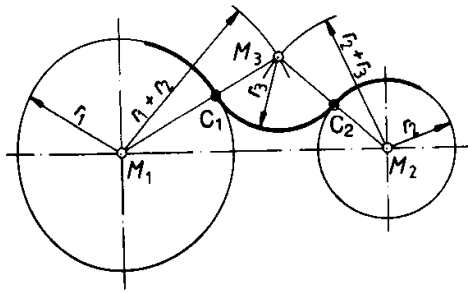
A körök találkozási pontja az $\overline{M_1M_2}$ összekötő vonalon van (C).



Kör csatlakozása a g egyeneshez körívvel

Rajzoljunk az M_1 középpont körül az r_1+r_2 sugárral körívet, majd húzzunk a g -től r_2 távolságra azzal párhuzamos egyenest!

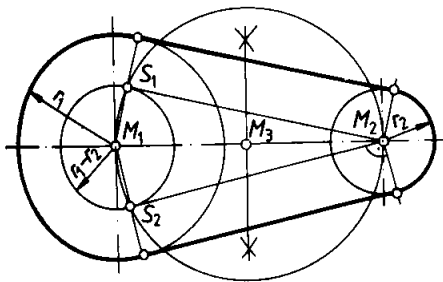
A metszéspont a keresett körív M_2 középpontja (C).



Két kör csatlakozása a g egyeneshez körívvel

Rajzoljunk az M_1 és M_2 középpontok körül az r_1+r_3 és r_2+r_3 sugarakkal köríveket! Ezek az M_3 pontban metszik egymást.

Az $\overline{M_1M_3}$ és $\overline{M_2M_3}$ összekötő vonalak jelölik ki a körívek találkozási pontjait.



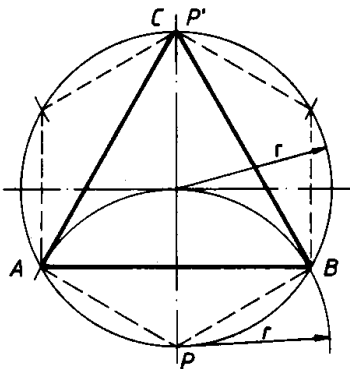
Két kör összekötése érintőkkel

Rajzoljunk M_1 körül r_1-r_2 segédkört!

Rajzoljunk M_3 körül (az $\overline{M_1}$ és $\overline{M_2}$ közti felezőpont) az $\overline{M_1M_3} = \overline{M_2M_3}$ sugárral segédkört! Így megkapjuk az S_1 és S_2 metszéspontokat.

Az $\overline{S_1M_2}$ és $\overline{S_2M_2}$ összekötő vonalak segédérintők.

Ha az $\overline{M_1S_1}$ és $\overline{M_1S_2}$ szakaszokat meghosszabbítjuk (kimetszik az érintési pontokat) és a segédérintőket párhuzamosan eltoljuk, megkapjuk a keresett érintőket.



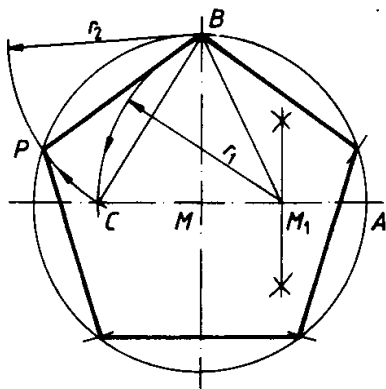
Szabályos sokszögek

Egyenlő oldalú háromszög és hatszög

Húzzunk a körön lévő P pontból r sugarú körívet! Így megkapjuk a háromszög A és B csúcspontjait.

Ha az A , B és C pontokat összekötjük, egyenlő oldalú háromszöget kapunk.

Ismételjük meg az eljárást a P -vel szemben lévő P' pontból, és kössük össze a keletkezett metszéspontokat! Így egyenlő oldalú háromszöget kapunk.



Ötszög

Felezzük meg az \overline{MA} szakaszt!

Az $\overline{M_1B}$ összekötő vonal az r_1 sugarár.

Mérjük fel az \overline{AM} egyenesre az r_1 sugarat! Ekkor megkapjuk a C pontot.

A BC összekötő vonal egy újabb, r_2 sugarat ad, amely egyben az ötszög egyik oldala.

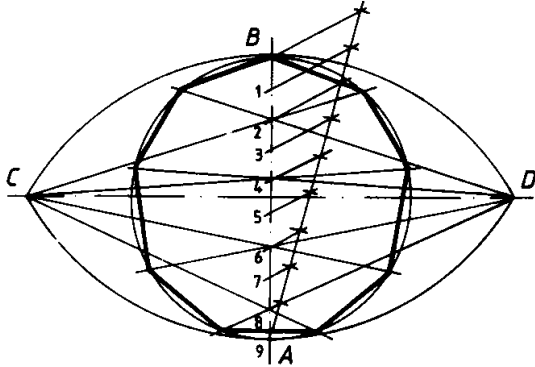
Szabályos sokszög szerkesztése

(pl. kilencszög)

Húzzunk az A pont körül körívet az $r = AB$ sugárral! Így megkapjuk a C és D pontokat.

Osszuk fel az AB szakaszt annyi részre, ahány oldalú sokszöget kívánunk kapni. Ezután kössük össze a C és D pontokat a 2, 4, 6, 8 osztáspontokkal! Ezeknek az egyeneseknek a körrel alkotott metszéspontjai adják a kilencszög csúcspontjait.

Ezt a szerkesztési elvet minden sokszögre alkalmazni lehet.



Ellipszis

Szerkesztés koncentrikus körökkel

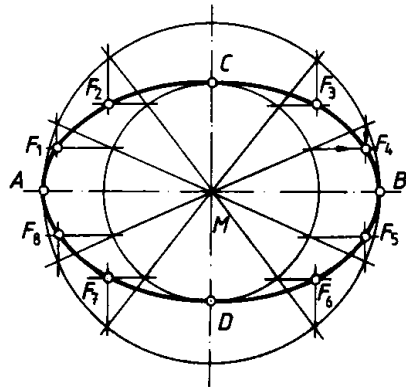
\overline{AB} = az ellipszis nagy tengelye

\overline{CD} = az ellipszis kis tengelye

Rajzoljunk az M középpont körül a $\frac{CD}{2}$ és

$\frac{AB}{2}$ sugarakkal két koncentrikus kört!

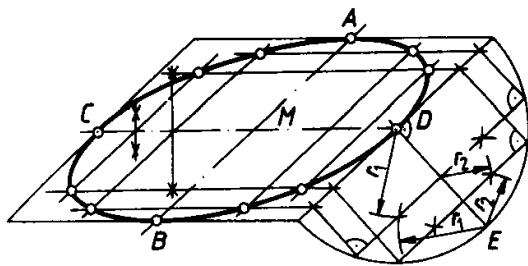
Húzzunk be tetszőleges szögek alatt több átmérőt! Rajzoljunk ezeknek a kis körrel alkotott metszéspontjaiból vízszintes, a nagy körrel alkotott metszéspontjaiból függőleges egyeneseket! A vízszintes és függőleges egyenesek az F_1, F_2, F_3, \dots ellipszispontokban metszik egymást.

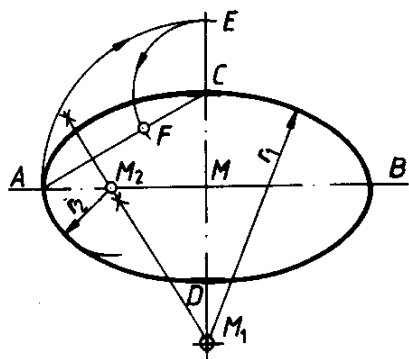


Ellipszis berajzolása paralelogrammába

A paralelogramma egyik oldalára rajzolt félkört, valamint a \overline{CM} és \overline{MD} szakaszokat egyenlő arányban osszuk fel, pl. a fennmaradó szakasz felezésével!

Az osztáspontokban rajzoljunk az \overline{AB} tengellyel párhuzamos egyeneseket! A félkörrel alkotott metszéspontokból húzzuk meg a \overline{DE} tengellyel, majd a \overline{CD} tengellyel párhuzamos egyeneseket! Az egymásnak megfelelő párhuzamosok metszéspontjai ellipszispontok.



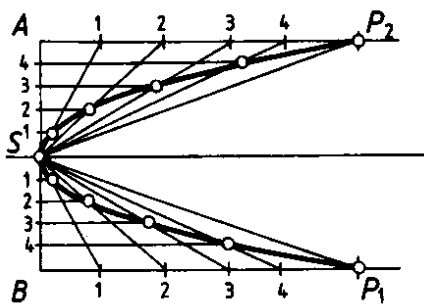


Kosárgörbe szerkesztése

Rajzoljuk meg az \overline{AC} összekötő vonalat! Az M körül rajzolt AM sugarú körív a tengelyt az E pontban metszi.

Vigyük át az \overline{EC} szakaszt \overline{AC} -re, az \overline{AF} merőleges felezője a tengelyeket az M_1 és M_2 pontokban metszi.

M_1 és M_2 és r_1 és r_2 sugarú körök a keresett kör középpontja.



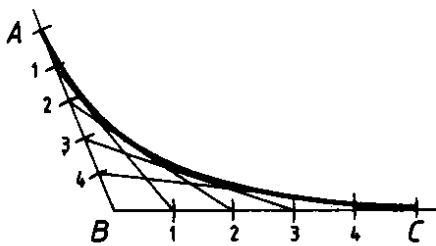
Parabola

Parabola szerkesztése, ha az S csúcspont és a P_1, P_2 parabola pontok adottak

Az $\overline{AP_2}$, $\overline{BP_1}$ szakaszok egy derékszögű négyszög oldalai. Osszuk ezeket, valamint az \overline{AS} , \overline{BS} szakaszokat egyenlő részekre!

Kössük össze az $\overline{AP_2}$, $\overline{BP_1}$ egyeneseken lévő osztáspontokat az S csúcsponttal, az

\overline{AB} egyenesen lévő pontokból pedig húzzunk párhuzamosokat! Az azonos számú pontokból induló szerkesztési segédvonalak metszéspontjai parabolapontok.



Parabola szerkesztése, ha érintői adottak (burkoló görbe)

Osszuk az \overline{AB} és \overline{BC} érintőket egyenlő részekre! Kössük össze az azonos számú osztáspontokat! Így a parabola érintőit kapjuk.

Hiperbola

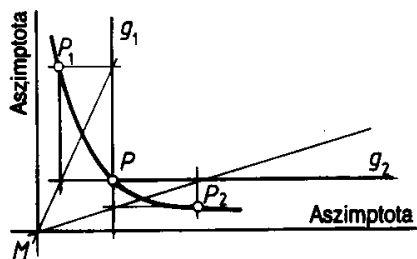
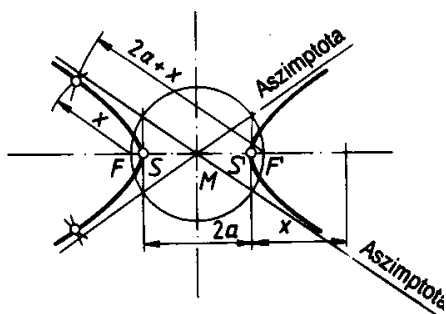
Hiperbola szerkesztése, ha adottak az F, F' fókuszok, valamint az asszimptoták

Ha az (M körül húzott, az F és F' fókuszon átmenő) kör és az asszimptoták metszéspontjait a tengelyre vetítjük, megkapjuk a hiperbola S és S' csúcspontjait.

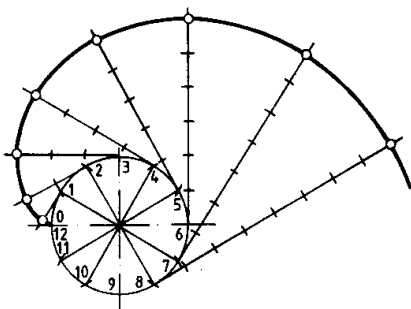
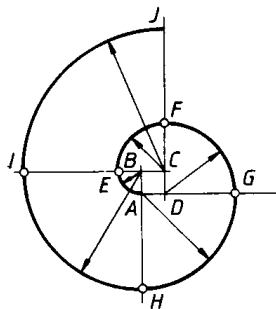
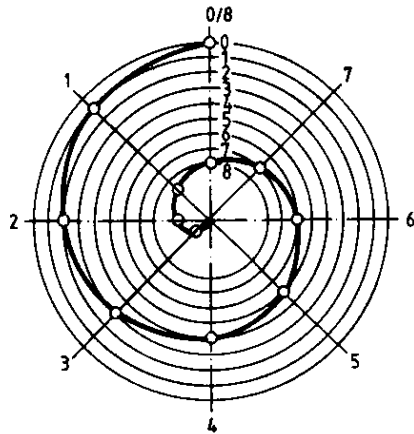
A hiperbola pontjait az F , illetve F' fókuszról a tetszőlegesen megválasztott x , illetve $x+2a$ sugarakkal húzott körívek metszéspontjait alkotják.

Egyenlő oldalú hiperbola ha egy hiperbolapont adott

Meghúzzuk a P ponton át az asszimptotákkal párhuzamos g_1 és g_2 egyeneseket. Húzzunk az egyeneseket metsző tetszőleges



sugarakat! A metszéspontoktól ismét húzzunk az asszimptotákkal párhuzamos



egyeneseket! Ezek jelölik a görbe P_1, P_2 stb. pontjait.

Spirálisok

Rajzoljuk meg a koordináta-rendszert a spirális köré írt körrel! A függőleges sugarat osszuk fel annyi részre, ahány menetből áll a spirális (pl. 1.5)! Ha 8 sugarat veszünk fel, akkor egy részre ugyancsak 8 segédkört rajzolunk. Az azonos számot viselő sugarak és segédkörök metszéspontjai a spirális pontjai. Értelemszerűen ugyanígy járunk el a többi résznél is.

Spirális közelítő szerkesztése adott négyzettel

A választott $ABCD$ négyszög oldalait hosszabbítsuk meg az A, B, C, D csúcspontokon túl!

Húzzunk egymás után negyed köríveket, a B körül $r = \overline{AB}$ sugárral kezdve! Az ívet a kapott E ponttól a C körüli, \overline{CE} sugarú körrel folytatjuk. A negyed körívek tetszőleges sokszor folytathatók.

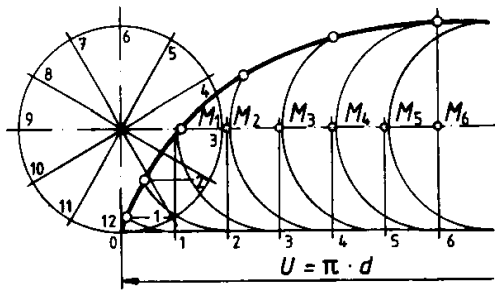
Megjegyzés: a négyzet helyett más szabályos sokszög is vehető. Minél több csúcspontja van ennek, annál pontosabb a spirális.

Evolvens ív szerkesztése

Egy adott kört osszuk fel pl. 12 egyenlő részre!

Az $1 \dots 12$ osztáspontokban szerkesszük meg az érintőket! Vigyük fel az érintőkre a t megfelelő számú többszörösét, pl. az 5 jelű érintőre 5-ször mérjük fel a t részt.

$1 t$ a kör két osztás közti részének hozzávetőleges ívhossza.



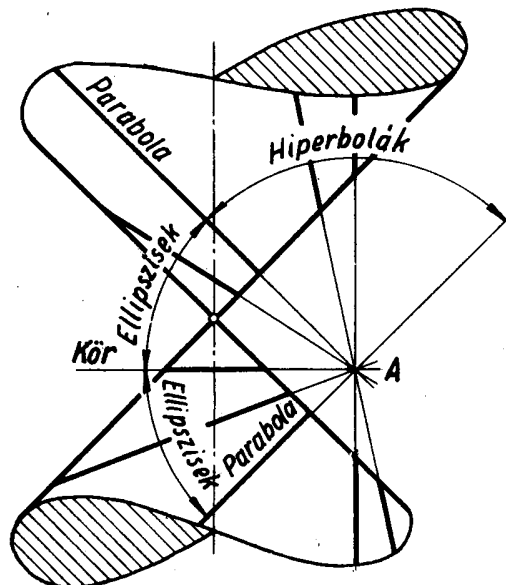
Ciklois

Egy adott kör legördül az $L=U=\pi \cdot d$ hosszúságú egyenesen. Osszuk az egyenest és a kört pl. 12 egyenlő részre. Állítsuk az alapvonal 1...12 osztáspontjaiban merőlegeseket! Így megkapjuk a legördülő kör 12 középpontját. Húzzunk a kör pontjain át vízszintes párhuzamos egyeneseket! Az $M_1..M_{12}$ körül húzott segédkörök metszik ezeket a párhuzamosokat, és így megadják a ciklois pontjait

3 Síkmetszetek, áthatások és egyszerűsített ábrázolásuk

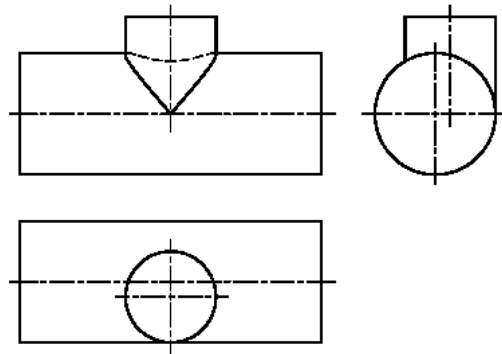
A gépalkatrészek felületei síkokkal való találkozáskor síkmetszeteken, míg egymással való találkozásaikkor áthatási vonalakban metszik egymást. Ezeknek a vonalaknak a megrajzolása nagymértékben segíti a megértést, és szemléletessé, képiesebbé teszi az ábrát.

A síkmetszetek és áthatási vonalak megszerkesztésének szabályait az ábrázoló geometria tárgyalja. A síkmetszetek esetén gyakran előfordul, hogy a keletkező alakzat már a síkgeometriai szerkesztésekből jól ismert. Gömbnek vízszintes, függőleges síkmetszete kör. Egyenes hengernek tengelyre merőleges metszete kör, ferde metszete ellipszis, tengellyel párhuzamos metszetei pedig négyzetek. Kúpnak a kúpon kívül lévő ponton (A) átmenő metszősíkok a metszősík szöghelyzetétől függően más-más ismert alakzatot metsz ki: a tengelyre merőleges metszet kör, a kúpalkotóval párhuzamos metszet parabola, a kúpalkotónál kisebb lejtésű ferde síkmetszet ellipszis, a kúpalkotónál meredekebb ferdeségű síkmetszet pedig hiperbola (13. ábra).



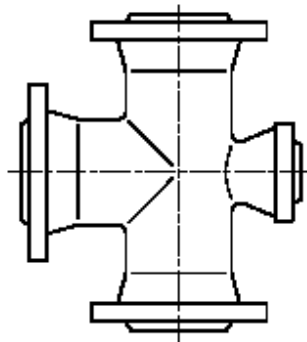
13. ábra Kúp síkmetszetei

Két geometriai felület találkozása valóságos és elméleti lehet. A valóságos áthatás esetén a testek felületei határozott élben metszik egymást. Ezt az áthatást folytonos vastag ('A' típusú) vonallal kell ábrázolni, ha látható, szaggatott (F típusú) vonallal, ha takart (14. ábra).



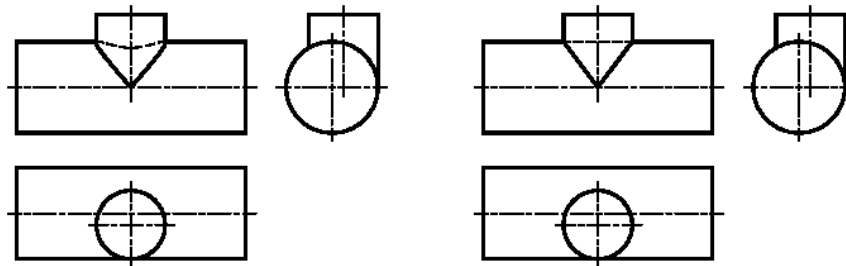
14. ábra Valóságos áthatás. Áthatási vonalak ábrázolása

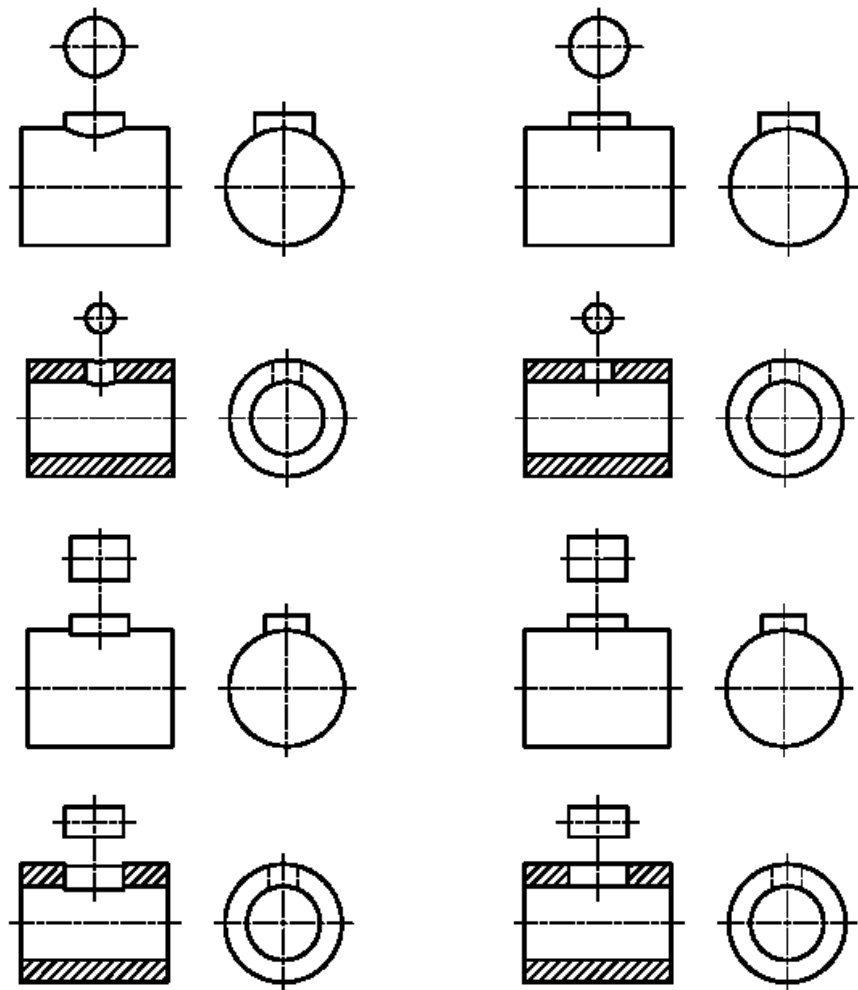
Elméleti áthatások akkor keletkeznek, ha a felületek nem határozott élben, hanem lekerekítéssel találkoznak (például öntvények). Az elméleti áthatásokat nézetben folytonos vékony (B típusú) vonallal úgynevezett tagoló vonallal kell ábrázolni. A tagoló vonal helyét a burkolófelületek képzelte találkozási éle határozza meg. Az áthatási vonal ne érjen a tárgy körvonaláig. (15. ábra)



15. ábra Elméleti áthatás. Tagoló vonalak alkalmazása

Az áthatások egyszerűsített ábrázolása valóságos és elméleti áthatások esetén is megengedett, ha az nem megy az érthetőség rovására (16. ábra).





16. ábra Áthatási vonalak egyszerűsített ábrázolásának lehetőségei

4 Tárgyak műszaki ábrázolása

A műszaki tevékenység területén a tárgyak ábrázolására különböző vetítési módszereket alkalmaznak. E módszerek mindegyikének megvannak az előnyei, de a hátrányai is. A szokásos műszaki rajz olyan merőleges vetítés, amelyben a tárgy egy vagy több nézettel van ábrázolva. Ezeknek a gondosan kiválasztott nézeteknek és a megfelelő metszeteknek a segítségével a térbeli test egyértelműen ábrázolható.

Az ilyen kétdimenziós ábrázolások kivitelezése azonban megköveteli a vetítési módszerek megértését és értelmezését úgy, hogy a szemlélő képes legyen a háromdimenziós tárgy egyes nézeteinek összerendezésére. A műszaki gyakorlatban egyszerűbben értelmezhető ábrázolási módot is alkalmaznak bizonyos esetekben. Az ilyen rajz, amelyet képies ábrázolásnak neveznek, a tárgynak háromdimenziós nézetét mutatja, ahogy az a szemlélőnek megjelenne. A képies ábrázolás olvasásához nem szükséges különleges műszaki gyakorlat, térlátóképesség. Ez az ábrázolási fajta külön is alkalmazható, vagy kiegészítheti a merőleges ábrázolású rajzokat. A képies ábrázolásnak különböző módszerei, fajtái vannak, szinte minden CAD program tartalmaz ilyen megoldási lehetőséget.

Az MSZ ISO 5456 szabványsorozatban meghatározott szabályok a műszaki rajzok minden fajtájára és a műszaki feladatok minden területén alkalmazni kell, például:

- a gépészeti és az építészeti rajzokon;
- a kézikönyvekben és a kezelési utasításokban;
- az átlátszó nézetű ábrázolásokban;
- a robbantott ábrájú ábrázolásokban.

A műszaki ábrázoláshoz tartozó fogalom meghatározások:

Képies ábrázolás: Párhuzamos vagy középpontos vetítés egy képsíkra, amelyen az ábra a tárgy háromdimenziós képének benyomását kelti.

Valós nézet: Valamely tárgy jellemzőinek nézete olyan síkon, amely párhuzamos a képsíkkal. E nézet geometriailag hasonló a tárgy megfelelő jellemzőihez.

Robbantott ábra: A képies ábrázolások egy csoportja, amelyben valamennyi alkatrész ugyanabban a méretarányban és pontos térbeli összerendezésben van megrajzolva, azonban elhelyezkedésük sorrendjében a közös tengely mentén egymástól el vannak választva.

Megjegyzés: E fogalmat nem szabad összetéveszteni az olyan ábrázolásokkal, amelyekben valamely tárgy belseje a rétegek leszedésével metszetszerűen van ábrázolva.

Főnézet: Az a nézet, amely a tárgy leglényegesebb jellemzőit mutatja. A lényeges jellemzők a tervezés, a szerelés, az eladás, a felhasználás vagy a karbantartás figyelembevételével választhatók meg.

4.1 A vetítési módszerek

A vetítési módszereket a következők határozzák meg:

- a vetítővonalak fajtája, a vonalak párhuzamosak vagy konvergálóak lehetnek;
- a képsík helyzete a vetítővonalakhoz viszonyítva, merőleges vagy ferde;
- a tárgy helyzete (fő jellemzői), amely a képsíkhöz képest lehet párhuzamos/merőleges vagy ferde.

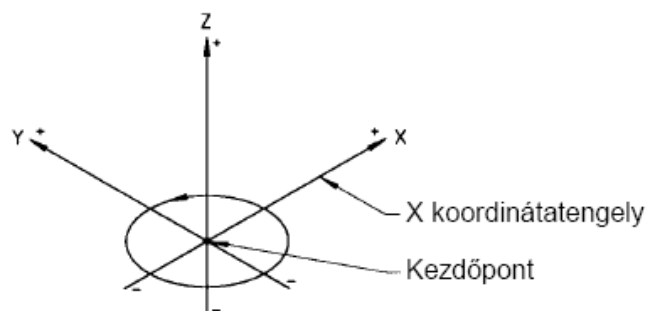
Az 6. táblázat tartalmazza a különböző lehetőségek áttekintését és az egymással való kapcsolatukat.

6. Táblázat Vetítési módszerek

Vetítési középpont	A képsík helyzete a vetítővonalakhoz képest	A tárgy fő jellemzői, a képsíkra vonatkoztatva	A képsíkok száma	A nézet fajtája	Vetítésfajta
A végtelenben (párhuzamos vetítővonalak)	merőleges	párhuzamos/merőleges	egy vagy több	kétdimenziós	merőleges
		ferde	egy	háromdimenziós	axonometrikus
	ferde	párhuzamos/merőleges	egy	háromdimenziós	
		ferde	egy	háromdimenziós	
A végesben (összetartó vetítővonalak)	ferde	ferde	egy	háromdimenziós	középpontos

A térben való geometriai tájolás koordinátatengelyekkel és koordinátasíkokkal, valamint ezeknek a „jobb kéz szabálynak” megfelelő elrendezésével van megadva.

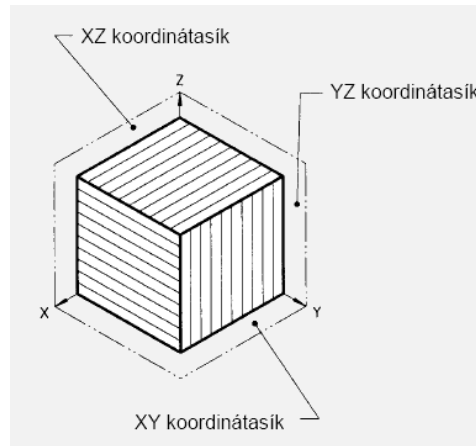
A koordinátatengelyek olyan képzeletbeli vonalak a térben, amelyek egymást derékszögben metszik. Három koordinátatengely van: X, Y és Z (lásd a 17. ábrát), amelyeket nagybetűkkel kell jelölni.



17. ábra Koordináta rendszer

A térben elképzelt három sík, amelyek egymást derékszögben metszik. A három koordinátasík mindegyike két koordinátatengelyt, valamint a koordináták kezdőpontját tartalmazza. A koordinátasíkokat XY, YZ és XZ nagybetűkkel kell jelölni.

Megjegyzés: A koordinátasíkok és a képsíkok nem mindig azonosak, ezért, ha szükséges, ajánlott a rajzon egyértelmű megjelölést adni.



A kiválasztott vetítési módszertől függően a tárgy néhány jellemzőjét, valóságos nézetben, a következők szerint kell ábrázolni:

A középpontos vetítés állandói:

– a szögek nagysága azokban a síkokban, amelyek párhuzamosak a képsíkkal; ezért a képeknek a képsíkkal párhuzamos síkban való vetítése hasonló.

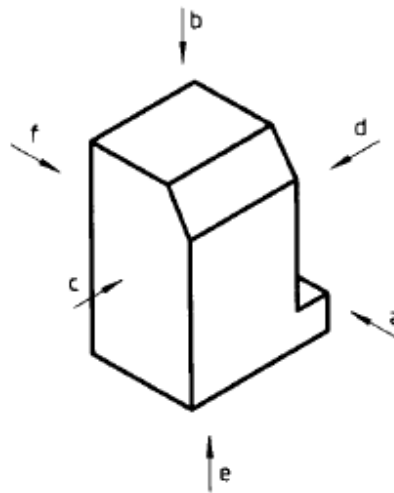
A ferde vetítés állandói:

- a vonalak párhuzamossága, ha nem párhuzamosak a vetítővonalakkal;
- a vonalak osztásaránya;
- a szögek nagysága, a vonalak hossza és az összes kép azokban a síkokban, amelyek párhuzamosak a képsíkkal.

Az merőleges vetítés állandói:

- a vonalak párhuzamossága, ha nem párhuzamosak a vetítővonalakkal;
- a vonalak osztásaránya;
- a szögek nagysága, a vonalak hossza és az összes kép azokban a síkokban, amelyek párhuzamosak a képsíkkal;
- a derékszög, ha a derékszög egyik szára a tárgyon párhuzamos a képsíkkal.

A merőleges ábrázolás párhuzamos/merőleges vetítésekkel, síkbeli, kétdimenziós nézetekkel készül, amelyek egymáshoz viszonyított rendszer szerintiek. A tárgy teljes ábrázolásakor a fontossági sorrendnek megfelelően, a következő hat nézet lehet szükséges:



Az ábrázolandó tárgynak az a nézete, amely a legtöbb információt tartalmazza az a főnézet, ami rendszerint az előnézet. A nézési irány figyelembevételével ez az 'A' nézet, amely a tárgyat általában működési, gyártási vagy szerelési helyzetében ábrázolja. A többi nézet relatív helyzete a főnézethez viszonyítva a rajzon a választott vetítési módszertől függ (első ténnyegyedbeli vetítési módszer, harmadik ténnyegyedbeli vetítési módszer, nézési irányt mutató nyíl módszere). A gyakorlatban általában nincs szükség mind a hat, 'A' – 'F' nézetre. Ha főnézetként más nézet (vagy metszet) szükséges, akkor ennek megfelelően a következő feltételek alapján kell az ábrázolást meghatározni:

- csak és kizárólag annyi nézet és metszet szerepeljen, amennyi szükséges és elegendő a tárgy teljes, félreértést kizáró ábrázolásához;
- a részletek szükségtelen ismétlését kerülni kell.

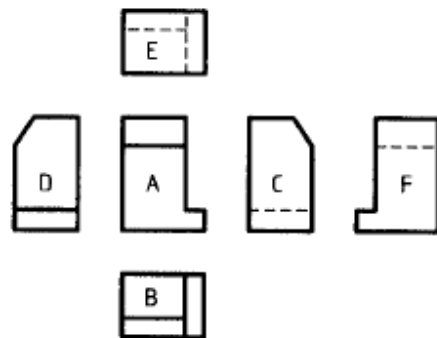
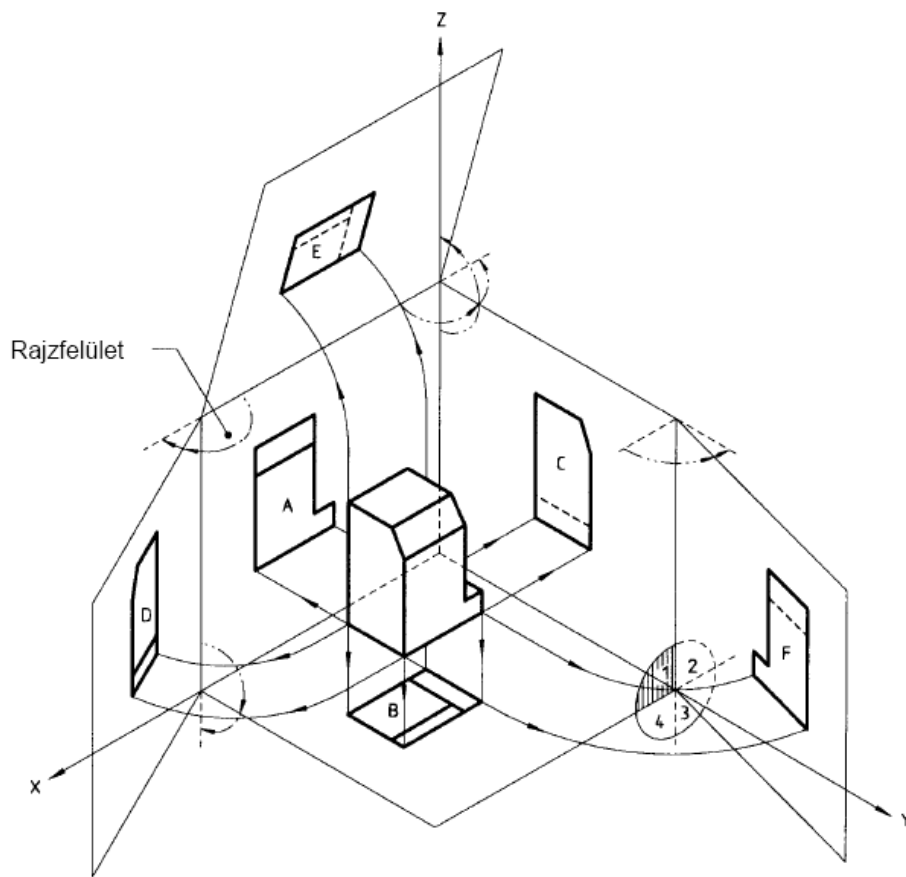
4.1.1 Első ténnyegyedbeli vetítési rendszer (korábban európai vetítési rendszer)

Az első ténnyegyedbeli vetítési mód olyan merőleges ábrázolás, amelyben az ábrázolandó tárgy elméletileg a szemlélő és a megfelelő koordinátasíkok között helyezkedik el. A tárgy nézeti ábrái a koordinátasíkon merőleges vetítéssel képződnek (lásd a 18. ábrát).

A különböző nézetek helyzetét az 'A' főnézethez (előlnézethez) viszonyítva, képsíkjaiknak tengelyek körül való forgatása határozza meg, amelyek egybeesnek vagy párhuzamosak az azon a koordinátasíkon (rajzsíkon) levő koordinátatengelyekkel, amelyekre az előlnézetet vetítik (lásd a . ábrát).

Ezért a rajzon az 'A' főnézethez viszonyítva a többi nézet a következők szerint helyezkedik el (lásd a . ábrát):

- 'B' nézet: felülnézet, alul;
- 'E' nézet: alulnézet, felül;
- 'C' nézet: bal oldali nézet, jobbra;
- 'D' nézet: jobb oldali nézet, balra;
- 'F' nézet: hátulnézet, lehet jobbra vagy balra.



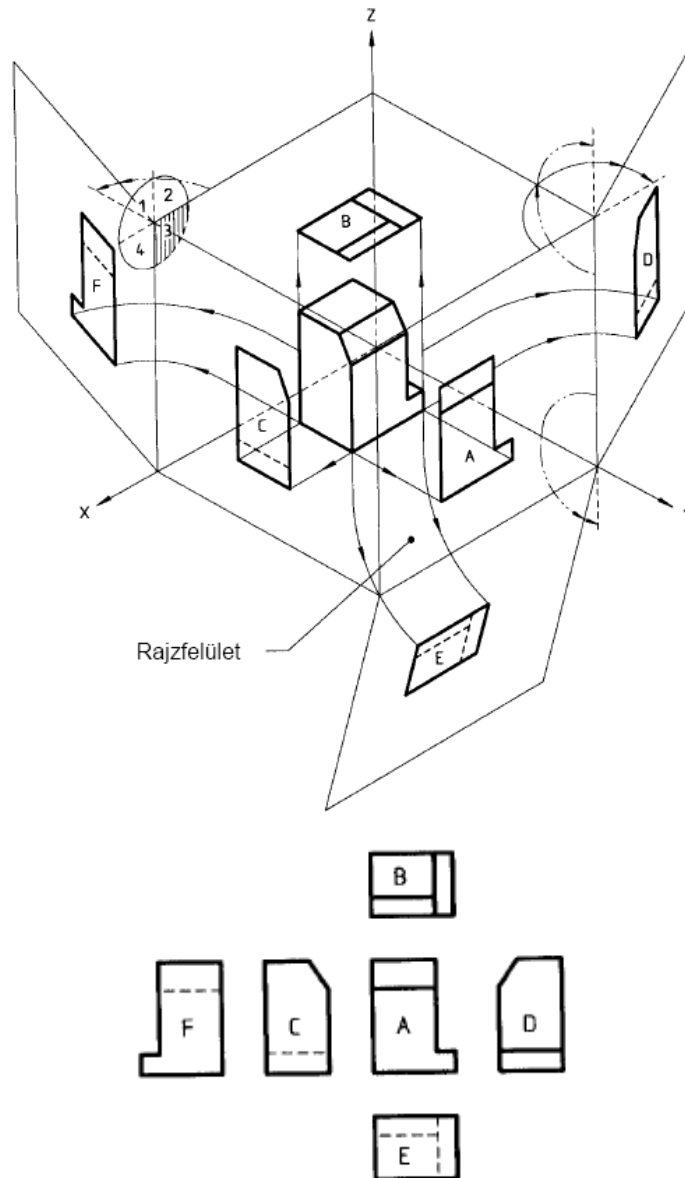
18. ábra Első tégnyedbeli vetítési rendszer

Ennek a vetítési rendszernek a rajzjele a következő:



4.1.2 Harmadik tégnyedbeli vetítési módszer (korábban amerikai vetítési rendszer)

A harmadik tégnyedbeli vetítési mód olyan merőleges ábrázolás, amelyben az ábrázolandó tárgy elméletileg a szemlélő és a megfelelő koordinátasíkok mögött helyezkedik el. A tárgyat a képsíkokra merőlegesen vetítik, és minden képsíkon úgy van ábrázolva, ahogy azt, végtelen távolságból nézve, merőlegesen lehetne vetíteni, ha a képsíkok átlátszóak lennének. A különböző nézetek helyzetét az 'A' főnézethez (előlnézethez) viszonyítva képsíkjaiknak tengelyek körül való forgatása határozza meg, amelyek egybeesnek vagy párhuzamosak az azon a koordinátasíkon (rajzsíkon) levő koordinátatengelyekkel, amelyre az előlnézetet vetítik.

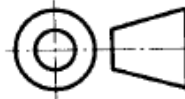


19. ábra Harmadik tégnyedbeli vetítési rendszer

Ezért a rajzon, az 'A' főnézethez viszonyítva a többi nézet a következők szerint helyezkedik el:

- 'B' nézet: felülnézet, felül;
- 'E' nézet: alulnézet, alul;
- 'C' nézet: bal oldali nézet, balra;
- 'D' nézet: jobb oldali nézet, jobbra;
- 'F' nézet: hátulnézet, lehet jobbra vagy balra.

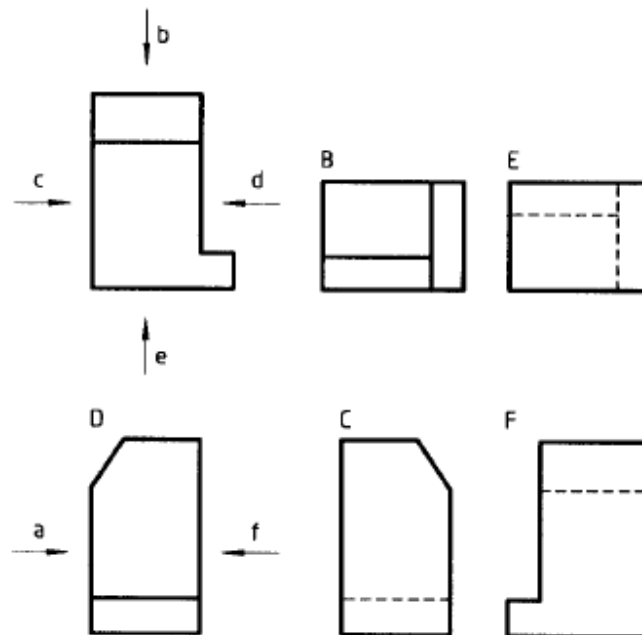
Ennek a vetítési módszernek a megkülönböztető rajzjele:



4.1.3 A nézési irányt mutató nyíl módszere

Ha az első vagy a harmadik tégelybeli vetítési módszer alkalmazása nem előnyös, akkor alkalmazható a nézési irányt mutató nyíl módszere. Ezen módszer szerint a különböző nézeteket egymástól függetlenül lehet elrendezni. Ebben az esetben a főnézet kivételével minden nézetet betűkkel kell azonosítani. A főnézeten kisbetű adja meg a többi nézet nézési irányát, a nézetek pedig a megfelelő nagybetűkkel vannak azonosítva úgy, hogy a betűk az ábra bal oldalán, a nézet fölött helyezkednek el. Az így azonosított nézeteket a főnézettől függetlenül lehet elhelyezni. A nézési iránytól függetlenül, azokat a nagybetűket, amelyek a nézeteket azonosítják, minden esetben a rajz olvasási irányában kell elhelyezni.

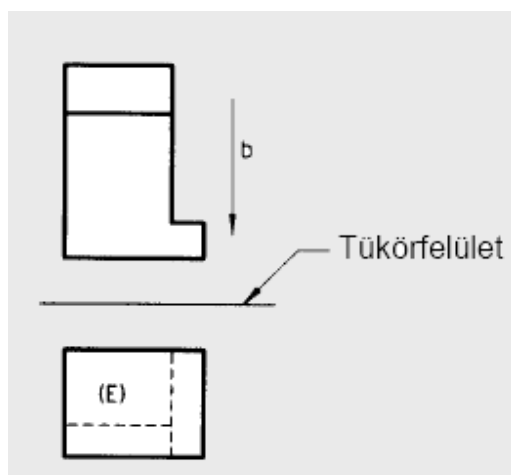
A módszer megadásához a rajzon nincs szükség rajzjelre.



20. ábra nézési irány jelölése mutatónyíllal

4.1.4 Tükrözött, merőleges ábrázolás

A tükrözött, merőleges ábrázolás, olyan merőleges vetítési mód, amely valamely tárgy elméleti, „tükörben” megjelenő vetületének ábrázolása (felfelé), és amely e tárgy vízszintes síkjával párhuzamos. A tükrözött, merőleges ábrázolás megadható az adott nézetet jelölő nagybetűvel (például 'E').



21. ábra Tükrözött, merőleges ábrázolás

Ennek a vetítési módszernek a megkülönböztető rajzjele:



4.2 Képies ábrázolások

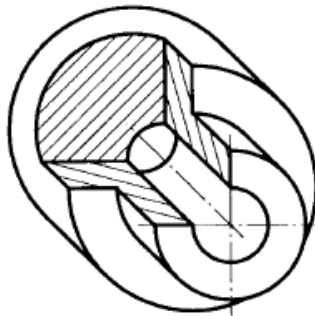
4.2.1 Axonometrikus ábrázolás

Az axonometrikus ábrázolások egyszerű képi ábrázolások, amelyek az ábrázolandó tárgynak egy, a végtelenben levő pontból (vetítési középpontból) egyetlen képsíkra (rendszerint a rajzfelületre) való vetítése révén keletkeznek. A párhuzamos vetítésnek ez a fajtája a nézetek megfelelő megközelítését adja, a mindenkori nézési pontra vonatkoztatva. A keletkező ábrázolás függ a tárgy alakjától, valamint a vetítési középpont, a képsík és a tárgy relatív helyzetétől. Az axonometrikus ábrázolás lehetőségei közül a technika valamennyi területéről azonban csak néhányat ajánlanak rajzokhoz (gépészet, elektrotechnika, építészet stb.).

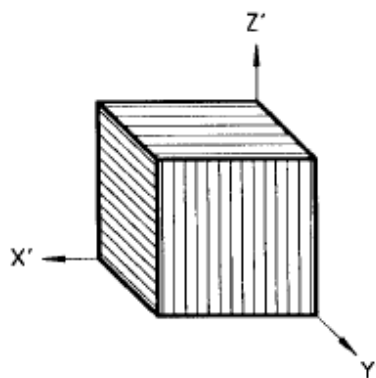
Az axonometrikus ábrázolás a műszaki rajzokon nem olyan gyakori, mint a merőleges ábrázolás. A koordinátatengelyek helyzetét megegyezés szerint kell megválasztani úgy, hogy a koordinátatengelyek körül az egyik (a Z tengely) függőleges legyen.

Az ábrázolandó tárgyat főnézetével, tengelyeivel és éleivel, a koordinátasíkokkal párhuzamosan kell megrajzolni. A tárgy helyzetét úgy kell megválasztani, hogy a főnézet és az egyéb nézetek, amelyek a tárgynak a merőleges vetítésben való előnyben részesített ábrázolásai, világosan felismerhetők legyenek.

A tengelyeket, valamint a tárgy szimmetriasíkjainak az irányát csak akkor kell megrajzolni, ha az elengedhetetlen. A nem látható körvonalak és élek ábrázolását kerülni kell. Valamelyik metszet kiemelése esetén a vonalkázást lehetőleg a tengelyekhez és a metszetek körvonalához képest 45° -os szögben kell megrajzolni. A koordinátasíkokkal párhuzamos síkok kiemelésére való vonalkázást lehetőleg a vetített koordinátatengellyel párhuzamosan kell megrajzolni.



22. ábra Metszeti vonalkázás axonometrikus ábrázolás esetén



23. ábra koordinátságokkal párhuzamos síkok kiemelési vonalkázása

Az axonometrikus ábrázolások méretmegadását lehetőleg kerülni kell. Ha mégis szükséges megadni a méreteket, akkor ugyanazokat a szabályokat kell alkalmazni, mint a merőleges vetítés esetében

A műszaki rajzokon ajánlott axonometriák:

- izometrikus vetítés,
- kétméretű vetítés,
- ferde vetítés.

Az X, Y, Z koordinátatengelyeket nagybetűkkel kell megadni. A jobb megkülönböztetés érdekében minden további adatot (pl. a méreteket) táblázatban vagy a rajzon kisbetűkkel (x, y, z) kell megadni.

4.2.1.1 Izometrikus vetítés

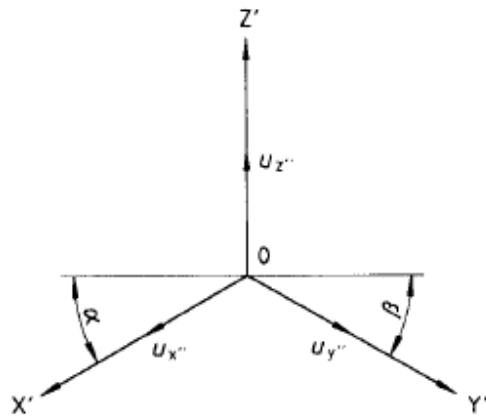
Az izometrikus vetítés olyan derékszögű axonometria, amelyben a képsík három azonos szöget zár be az X az Y és a Z koordinátatengelyekkel. A három, X, Y és Z koordinátatengelyen levő ux , uy és uz egységes hossz-szakaszokat merőlegesen a képsíkra vetítve három azonos ux' , uy' és uz' szakasz lesz a vetített X', Y' és Z' tengelyeken, amelyeknek a hossza

$$ux' = uy' = uz' = (2/3)^{1/2} = 0,816$$

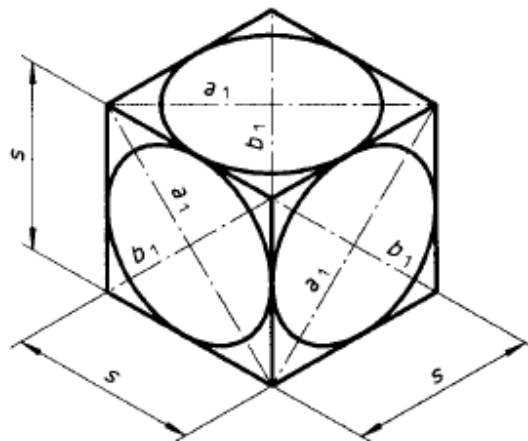
A három, X, Y és Z koordinátatengely X', Y' és Z' vetítését a képsíkra (rajzfelületre) a . ábra tartalmazza.

A rajzgyakorlatban az X', Y' és Z' tengelyre vetített egységes hossz-szakaszok $ux'' = uy'' = uz'' = 1$ egységként értelmezhetők, és ez a $(3/2)^{1/2} = 1,225$ tényezővel felnagyított tárgy grafikus ábrázolásának felel meg. A körábrázolásokat tartalmazó kocka izometrikus vetítését ábrázolja a 25. ábra úgy, hogy a körök a látható oldalakon vannak.

Ez az ábrázolás annak az ábrázolásnak felel meg, amely egy derékszögű kocka fő nézetének derékszögű vetítése révén keletkezik, amelyben minden látható oldal azonos szögben hajlik a képsíkokhoz.



24. ábra Izometrikus vetítés koordináta rendszere



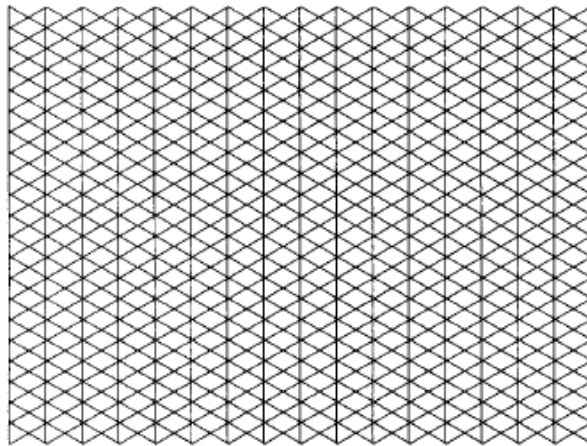
25. ábra Körábrázolás izometrikus ábrázolású kockán

Az ellipszistengelyek hossza:

$$a_1 = \sqrt{\frac{3}{2}} \cdot s \approx 1,22 \cdot s$$

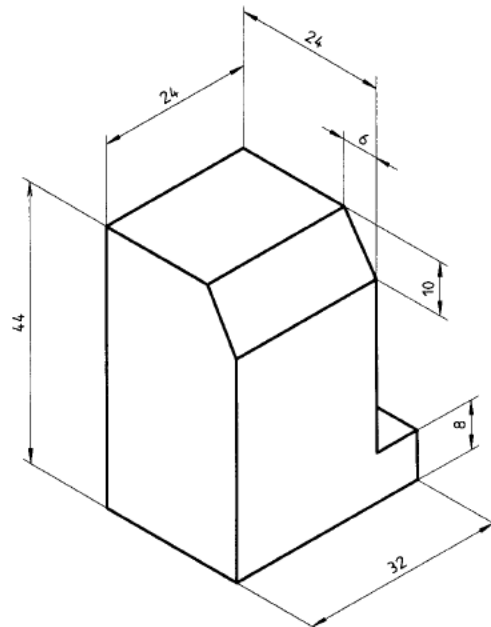
$$b_1 = \sqrt{\frac{1}{2}} \cdot s \approx 0,71 \cdot s$$

Az izometrikus axonometria a kocka mindhárom felületének ugyanazt a vizuális jelentést adja, és ezért alkalmas arra, hogy a kockát egyenlő oldalú háromszögekből álló hálóra lehessen rajzolni.



26. ábra Egyenlő oldalú háromszögekből álló háló

Példa az izometrikus vetítés méretmegadására:

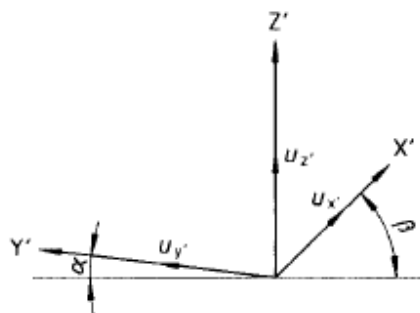


27. ábra Méretmegadás izometrikus ábrázolásban

4.2.1.2 Kétméretű vetítés

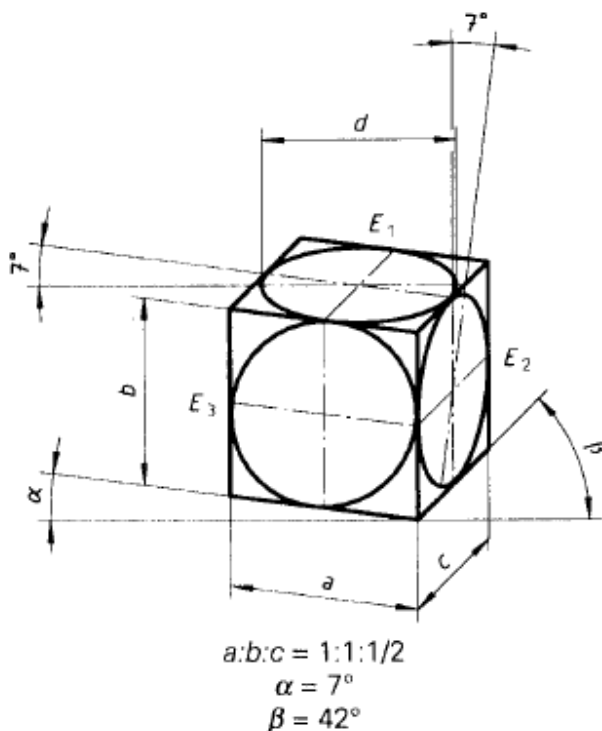
A kétméretű vetítést akkor alkalmazzák, ha az ábrázolandó tárgy egy nézete különösen fontos. A három koordinátatengely vetítése a 28. ábra szerint. A három méretarány viszonya

$$u_{x'}:u_{y'}:u_{z'} = 1/2:1:1$$



28. ábra Kétméretű vetítés koordináta rendszere

Körábrázolásokat tartalmazó kocka kétméretű vetítését ábrázolja a 29. ábra úgy, hogy a körök a látható oldalakra vannak rajzolva.



29. ábra Körábrázolás kétméretű ábrázolású kockán

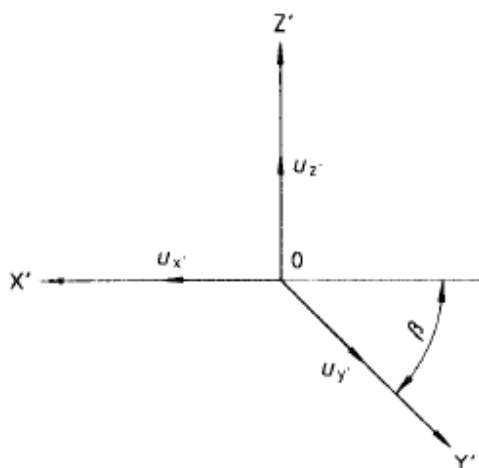
4.2.1.3 Ferde axonometria

Ferde axonometriában a képsík párhuzamos az egyik koordinátasíkkal és az ábrázolandó tárgy főnézetével, a tárgy vetítése pedig megtartja ugyanazt a méretarányt. Két vetített koordinátatengely egymásra merőleges. A harmadik vetített koordinátatengely és annak méretaránya tetszőleges. A rajzolás megkönnyítése érdekében a ferde axonometria különböző fajtái alkalmazhatók.

4.2.1.3.1 Kavalier-vetítés

Ebben a ferde axonometriában a képsík rendszerint merőleges a fő vetítési tengelyre; a harmadik koordinátatengely pedig a megállapodás szerint 45° -ban halad. A méretarány mindhárom koordinátatengelyen egyenlő:

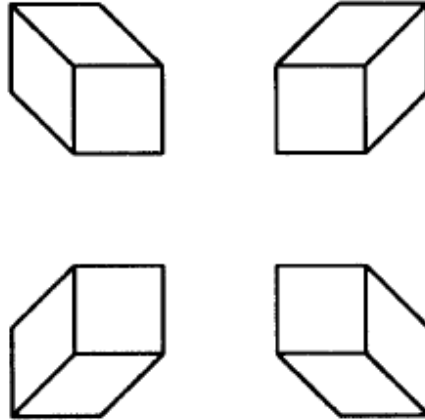
$$u_{x'} = u_{y'} = u_{z'} = 1$$



30. ábra Kavalier-vetítés koordináta rendszere

A Kavalier-vetítés nagyon egyszerűen rajzolható, és lehetővé teszi a méretmegadást a rajzon, valamint nem ad erős torzítást az arányokban a harmadik koordinátatengely mentén sem.

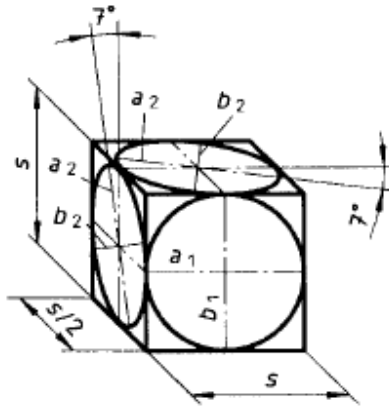
Egy kocka négy lehetséges Kavalier-vetítését ábrázolja a 31. ábra.



31. ábra Kockák ábrázolása Kavalier ábrázolásban

4.2.1.3.2 Kabinetvetítés

A kabinetvetítés hasonló a Kavalier-vetítéshez, az egyetlen különbség az, hogy a harmadik vetítési tengelyen a méretarány 2-es tényezővel van csökkentve. Ez jobb rajzarányokat eredményez. Körábrázolásokat tartalmazó kocka kabinetvetítését ábrázolja a . ábra úgy, hogy a körök a látható oldalakon vannak.



32. ábra Kör ábrázolás kabinet vetítésben ábrázolt kockán

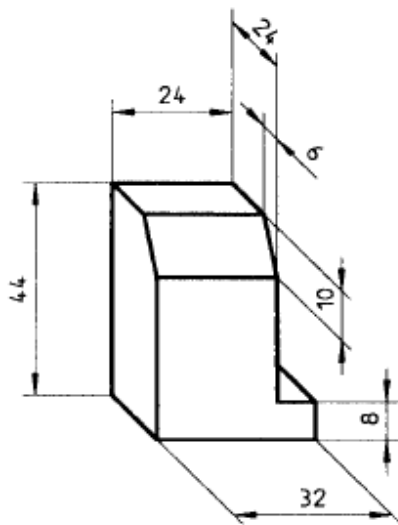
Az ellipszistengelyek hossza:

$$a_1 = b_1 = s$$

$$a_2 = 1,06s$$

$$b_2 = 0,33s$$

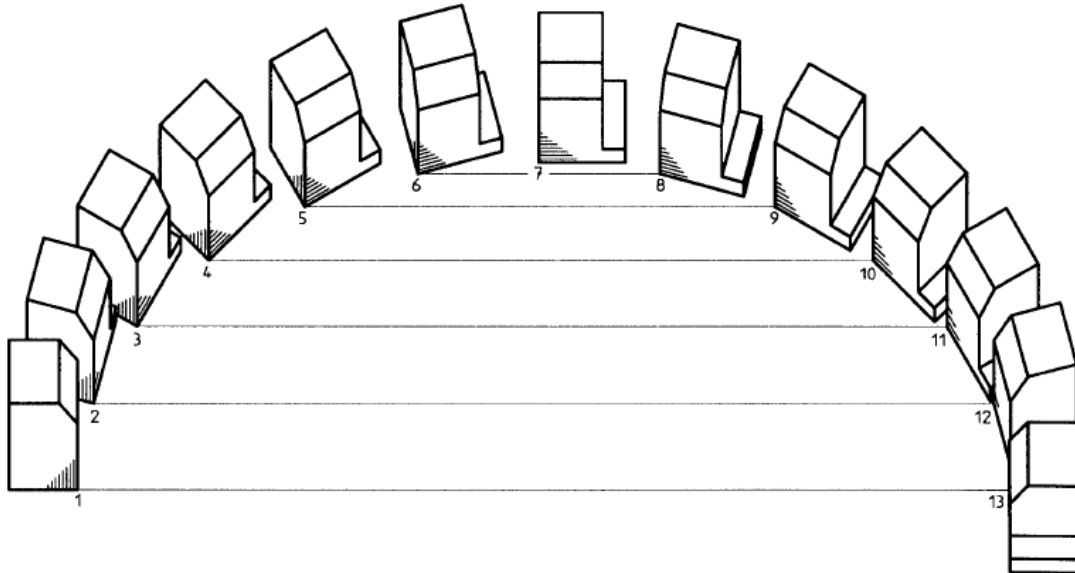
Méretmegadásra példa:



33. ábra Méretmegadás kabinet vetítéses ábrázolásban

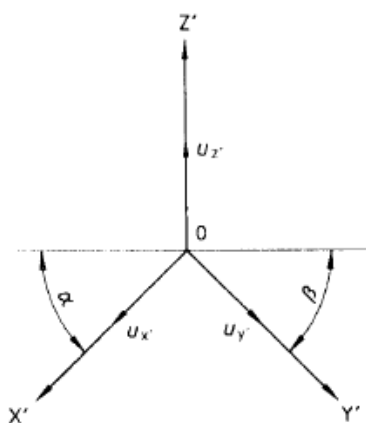
4.2.1.3.3 *Planometrikus vetítés*

A képsík párhuzamos a vízszintes koordinátáissal. Kerülni kell az $\alpha = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ -os szögekkel való ábrázolást, hogy minden szükséges információ ábrázolható legyen.



4.2.1.3.3.1 *Normális planometrikus vetítés*

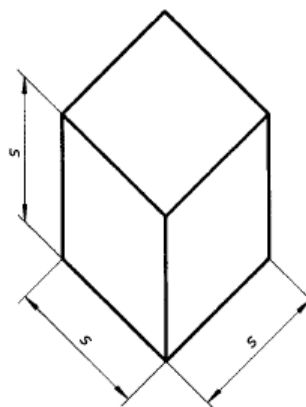
Azoknak a koordinátatengelyeknek a lehetséges vetítéseit, amelyeknek a méretaránya 1:1:1, a 34. ábra tartalmazza. A 35. ábra kockát ábrázol méretmegadással. A ferdeszögű axonometriának ez a fajtája különösen a várostervezés rajzaihoz alkalmas.



$$\alpha = 0^\circ - 180^\circ$$

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

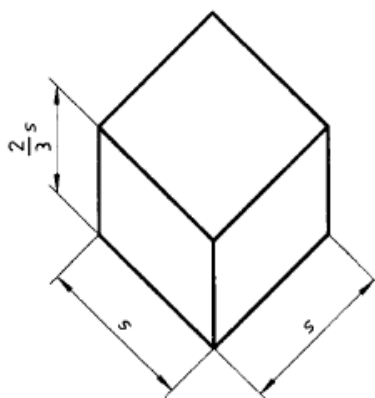
34. ábra Normális planometrikus vetítés koordináta rendszere



35. ábra Méretmegadás normális planometrikus vetítéses ábrázolásban

4.2.1.3.3.2 Rövidített planometrikus vetítés

A rövidített planometrikus vetítés esetén a koordinátatengelyek méretaránya 1:1:2/3. A 36. ábra kockát ábrázol méretmegadással.



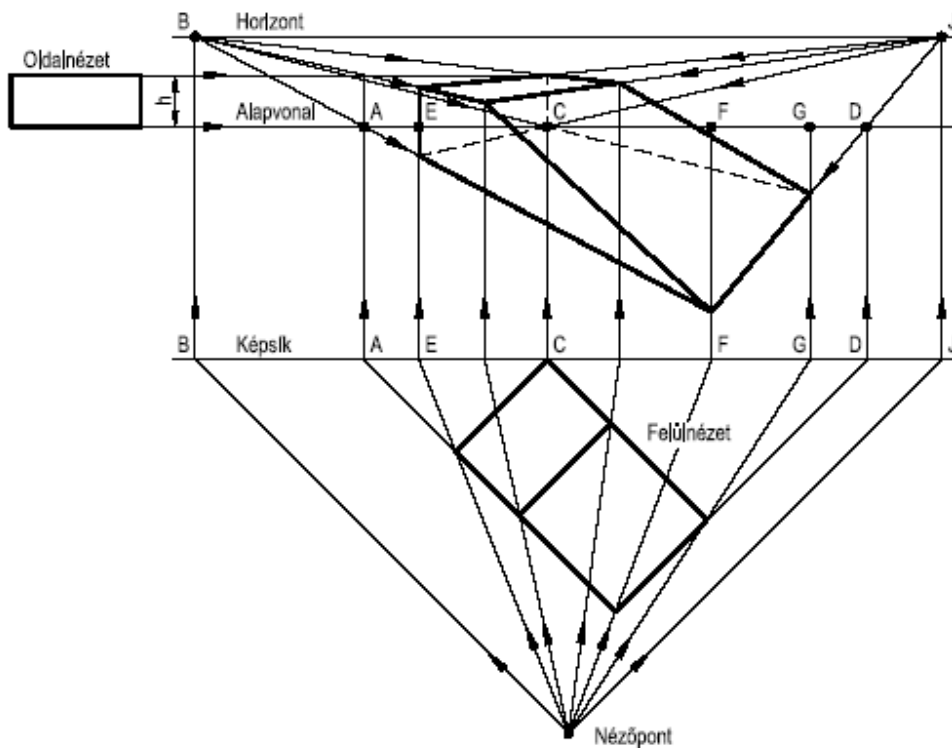
36. ábra Méretmegadás rövidített planometrikus vetítéses ábrázolásban

4.2.2 Perspektivikus ábrázolás

A perspektivikus ábrázolás valamely tárgy középpontos vetítése (általában függőleges) képsíkra. Az ábrázolandó tárgy képsíkhöz viszonyított helyzete szerint a perspektivikus ábrázolás lehet:

- egypontú perspektíva: madárperspektíva, békaperspektíva;
- kétpontú perspektíva;
- hárompontú perspektíva.

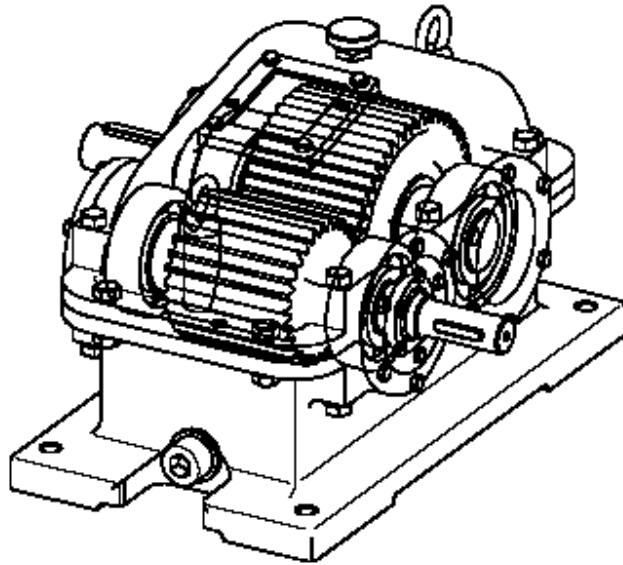
Egypontú perspektívában az ábrázolandó tárgyat egyik homlokfelületével, a képsíkkal párhuzamosan helyezük el. Ha a tárgy felülről látható, vagyis a nézőpont a vízszintes képsík felett van, madárperspektíváról; ha alulról látható, vagyis a nézőpont a vízszintes képsík alatt van, békaperspektíváról beszélünk. A gyakorlatban leginkább megfelelő ábrázolási mód a kétpontú perspektíva, amelynél a tárgyat úgy helyezük el a képsíkhöz képest, hogy függőleges homlokfelületei hajlanak a függőleges képsík felé, vízszintes homlokfelületei pedig merőlegesek arra (37. ábra). (A tárgy függőleges élei párhuzamosak a képsíkkal.)



37. ábra Kétpontú perspektíva szerkesztése

4.2.3 Átlátszó nézet

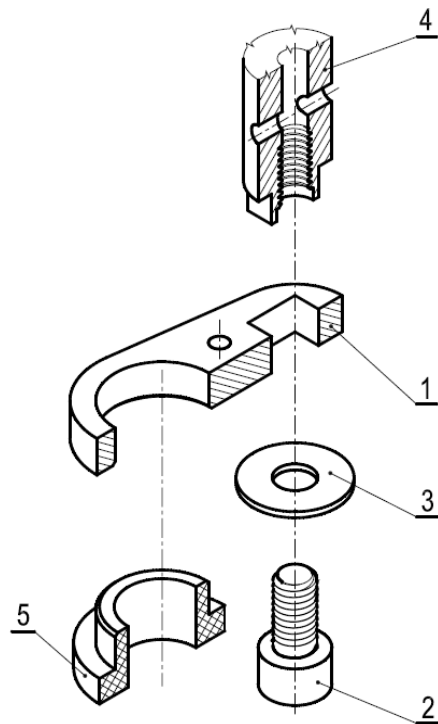
Átlátszó nézetet általában valamilyen belső fő szerkezeti egység bemutatására alkalmazunk. A 3 dimenziós tervezői rendszerekben elkészítése egyszerű feladat.



38. ábra Átlátszó nézet

4.2.4 Robbantott ábra

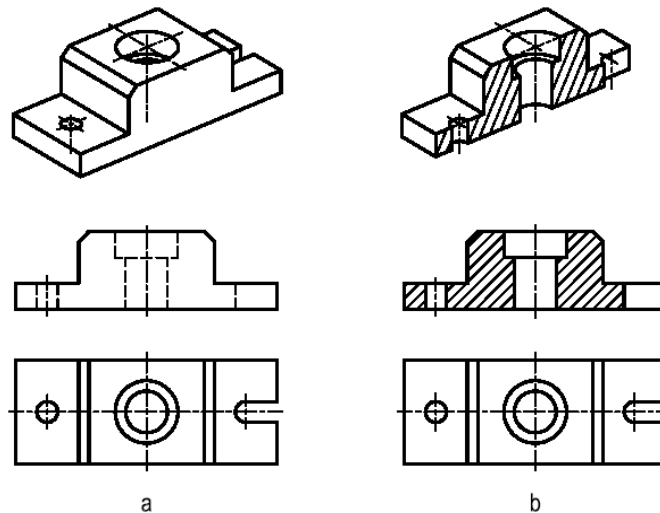
A robbantott ábra egy szerkezet olyan képies, térbeli ábrázolása, amelyben az alkatrészek azonos méretarányban és egymáshoz képest eltolva vannak megrajzolva, elhelyezkedésük sorrendjében.



5 Gépipari műszaki rajzok alaki követelményei

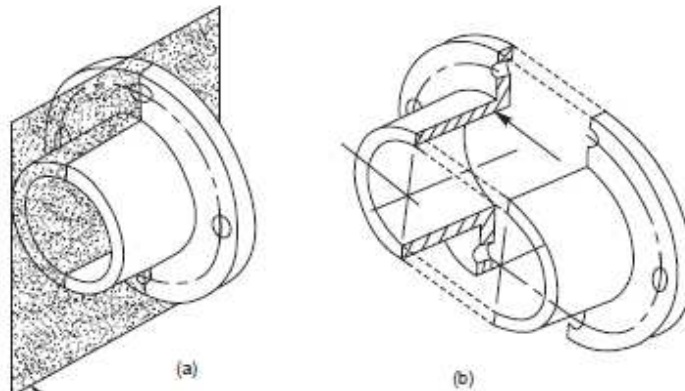
5.1 Ábrázolás metszetekkel

Belső üregeket tartalmazó tárgy vetületi ábrázolásakor a belső vonalakat vékony szaggatott vonalakkal kellene megrajzolni. Ez gyakran az átfedések, és az alkalmazott méretarány miatt zavaró lehet. Továbbá szaggatott vonalhoz történő méretezést kerülni kell. Ezért az üreges tárgyakat metszetek segítségével célszerű ábrázolni. A metszés jelen esetben elméleti metszés jelent, ezért a „metszett” felületet megfelelő jelöléssel, vonalkázással úgynevezett sraffozással kell ellátni. Csak akkor rajzolunk metszetet, ha az valóban többet mutat, mint a nézet.



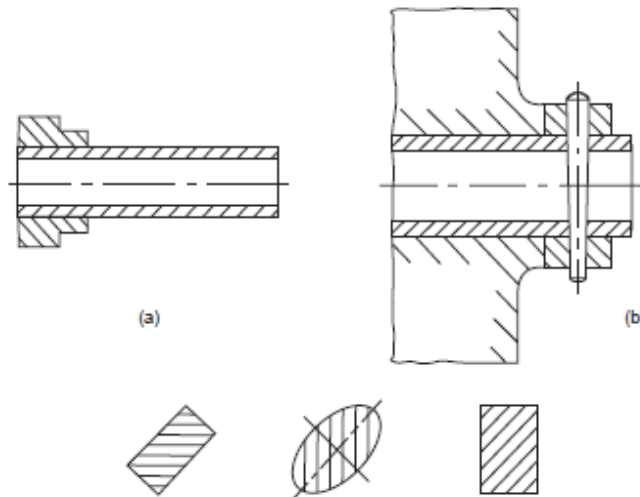
40. ábra Belső üregek, furatok, stb. szemléletes bemutatására a metszeti ábrázolással

A metszeti ábrázolás lényege az, hogy az üreges tárgyat egy képzeletbeli metszősíkkal (síkokkal) elvágjuk, majd a metszősík(ok) és a képsík közé eső részt ábrázoljuk a vetületi ábrázolás szabályai szerint. Mivel elméleti metszést hajtunk végre a metszett felület(eket) besraffozzuk.



41. ábra metszet készítés elve

A sraffozást fémek esetében vonalkázással jelöljük. A vonalkázás általában a függőlegeshez képest 45° -os szögben dőlt, folytonos vékony vonal (B típus). Csatlakozó alkatrészek vonalkázása különböző irányú legyen. A metszeti vonalkázás sűrűsége a metszett felület nagyságától függően 1-10 mm, a minimális távolság a kontúrvonal vastagságának kétszerese.



42. ábra Metszeti vonalkázás, sraffozás

Ha a metszett keresztmetszet az ábrázolás méretarányának megfelelően nem éri el a 2 mm-t a metszett keresztmetszeteket be lehet feketíteni, csatlakozó alkatrészek esetén pedig széthúzást kell alkalmazni (43. ábra). A széthúzás mértéke 0.7 és 1.0 mm között kell legyen



43. ábra Úgynevezett vékony keresztmetszet ábrázolása metszetben

5.1.1 A metszetek jelölése

A sraffozással anyagminőséget is jelölünk. A különböző anyagokhoz meghatározott sraffozási minta tartozik (44. ábra).

Fémes anyag		Műanyag, guml	
Üveg, plexi, átlátszó anyag		Fa keresztmetszete (bütü)	
Szemcsés anyag		Fa hosszmetzete	
Folyadék		Beton	

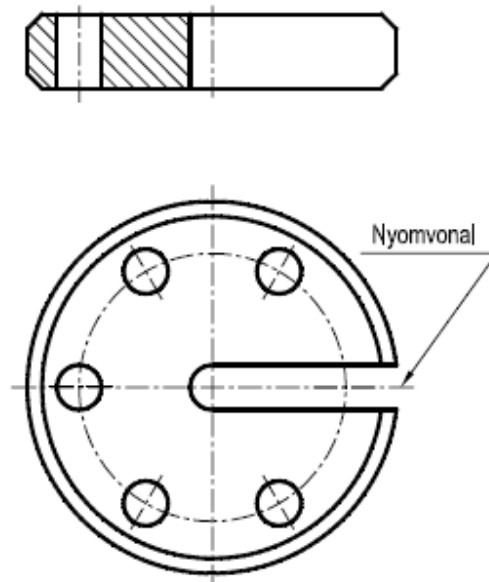
44. ábra metszeti vonalkázás minták

A metszősík és képsík metszévonalát nyomvonalnak nevezzük (45. ábra). A metszeti kép csak akkor egyértelmű, ha pontosan látjuk, hogy hol metsztük el a tárgyat. Ezt a metszősík nyomvonala mutatja. Ezért fontos, hogy a nyomvonal helye a rajzról egyértelműen megállapítható legyen.

45. ábra Metszősík nyomvonala

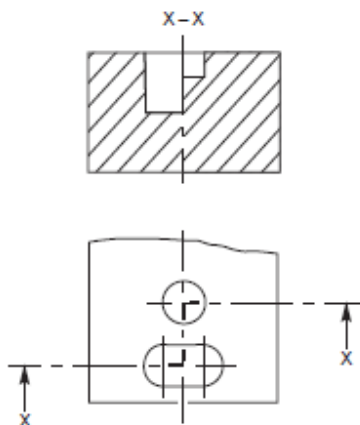
5.1.2 A nyomvonal jelölésének szabályai

A metszősík nyomvonalát jelölni kell, kivéve ha a metszősík a tárgy szimmetriasíkjával egybeesik, a tárgyról csak egyetlen metszetet készítünk és a metszeti képet a vetületrendnek megfelelően helyezük el (46. ábra).



46. ábra Példa nyomvonal jelölésének elhagyására

A nyomvonal jelölése pontvonallal történik, melyet az irányváltásoknál és a végeknél vastag pontvonallal (H típus) kell rajzolni, valamint a vetítés irányát vékony szárú nyíllal meg kell jelölni, és a metszetet azonosító jelöléssel (az ABC nagy betűivel) kell azonosítani.



47. ábra Metszősík nyomvonalának jelölése

5.1.3 A metszetek fajtái

A belső üregeket tartalmazó alkatrészek változatossága különböző típusú metszetek alkalmazását követeli meg. Mindig az adott feladat dönti el, hogy melyik típust célszerű alkalmazni. Mivel a nem látható élkehez (szaggatott vonalakhoz) történő méretezést kerülni kell, ezért a metszeteket úgy kell kialakítani, hogy rajtuk minden belső méret is megadhatóvá váljon.

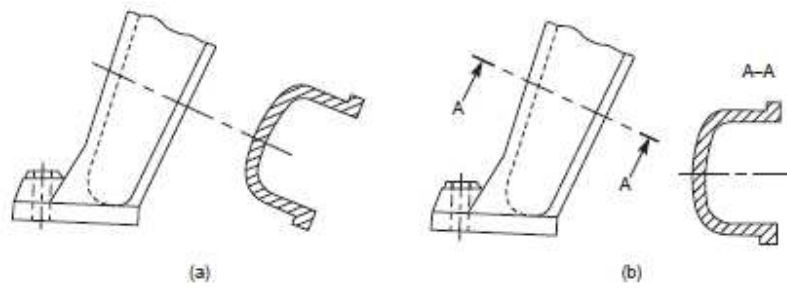
Alapvetően a metszeteket két csoportba soroljuk, az egyetlen síkkal képzett egyszerű metszetekre, és a tört, több síkból álló összetett metszetekre

5.1.3.1 Egyszerű metszet

Az egyszerű metszetek metszősíkja:

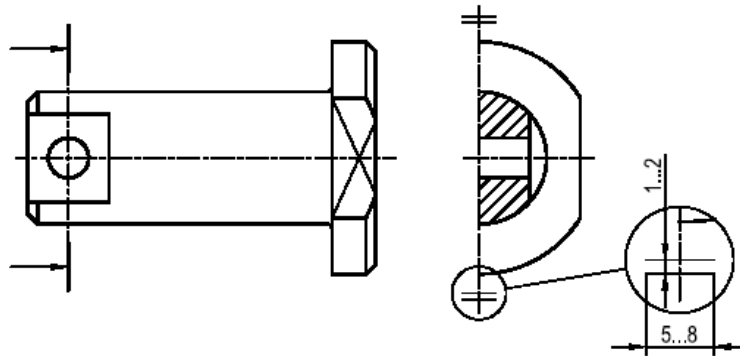
- eshet a tárgy szimmetria síkjába, és teljesen átmetszi azt;
- nem esik a tárgy szimmetria síkjába, de teljesen átmetszi;
- a metszősík tetszőleges elhelyezésű, de az ábrázolandó tárgyból, csak egy részt metsz.

Teljes metszet: a metszősík nyomvonala egyenes, a sík az alkatrészt teljesen egészében átmetszi (48. ábra). A teljes metszet készülhet olyan metszősíkkal is, a mely egyik képsíkkal sem párhuzamos. Ebben az esetben a metszetet a vetítés irányában helyezük el, de el is csúszthatató és el is forgatható.



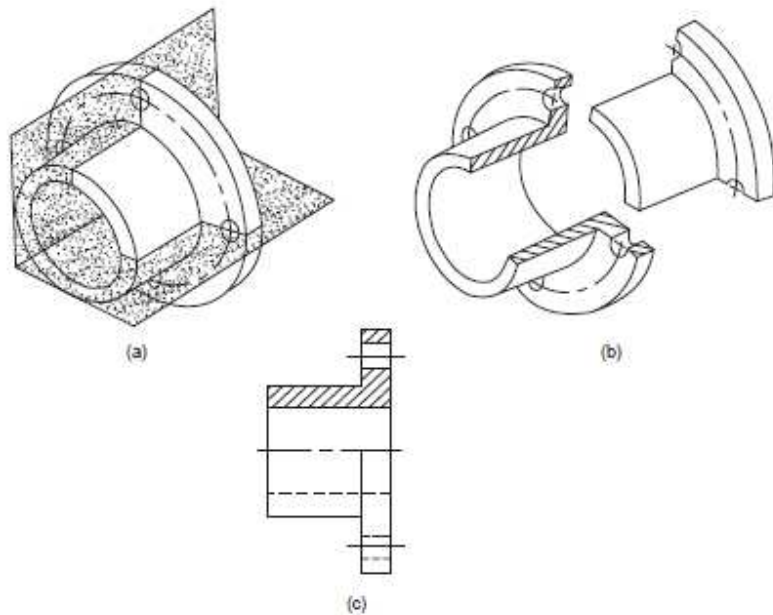
48. ábra Teljes metszet

Félmetszet: szimmetrikus tárgyak esetén megtehetjük, hogy a metszeti képnek csak a felét rajzoljuk meg (49. ábra), amennyiben ez a méretezést nem teszi áttekinthetlenné az adott méretarányban. Mivel nem csak rajzi munkát takarítunk meg, hanem a rajz kisebb helyet is foglal. A félmetszet alkalmazására a szimmetriatengely végein elhelyezett merőleges vonalpárral hívjuk fel a figyelmet, melynek méretei a 49. ábrán láthatóak.



49. ábra Félmetszet

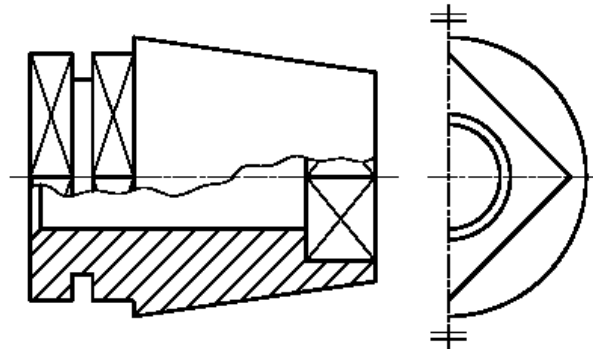
Félnézet-félmetszet: olyan tárgyak esetén alkalmazzuk, amelyeknek nézeti és metszeti képe egyaránt szimmetrikus. Szemléletes ábrázolási megoldás, hiszen egyidejűleg mutatja a tárgy külső és belső formáját. Tulajdonképpen a térbeli test egy negyedét távolítjuk el (képzeletben). Azt, hogy a vetület melyik fele legyen a nézet és melyik a metszet, szabadon választható (50. ábra).



50. ábra Félnézet-félmetszet

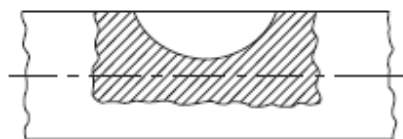
A félmetszet és félnézet-félmetszet alkalmazása estén tartsuk be a következő két fontos szabályt!

- ☞ A félnézeti részen a takart részek szaggatott vonalas ábrázolása szükségtelen.
- ☞ Nem eshet látható él a szimmetriatengelyre. Ha mégis van a félnézet-félmetszet határán kisebb külső vagy belső él, akkor ún. túltörést kell alkalmazni (51. ábra).



51. ábra Félnézet-félmetszet alkalmazása, határra eső kontúrvonal esetén

Kitöréses metszet: a tömör tárgyakban levő kisebb furatok, hornyok, stb. bemutatására alkalmazzuk, külön vetület rajzolása nélkül (52. ábra). Általában olyan alkatrészeknél alkalmazzuk, melyek hosszirányú metszését kerülni kell (lásd 5.1.4 fejezet). A tárgyat csak a bemutatni kívánt részlet közvetlen környezetében metszi a képzeletbeli metszősík. A metszés határát vékony, egyenes vagy szabadkézi törésvonallal (C vagy D típus) rajzoljuk. A határvonal nem lehet méretvonal.

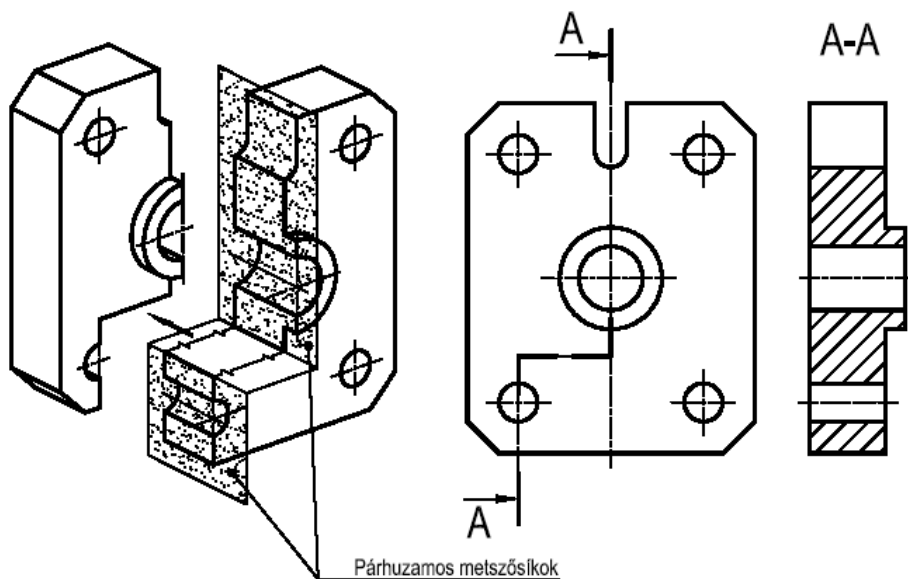


52. ábra Kitöréses metszet

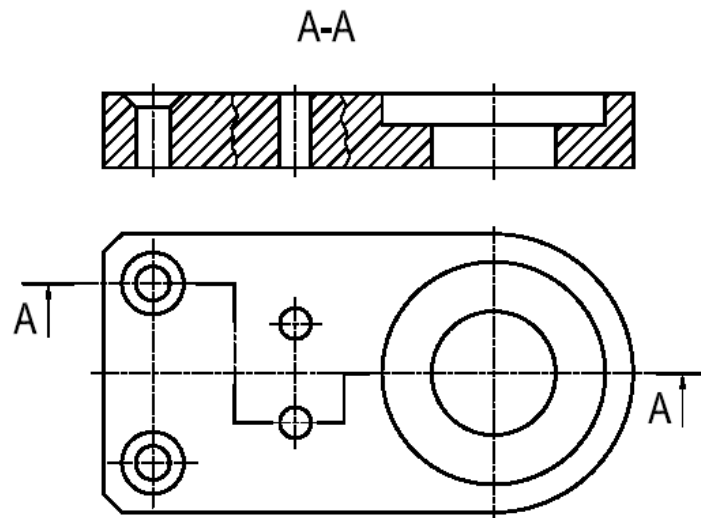
5.1.3.2 Összetett metszet

Míg egyszerű metszet esetében elegendő volt egyetlen sík alkalmazása, összetett metszetenél több metszősíkot alkalmazunk. Ennek oka az, hogy az ábrázolandó tárgy belső üregei nem mindig metszhetőek egyetlen síkkal. Ebben az esetben célszerűbb egyetlen több metszősíkból összetevődő metszetet alkalmazni, mint több egyszerű metszetet rajzolni.

Lépcsős metszet: amennyiben a két vagy több metszősík egymással párhuzamos, lépcsős metszetről beszélünk. Így a lépcsős metszetet párhuzamos metszősíkokkal létrehozott részmetszetek sorának is tekintethető. A metszeti vonalkázásban a részmetszetek határvonalát nem szükséges jelölni, mert az a metszősíkok nyomvonala alapján egyértelműen megállapítható. A sík eltolások helyét jelölhetjük a metszeti képen, a metszetrészek határát vékony, folytonos törésvonallal jelöljük, a sraffozást pedig egymáshoz képest eltoljuk (54. ábra).

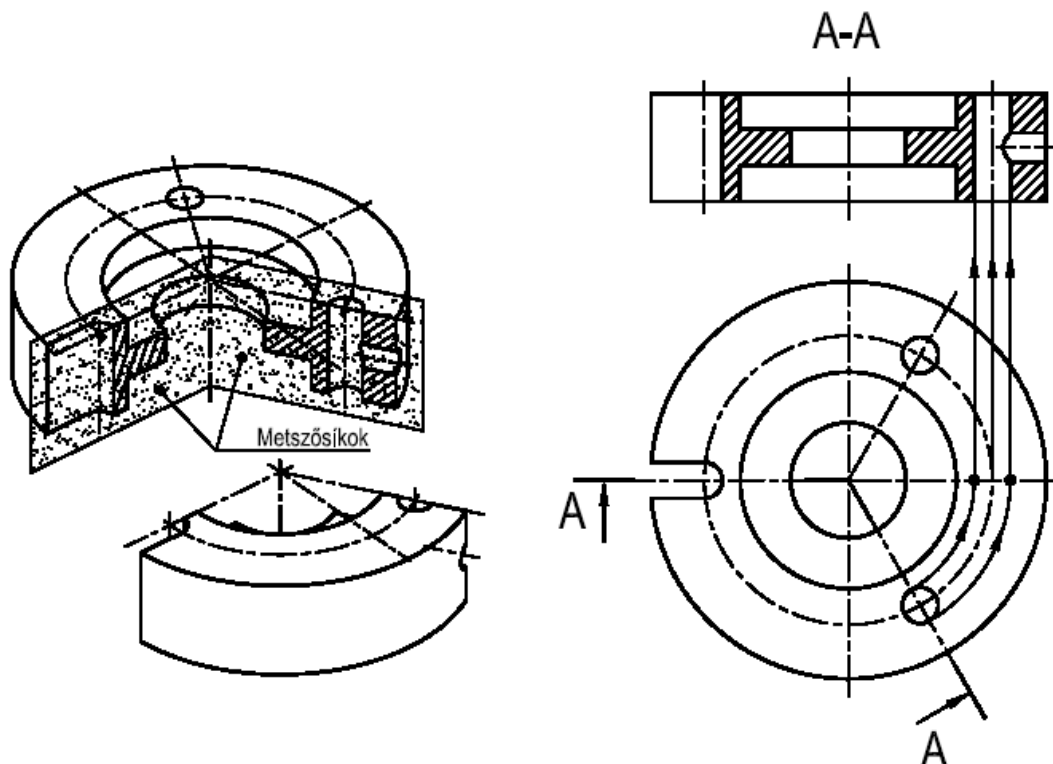


53. ábra Lépcsős metszet



54. ábra Az összetett metszősík ábrázolása a metszeti képen

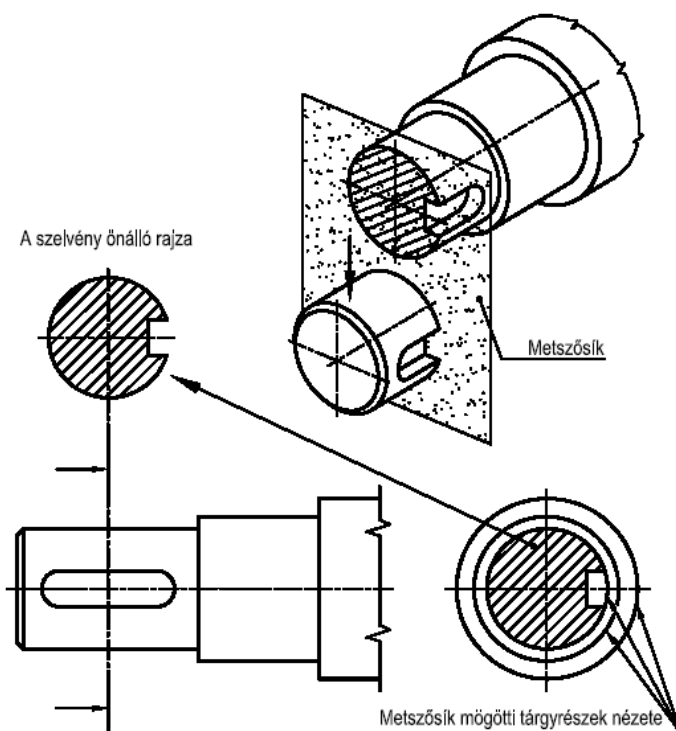
Befordított metszet: két vagy több, egymáshoz képest szög alatt csatlakozó metszősíkkal képzett részmetszet egyesítését egyetlen metszeten befordított metszetnek nevezzük (55. ábra). A metszősíkok közül az egyik mindig párhuzamos valamelyik képsíkkal, és ennek síkjába fordítjuk be a ferde helyzetű síkot vagy síkokat.



55. ábra Befordított metszet

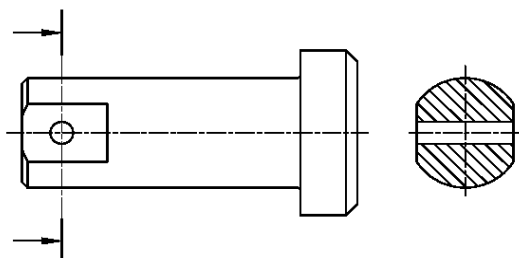
5.1.3.3 Szelvények rajzolása

Mivel metszet rajzolásnál a metszősík mögött elhelyezkedő részek nézetben történő megrajzolása is kötelező, olyan alkatrészeknél, amelyeknek egyik dimenziója lényegesen nagyobb a másik kettőnél, a tárgy keresztmetszetéről rajzolt metszeti képek sok ismétlődő részt tartalmazhatnak. Ebben az esetben célszerűbb csak a metszősíkban található rész, azaz a szelvény megrajzolása. (56. ábra). Tehát minden esetben - ha a tárgy ábrázolása egyértelmű-, a keresztmetszetből elhagyhatjuk a metszősík mögötti tárgyrészek nézetét, és önálló képként csak a szelvényt rajzoljuk meg.



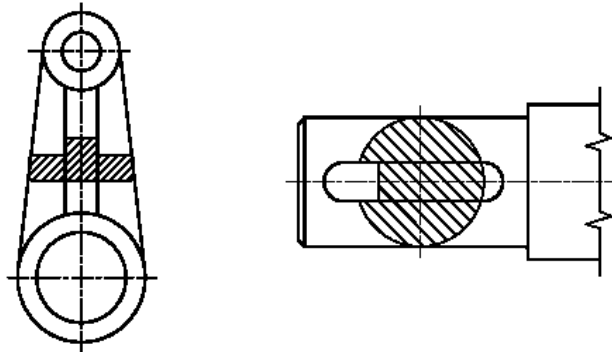
56. ábra Szelvény készítés elve

Ha a szelvénykép - a metszősík mögötti részek elhagyása miatt-, több darabra „esne szét”, akkor az egyes részeket a metszősík mögötti élk vonalával össze kell kötni (57. ábra).



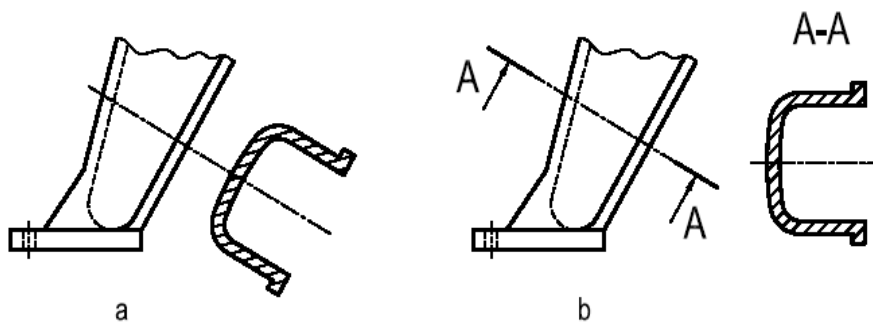
57. ábra Úgynevezett széteső szelvény rajzolásának elkerülése

A szelvény rajza elhelyezhető a vetületi képen belül vagy azon kívül. A vetületen belül rajzolt szelvényt a metszősík körül 90° -kal elforgatjuk, a rajzlap síkjába döntjük, vékony folytonos (B típusú) vonallal megrajzoljuk és bevonalkázzuk (58. ábra). Mivel a metszősík helyzete egyértelmű, azonosításra nincs szükség.



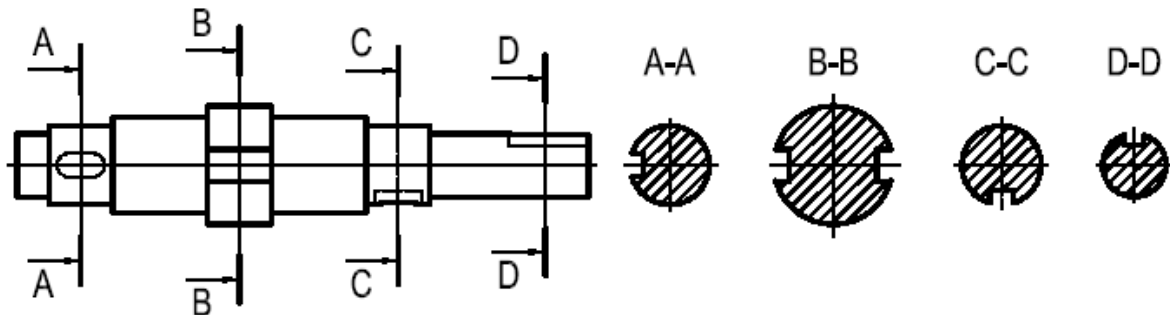
58. ábra Befordított szelvény

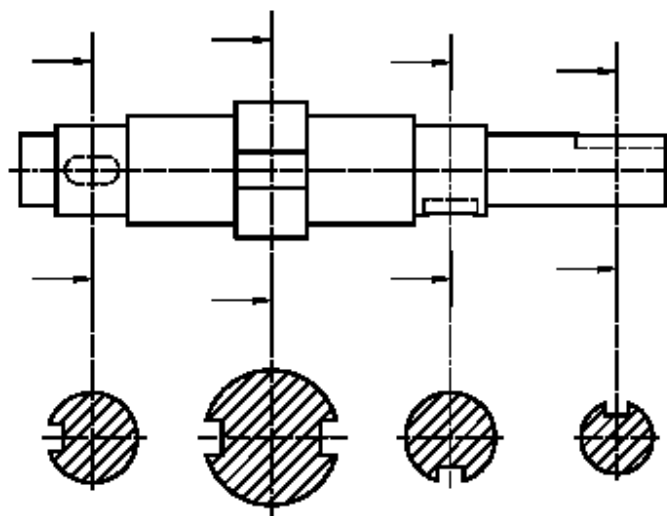
A vetületen kívül elhelyezett szelvény körvonalát folytonos vastag (A típusú) vonallal kell megrajzolni, ami a legnagyobb különbség a kontúrvonalakon belül elhelyezett szelvényhez képest. A nézeten kívül rajzolt szelvény ábrázolható a nézet közelében, amelyhez pontvonallal (G típus) kapcsolódik (59. a) ábra), vagy más helyzetben azonosítással (59. b) ábra).



59. ábra Vetületen kívül elhelyezett szelvény

Keresztmetszetek és szelvények sorozatát a 60. ábrának megfelelően lehet ábrázolni a rajz érthetőségét figyelembe véve.

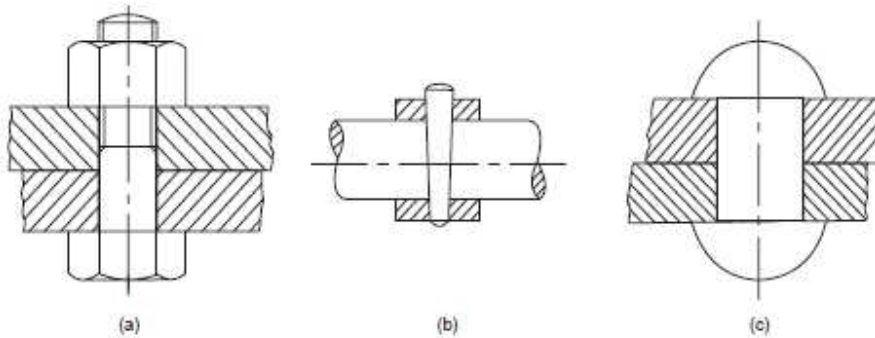




60. ábra Szelvények sorozata

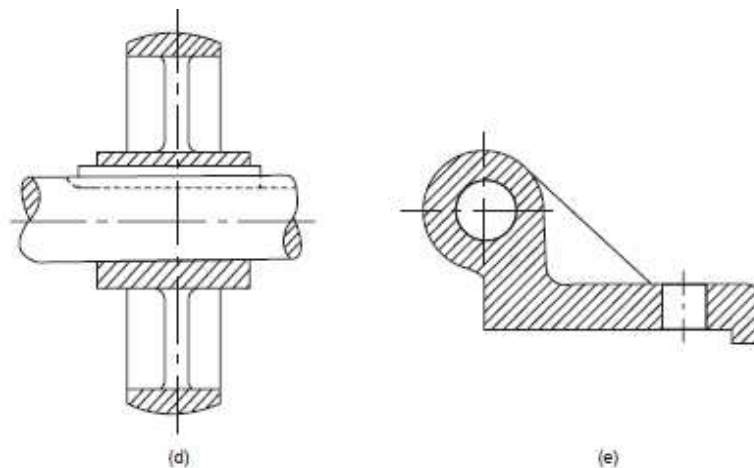
5.1.4 Metszet kerülése

Azt az alkatrészt, vagy annak részletét, amelynek metszete nem mond többet a nézeti képénél, ne ábrázoljuk metszetben. Ennek megfelelően **nem szabad hosszirányukban metszeni az olyan tömör kötőelemeket, mint pl. a csavarok, szegek, csapszegek, szegecsek, ékek, reteszek** (61. ábra). **Szintén nézetben hagyjuk a gördülőcsapágyak golyóit és görgőit.**



61. ábra Metszet alkalmazásának kerülése kötőelemek esetén

Vannak olyan tárgyrészek, amelyek nézetben hagyása metszeti ábrázolás esetén szemléletesebb vetületet eredményez. **Ha pl. a metszősík merevítő bordát, küllőt vagy fogaskerékfogat hosszirányú kiterjedésben metsz el, akkor ezeket nem szabad metszetben ábrázolni. Ezért a felsorolt tárgyrészek szelvényét a metszeti képen nem vonalkázzuk be**



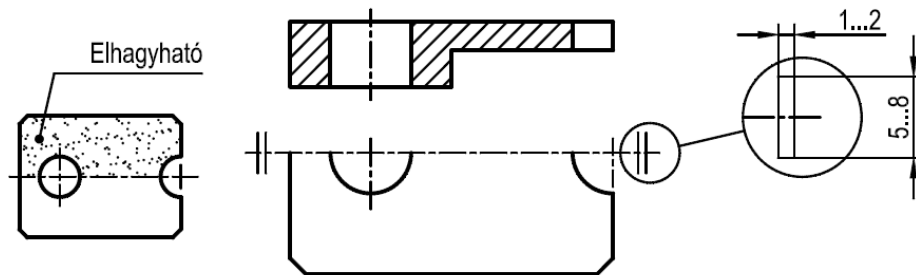
62. ábra Metszet alkalmazásának kerülése

Gyakran előfordul, hogy a tömör alkatrészekben is van furat, horony vagy más belső üreg, amelyet metszetben kell bemutatni. Ilyenkor alkalmazzuk célszerűen az előzőekben megismert kitérést

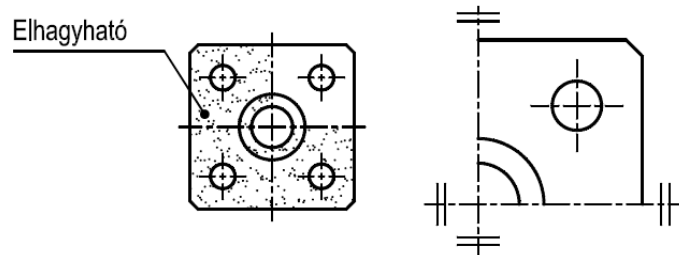
5.2 Részvetületek

5.2.1 Szimmetrikus tárgyak ábrázolása

Szimmetrikus tárgyaknak, szabad, a felét vagy negyedét ábrázolni (63. és 64. ábra), amennyiben ez nem teszi a rajzot az adott méretarányban áttekinthetetlennek, illetve méretezhetőnek.



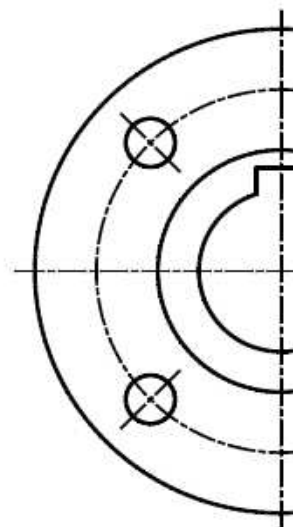
63. ábra Szimmetrikus alkatrész felének ábrázolása



64. ábra Többszörösen szimmetrikus alkatrész negyedének ábrázolása

Ebben az esetben a szimmetriavonalat a két végén rá merőleges irányú, két-két rövid párhuzamos vékony vonallal kell jelölni, melynek méretei a 63 ábrán láthatóak.

A rövid párhuzamos vonalak elhagyhatók abban az esetben, ha a tárgy körvonalai egy kissé túlnyúlnak a szimmetriavonalon (65. ábra).



65. ábra Szimmetrikus alkatrész szimmetria síkon túlnyúló ábrázolása

5.2.2 Törésvonallal megszakított ábrázolás

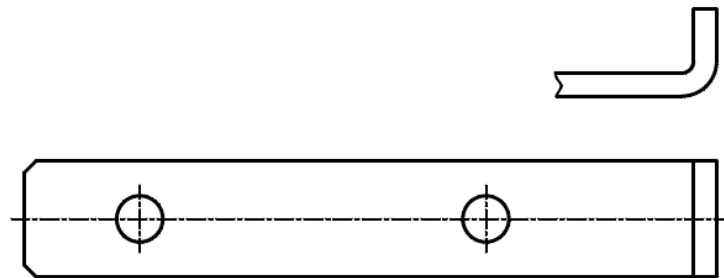
Hosszú (egyik dimenziója lényegesen nagyobb a másik kettőnél), azonos vagy változó keresztmetszetű tárgy esetén, elegendő a tárgynak csak azokat a részeit megrajzolni, amelyek az alakjának egyértelmű meghatározásához szükségesek. A tárgy hosszú, jellegtelen részeit meg lehet szakítani úgy, hogy a kitört részt elhagyva a részeket szorosan egymás mellett ábrázoljuk 66. ábra (a) és b) ábra).



66. ábra törésvonallal megszakított ábrázolás

5.2.3 Résznézet

Ha a teljes nézeti kép nem ad több információt a tárgyról, akkor elég csak azt a részét ábrázolni, ami a megértéshez szükséges (67. ábra). Ha ezt a részt a nézetrendnek megfelelően helyezük el, akkor azonosítani nem kell. A résznézetet vékony törésvonallal (C vagy D típus) határoljuk.

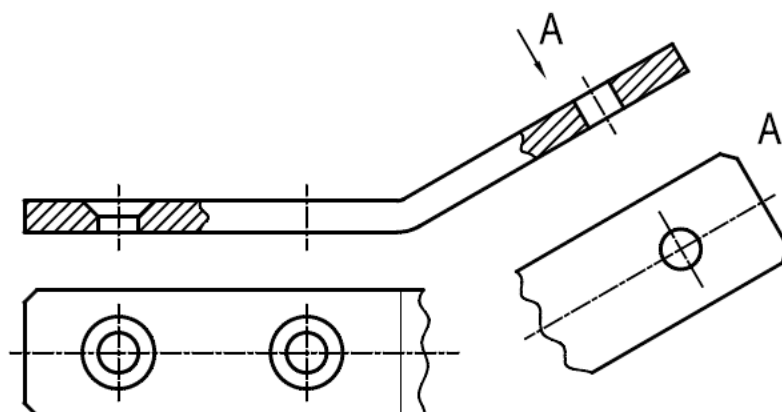


67. ábra Résznézet

5.2.4 Nézetrendtől eltérő elhelyezésű résznézet

Vetületi ábrázolásban a ferde felületek a merőleges vetítés miatt torzultan jelentkeznek. Ennek elkerülése érdekében ez a rész olyan vetítési segédsíkon ábrázolható, amely az ábrázolandó felülettel párhuzamos. Erre képezzük az ábrázolandó tárgy rész torzulásmentes részvetületét (68. ábra).

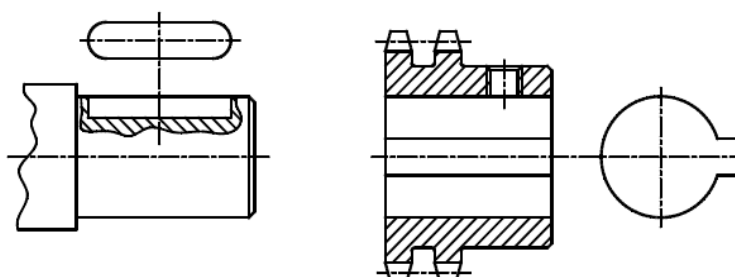
A nézési irányt vékony szárú nyíllal jelöljük és nagybetűvel azonosítjuk a résznézettel.



68. ábra Nézetrendtől eltérő elhelyezkedésű résznézet

5.2.5 Helyi nézet

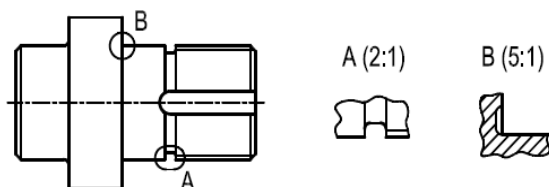
Egyszerű tagozódású horony, tárcsák hornyos furatait nézet helyett elegendő annak csak a lényegi részét mutató ún. helyi nézettel ábrázolni. A helyi nézetet az adott rajz vetítési módjától függetlenül amerikai vetítési mód szerint, folytonos vastag (A típusú) vonallal rajzoljuk és a főnézethez vékony pontvonallal (G típus) kapcsoljuk (69. ábra).



69. ábra Helyi nézet

5.2.6 Nagyobb léptékű, kiemelt részlet

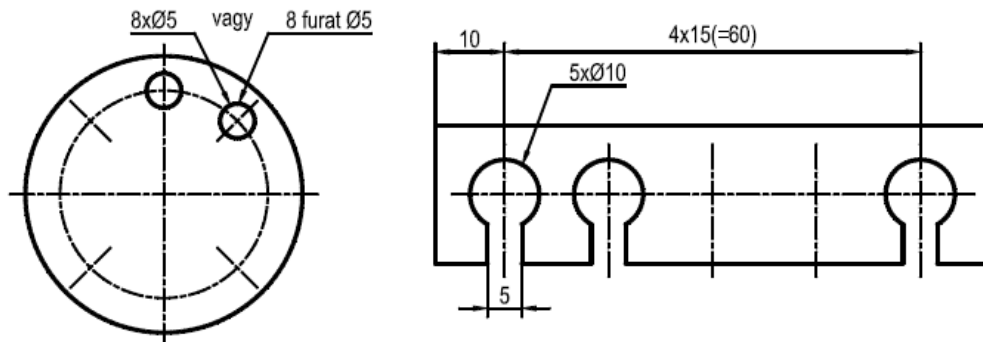
Gyakran az alkalmazott fő méretarány miatt a rajz egyes részletei nem részletezhetőek megfelelően. Ebben az esetben ezt a részt (részeket) az ábra közelében nagyobb léptékben kell megrajzolni. A kiemelendő részt folytonos vékony (B típusú) vonallal körül kell határolni és nagybetűvel azonosítani a 70. ábra szerint.



70. ábra Kiemelt résznézet

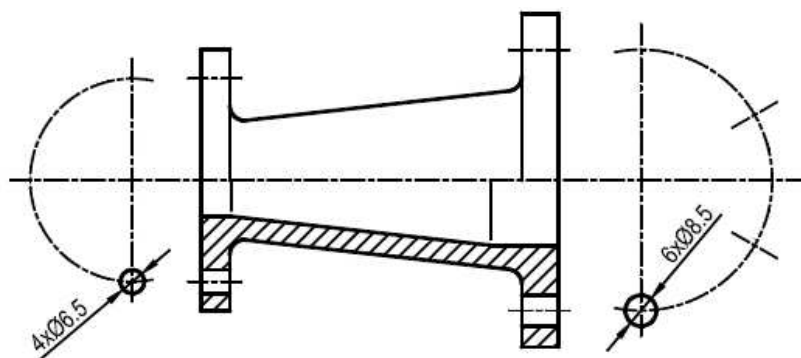
5.2.7 Ismétlődő alakzatok egyszerűsített ábrázolása

Ismétlődő alakzatokat úgy lehet egyszerűsítve ábrázolni, hogy az ismétlődő alakzatok számát és fajtáját mérettel vagy szöveggel adjuk meg (71. ábra).



71. ábra ismétlődő alakzat egyszerűsített ábrázolása

Gyakorlatban gyakran alkalmazott egyszerűsítési lehetőség a befordított lyukkörök, osztókörök ábrázolása.

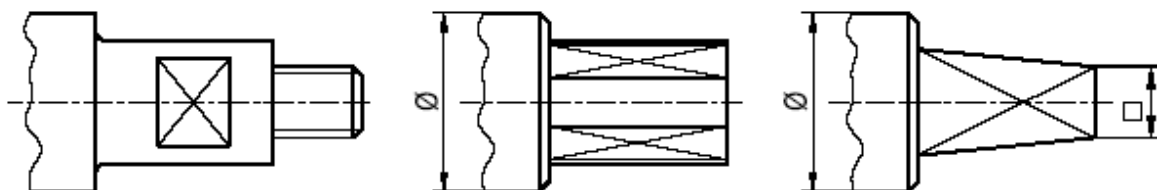


72. ábra Befordított lyukkör

5.3 Különleges ábrázolási módok

5.3.1 Síkfelület jelölése

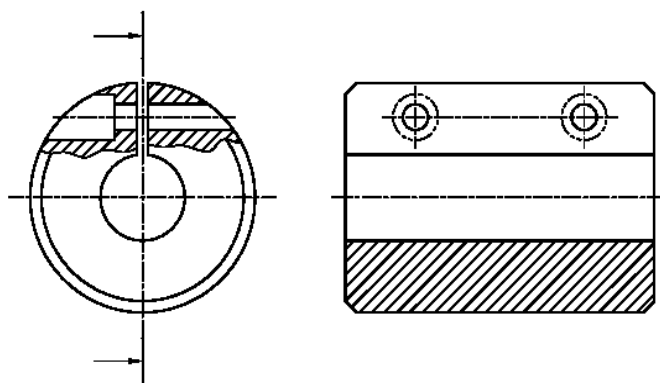
Nézetszám csökkentést érhető el a mérethez kapcsolódó alakjelek alkalmazásával, illetve a síkfelületek folytonos vékony (B típusú) vonallal rajzolt átlókkal történő jelölésével (73. ábra).



73. ábra Síkfelület jelölése

5.3.2 Metszősík előtti részek

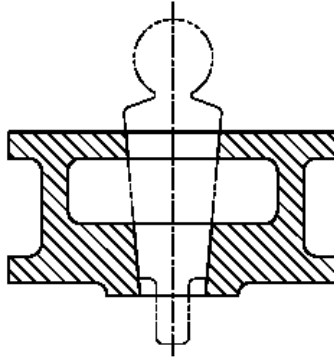
A metszősík előtti részeket vékony két pont-vonallal (K típusú) kell jelölni (74. ábra).



74. ábra Metszősík előtti rész ábrázolása vékony két pont vonallal

5.3.3 Csatlakozó alkatrészek

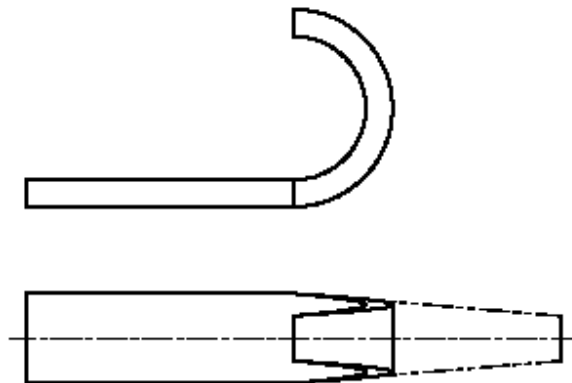
A csatlakozó alkatrészt vékony két pont-vonallal (K típusú) kell jelölni (75. ábra).



75. ábra Csatlakozó alkatrész jelölése vékony két pont vonallal

5.3.4 Eredeti (alakítás előtti) körvonal

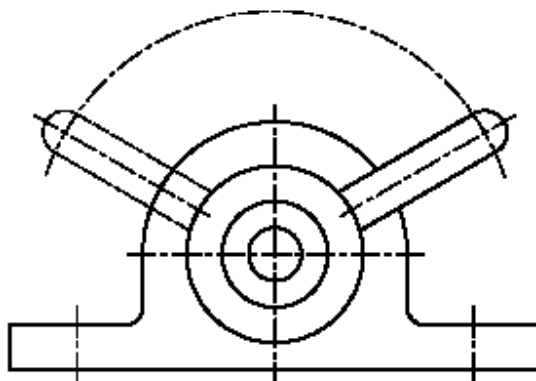
Ha a tárgy eredeti alakját is szükséges megadni (pl. méretmegadáshoz), akkor azt vékony két pont-vonallal (K típusú) lehet ábrázolni (76. ábra).



76. ábra „Kiterített” nézet

5.3.5 Mozgó alkatrészek szélső helyzete

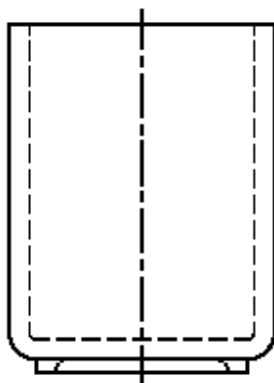
Szélső állásokban ábrázolt mozgó alkatrész egyik véghelyzetét megrajzoljuk, míg másik véghelyzetének körvonalát vékony két pont-vonallal (K típusú) ábrázoljuk (77. ábra).



77. ábra Szélső helyzet ábrázolása vékony két pont vonallal

5.3.6 Áttetsző vagy átlátszó tárgyak ábrázolása

Minden áttetsző vagy átlátszó tárgyat átlátszatlanként kell ábrázolni (78. ábra), kivéve a műszerek kijelzőjének üvegborítását.



78. ábra Áttetsző tárgy ábrázolása

5.3.7 Színek alkalmazása

A műszaki rajzokon színek használata nem ajánlatos. Ha azonban az ábra megértéséhez szükséges a színek használata, akkor azok jelentését az ábrában vagy a megfelelő dokumentumban meg kell adni.

6 Méretmegadás műszaki rajzokon

Az alkatrész egyértelmű meghatározásához nem elég az alak bemutatása, a rajzon a méreteket és az előállításához szükséges egyéb előírásokat is meg kell adni. A méretmegadás általános előírásait a műszaki rajz összes fajtájára az MSZ ISO 129:1992 szabvány tartalmazza. A szabvány meghatározása szerint a **méret**: mértékegységgel, számszerűen megadott érték, amit vonalakkal, jelekkel, megjegyzésekkel lehet kiegészíteni (pl.: $\varnothing 20$; R10; $12 \pm 0,1$; 60°). Rajzainkon a tervezési követelményeknek megfelelően az összes méretet meg kell adni. Ezeket megváltoztatni, hiányzó méretet – még ha a rajzról lemérhető is -, megállapítani és pótolni nem szabad.

6.1 A méretmegadás általános előírásai

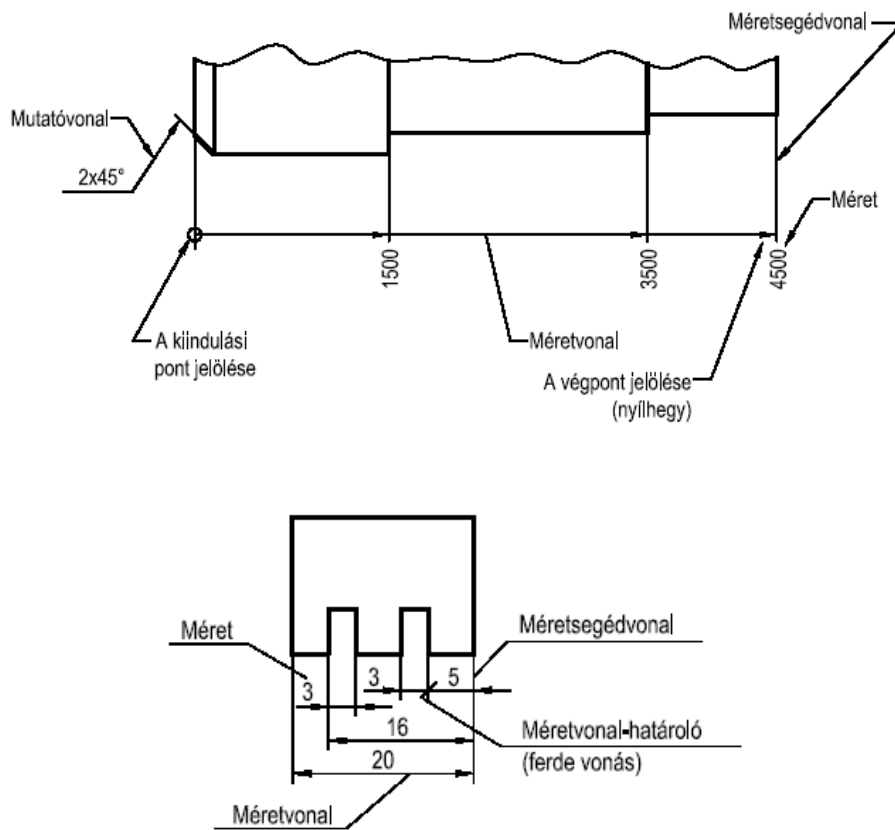
A méretek helyes megadásához a rajzok egyértelműségének biztosításához be kell tartani a következőket:

- Az alkatrész vagy szerkezeti egység meghatározásához szükséges összes méretet meg kell adni a rajzon.
- Minden méretet csak egyszer kell feltüntetni.
- A méreteket azon a nézeten vagy metszeten kell megadni, amely a legjellemzőbben ábrázolja az alakzatot.
- Azonos dokumentáció rajzai egyféle mértékegységgel készüljenek. A mértékegységet (pl.: mm) ebben az esetben nem kell feltüntetni. Ha ez nem egyértelmű, akkor a mértékegységet a rajzon megjegyzésben kell megadni.
- Ha más mértékegység is van a rajzon (pl.: Nm), akkor azt fel kell tüntetni a méret mellett.
- A rajzon csak az alkatrész vagy a végtermék meghatározásához szükséges méreteket kell megadni.
- Általában csak egy méret határozza meg az alkatrész alakzatait. Kivételt lehet tenni ott, ahol szükséges kiegészítő méreteket megadni a gyártás közbeni fázisaiban, vagy ahol tájékoztató méret megadása előnyös.
- A gyártási folyamatot vagy az ellenőrzési módszert nem kell előírni, csak ha az a megfelelő működés vagy a cserélhetőség szempontjából szükséges.
- A működés szempontjából fontos méreteket, ahol lehetséges közvetlenül kell megadni.
- A működés és elhelyezkedés szempontjából nem lényeges méreteket a gyártás és ellenőrzés szempontjából a legmegfelelőbb módon kell elhelyezni.

6.2 A méretmegadás elemei

A méretmegadás elemei a következők (79. ábra):

- méretsegédvonal,
- méretvonal,
- méretvonal-határoló: méretnyíl, ferde vonás,
- a méretvonal kiindulási pontja,
- a méretvonal végpontja (nyílhegy),
- méret: méretszám,
- méretjel,
- mutatóvonal.

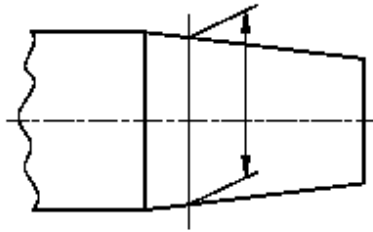


79. ábra Méretmegadás elemei

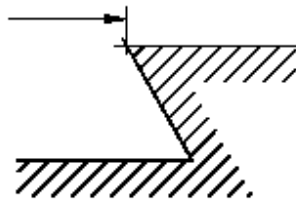
6.2.1 Méretsegédvonalak, méretvonalak és mutatóvonalak

A méretsegédvonalakat, a méretvonalakat és a mutatóvonalakat folytonos vékony vonallal kell rajzolni az MSZ ISO 128 szabvány szerint.

A méretsegédvonalakat úgy rajzoljuk, hogy kissé nyúljanak túl a méretvonalon (79. ábra). A méretsegédvonalakat a megadni kívánt részre merőlegesen kell elhelyezni. Szükség esetén el lehet helyezni ferdén is, de ebben az esetben is párhuzamosak legyenek egymással (80. ábra):

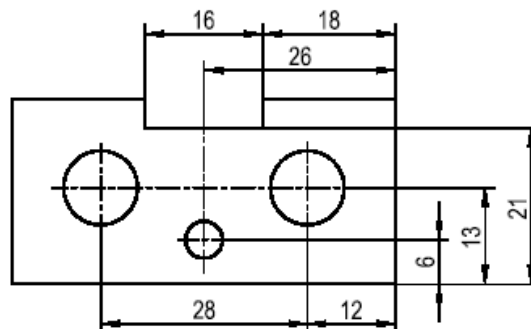


80. ábra Ferde helyzetű méretsegédvonal



81. ábra Méretsegédvonal túlnyúlása a méretvonalhoz képest

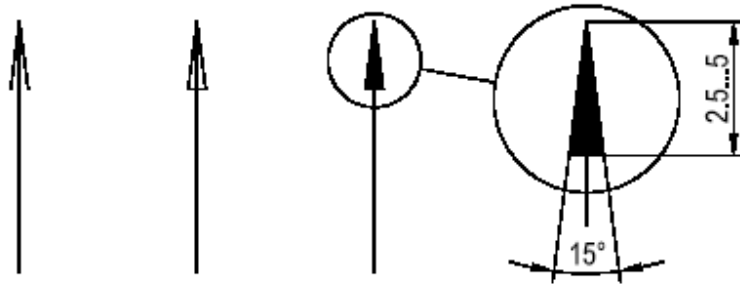
Metsződésnél a méretsegédvonalak egy kissé túlnyúlnak a metsződési ponton a 81. ábra szerint. A méretsegédvonalak és méretvonalak általában ne messék egymást és más vonalakat. Ökölszabályként elmondható, hogy a rövidebb méretek helyezkedjenek a vetülethez közelebb, így elkerülhetjük a vonalkeresztződést. Ha ez mégsem kerülhető el, akkor egyik vonal se legyen megszakítva. (82. ábra)



82. ábra Méretsegédvonalak és méretvonalak elhelyezése

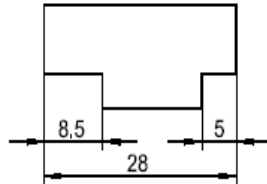
Méretvonal-határoló, végpont és kiindulási pont ábrázolása

A méretvonal végződéseit nyílhegygel vagy ferde vonással kell határolni. A nyílhegy gépészeti rajzokon 15° -os szöget bezáró rövid vonalakkból áll. A méretnyíl lehet nyitott, zárt és feketített a 83. ábra szerint. Hossza a rajzon alkalmazott vonalvastagság 6-8-szorosa, de legalább 2.5 mm legyen.



83. ábra Méretnyíl kialakítási módok

Ha elegendő hely áll rendelkezésre méretnyílat kell alkalmazni méretvonal-határolóként. Ha a hely korlátozott, akkor a méretnyílat a méretvonal végződésén kívül kell elhelyezni a méretvonal meghosszabbításán a 84. ábra szerint:

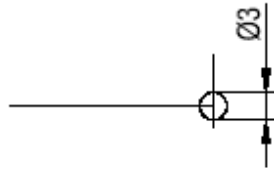


84. ábra Méretnyíl elhelyezési lehetőségei

Ha a méretnyíl elhelyezésére korlátozott hely áll rendelkezésre, akkor azt ferde vonással helyettesíthetjük. Az úgynevezett ferde vonás mérethatároló elem a méretsegédvonalakkal 45° -os szöget bezáró rövid vonal (85. ábra):



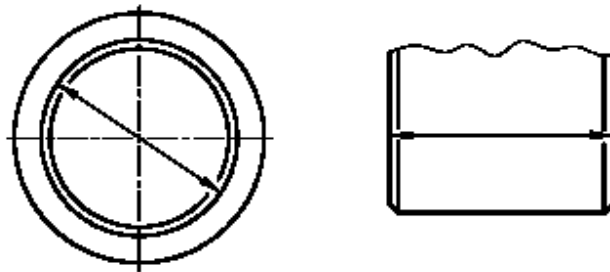
85. ábra Ferdevonús mérethatároló elem méretei



86. ábra Méretkör mérete

Úgynevezett abszolút mérethálózat esetében a bázistól induló méretek kiindulási pontját kb. 3 mm átmérőjű kis üres körrel jelöljük (86. ábra).

Méretezéskor általánosan betartandó szabály, hogy a méretnyíl semmilyen vonal nem keresztezheti. Kontúrvonal és méretnyíl találkozásánál a kontúrvonalat meg kell szakítani (87. ábra).



87. ábra Kontúrvonal és méretnyíl találkozásása

6.3 Méreték jelölése a rajzon

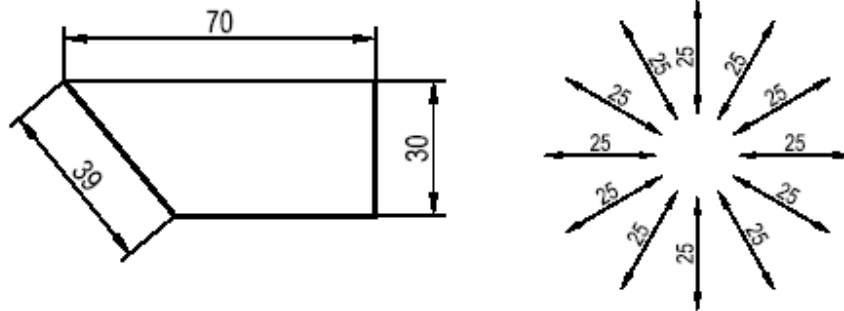
A méreteket a rajzokon olyan nagyságú felirattal kell megadni, amelyek jól olvashatók akár az eredeti rajzon, akár a másolaton.

A méretszámok szabvány szerintiek (MSZ EN ISO 3098 sorozat), általában 3,5 mm nagyságúak, a tűrések 2,5 mm magasak.

A méretet a rajzon vonalak ne keresztezzék, ne válasszák szét. A méretek elhelyezésére két lehetőség van. Egy rajzon belül azonban csak egyféle módszert szabad alkalmazni.

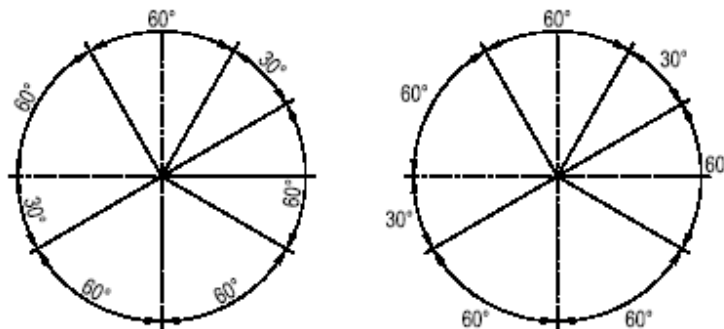
6.3.1 **1. módszer:** A méretvonallal párhuzamos méretelhelyezés

Ennél a megoldásnál a méret a méretvonallal párhuzamosan, a méretvonal felett, attól kis távolságra és lehetőleg középen helyezkedjen el. A méretet alulról, vagy jobbról olvashatóan kell elhelyezni a rajzon (88. ábra):



88. ábra Méretszámok elhelyezése (1. módszer)

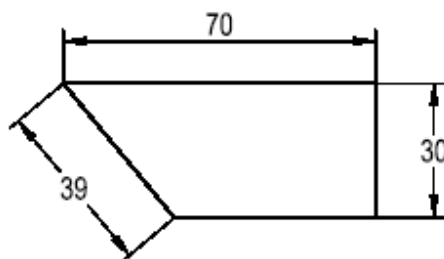
Szögek méretmegadása a 89. ábra valamelyik módszere szerint kell, hogy történjen.



89. ábra Szögméret megadási lehetőségei (1. módszer)

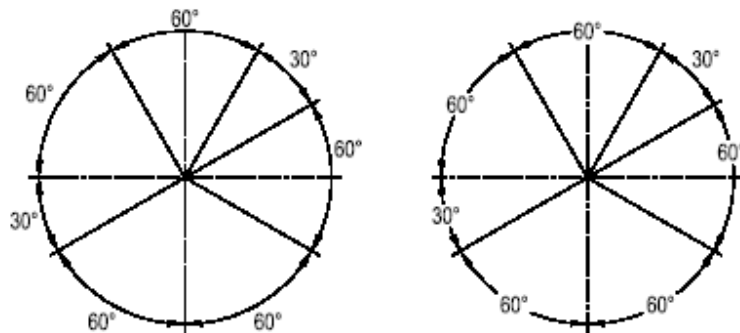
6.3.2 2. módszer: Vízszintes méretelhelyezés

Ennél a módszernél a méreteket (alulról olvashatóan) lehetőleg vízszintesen kell elhelyezni. A nem vízszintes méretvonalakat meg kell szakítani, és a hézagba alulról fölfelé olvashatóan kell a szögértéket feltüntetni (90. ábra).



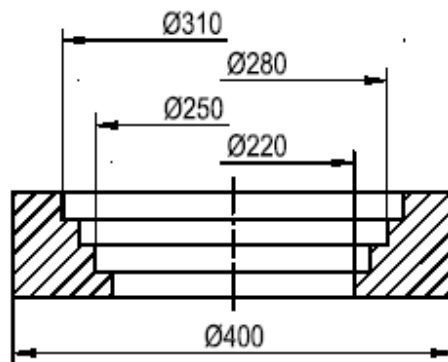
90. ábra Méretszámok elhelyezése (2. módszer)

A szögértékeket ennél a módszernél a 91. ábra szerint kell elhelyezni.



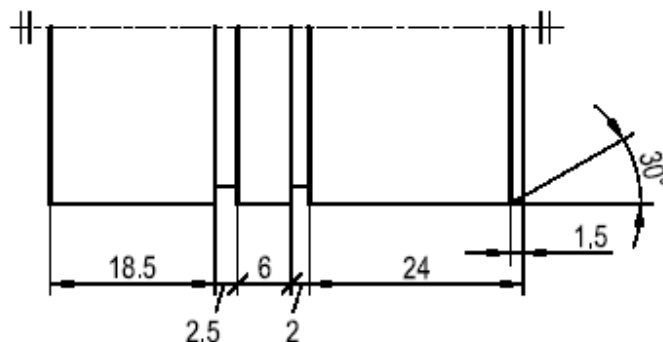
91. ábra Szögméret megadási lehetőségei (2. módszer)

A méreteket szükség esetén elhelyezhetjük más módon is. Ahol a méretvonalnak csak egy része is elegendő, ott a méretvonal végéhez közel rajzolhatjuk a méretet. Így elkerülhető a hosszú méretvonal alkalmazása (92. ábra).



92. ábra Hosszú méretvonalak kerülése

Kevés hely esetén a méretvonal meghosszabbított végződése fölött célszerű a méretet elhelyezni (93. ábra – 1,5 mm-es méret).



93. ábra Méretszám méretvonalon kívüli elhelyezése

Ha a méret számára a méretvonal között túl kevés a hely, a méretszám mutatóvonal segítségével is elhelyezhető, a rajz olvasási irányának megfelelően (93. ábra 2.5 mm-es és 2 mm-es méretek).
Ha a nem vízszintes méretvonal megszakításában nem helyezhető el a méret, akkor a méretvonal vízszintes irányú meghosszabbítása fölé rajzoljuk (94. ábra).

6.4 Alakhoz kapcsolódó méretek

A mérethez kapcsolódó alakjelek alkalmazásával nézetszám csökkentés érhető el.

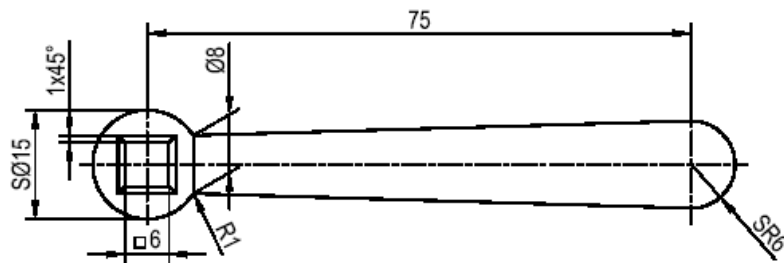
∅ - Átmérő

SR - Gömbsugár

R - Sugár

S∅ - Gömbátmérő

□ - Négyzet



94. ábra □ jel alkalmazása

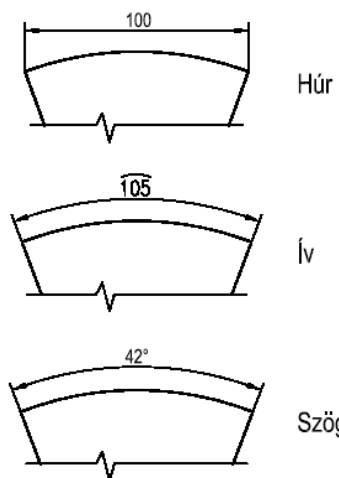
6.5 Különleges méretmegadások és egyszerűsítések

Húrok, ívek és szögek méretét a 95. ábra szerint adhatjuk meg.

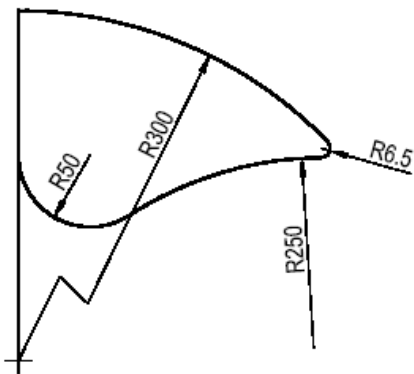
Ha az ív középpontja kívül esik a rendelkezésre álló helyen, akkor a sugár méretvonalát meg kell törni vagy meg kell szakítani a középpont érzékeltetése miatt (96. ábra).

Ha a sugár mérete más méretekből számítható, akkor elegendő csak az R jelképpel ellátott nyílazott sugarat feltüntetni, méret nélkül (97. ábra).

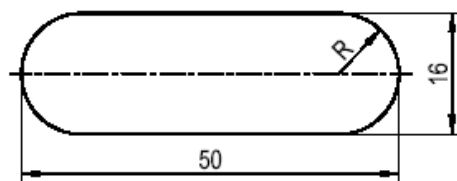
Szabálytalan görbe felülettel határolt alkatrész méreteit a görbe kontúrvonal koordinátaméreteivel adjuk meg (99. ábra)



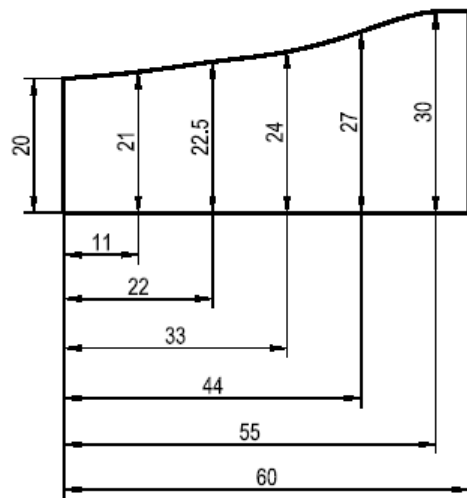
95. ábra Húrok, szögek, ívek méretmegadása



96. ábra Rajzhatáron kívül eső sugár középpontjának ábrázolása

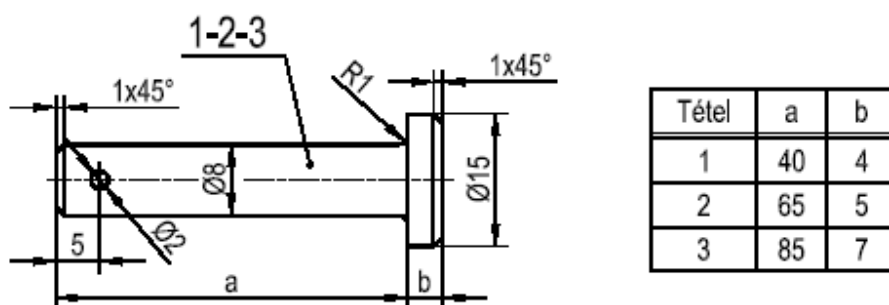


97. ábra Kiadódó sugár méretszámát nem kell jelölni



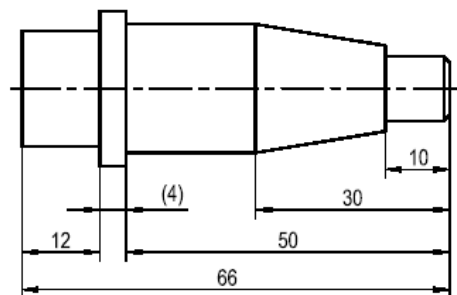
98. ábra Szabálytalan görbe méretmegadása

Alkatrészek méretsorozata ábrázolható egy rajzon is úgy, hogy a változó méreteket a rajzon betűvel jelöljük, a megfelelő számértékeket pedig az ábra mellett elhelyezett táblázatban adjuk meg (99. ábra).



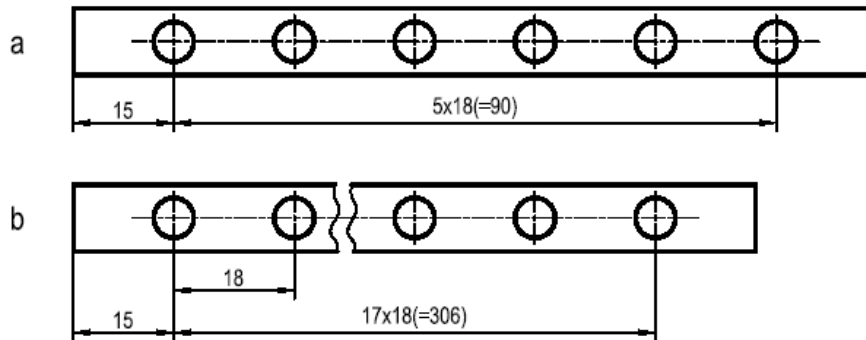
99. ábra Változó méretek táblázatos méretmegadása

Szükség esetén a rajzon megadhatók olyan kiegészítő ill. tájékoztató méretek is, amelyek a rajz értelmezését megkönnyítik, de az alkatrész elkészítéséhez és ellenőrzéshez nem használhatók. Az ilyen méretet - ha megadjuk -, zárójelben kell elhelyezni. (100. ábra)



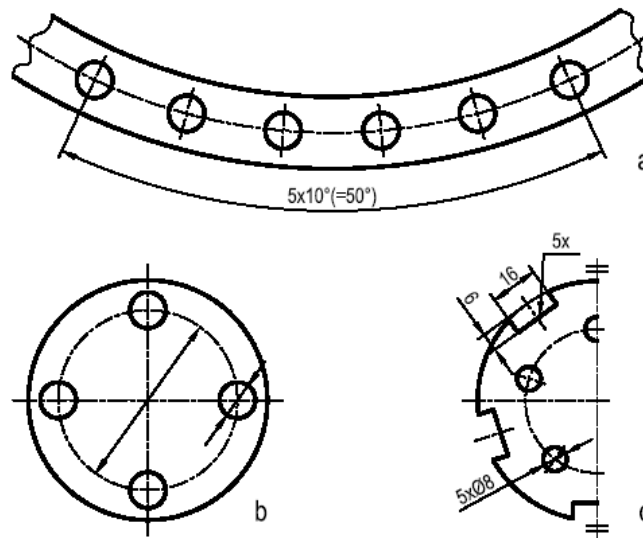
100. ábra Tájékoztató méret megadása

Egyenlő távolságra levő alakzatok, vagy azonosan elhelyezett elemek esetén a méretezést egyszerűsíteni lehet (101. a ábra). Ha a távolságok hossza és az osztások száma nem egyértelmű, akkor az egyik távolságot méretezni kell a 101. b ábra szerint.



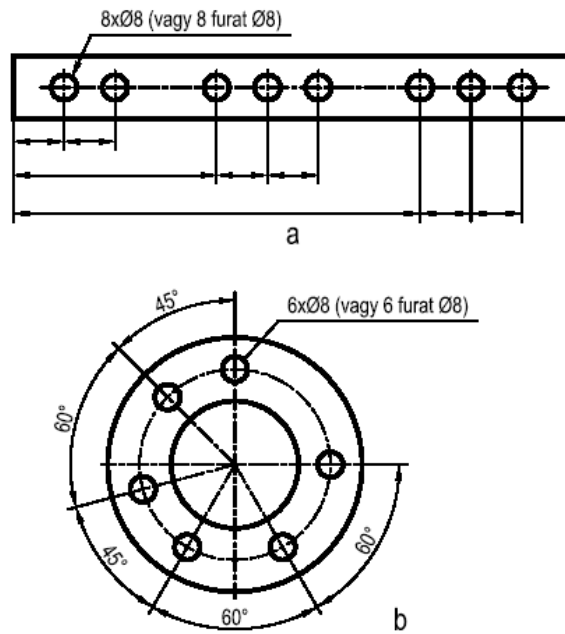
101. ábra Egyenlő osztású alakzat méretezése

Az egyenlő osztásra levő furatok vagy más alakzatok szöggel történő méretezése esetén az osztások szögértékeit elhagyhatók, ha az a rajzon egyértelmű (102. b ábra). Kör mentén elhelyezkedő alakzatok méretezését közvetve kell megadni az elemek számának feltüntetésével.



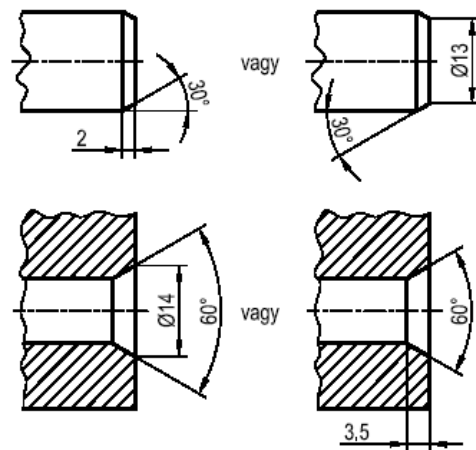
102. ábra Ismétlődő méretek megadása

Ismétlődő alakzatok, mint például azonos méretű furatok, az azonos méretek ismétlése nélkül is méretezhetőek (103. ábra).

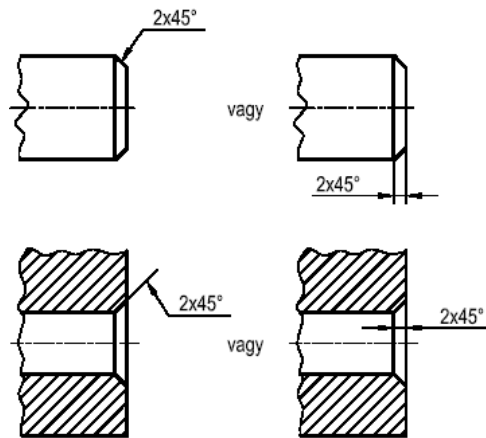


103. ábra Ismétlődő azonos méretű furatok méretmegadása

Az élettörések méretezési lehetőségeit szemlélteti a 104. és 105. ábra.



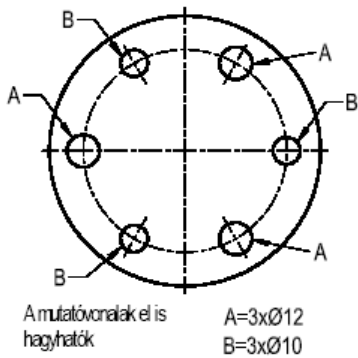
104. ábra Élettörések méretezési lehetőségei



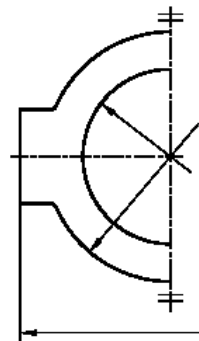
105. ábra 45°-os élettörés méretezési lehetőségei

Az azonos méretek ismétlődésének elkerülésére, azonosító betűket lehet alkalmazni, amelyeket magyarázó táblázatban vagy megjegyzésben pontosítani kell (106. ábra).

Szimmetrikus alkatrészek egyszerűsített ábrázolását mutatja a 107. ábra ábra.

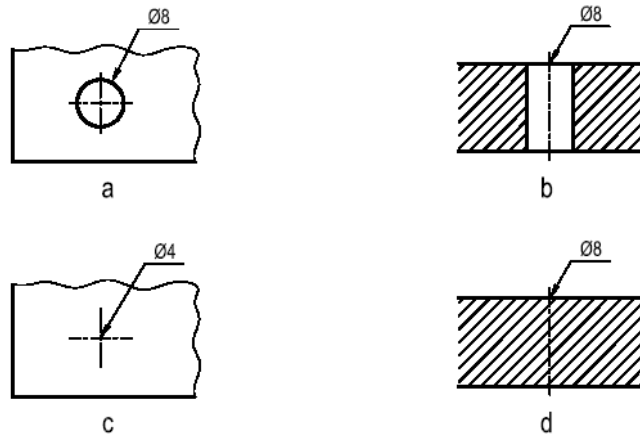


106. ábra Ismétlődő azonos méretek

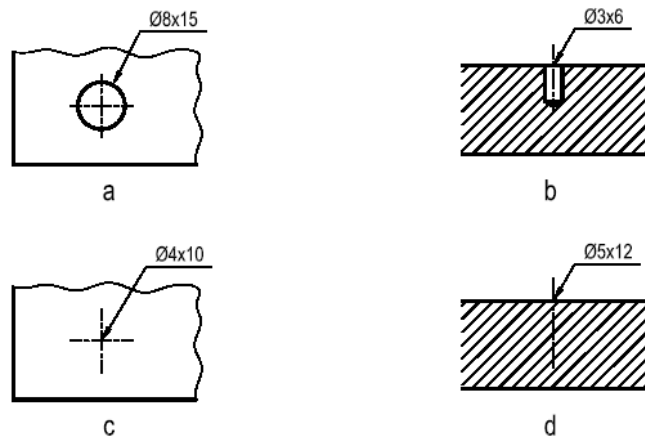


107. ábra Szimmetrikus alkatrész egyszerűsített ábrázolása esetén történő méretmegadás

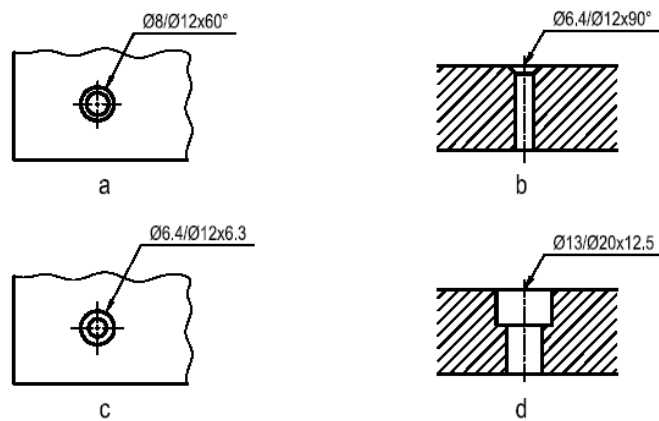
Kisméretű furatokat ($d \leq 6$), és jelképesen ábrázolt furatokat egyszerűsített méretezéssel is elláthatóak (108., 109. és 110. ábra).



108. ábra Egyszerűsített furatméret megadás

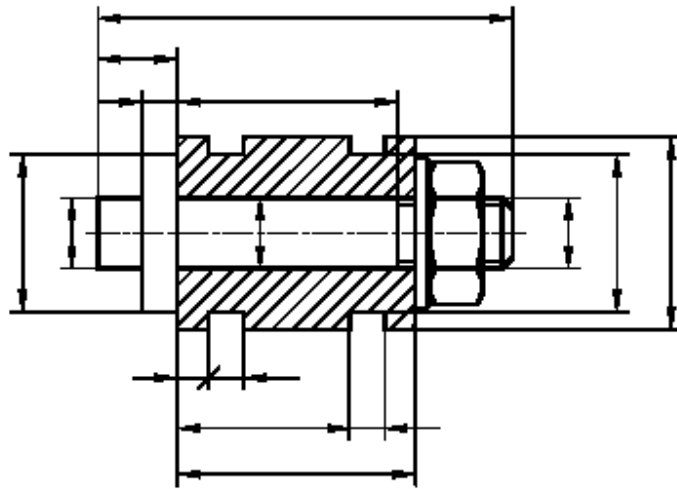


109. ábra Egyszerűsített zsákfuratméret megadás



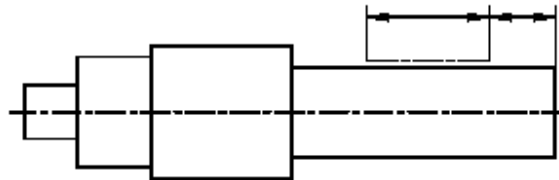
110. ábra Egyszerűsített süllyesztetfuratméret megadás

Beméretezett összeállítási illetve rész-összeállítási rajzon az egyes alkatrészek méretcsoportjait egymástól elkülönítve ábrázoljuk (111. ábra).



111. ábra Beméretezett részösszeállítási rajz

Különleges felületkikészítés jelölésekor (például felületi érdesség, edzés stb.) területet vagy hosszúságot és a helyet, a felülettől kis távolságra (kb. a kontúrvonal vastagságának kétszeresére, de min. 0,7 mm-re), és azzal párhuzamosan feltüntetett vastag pontvonallal kell jelölni. Ha a különleges követelmény forgásfelületre vonatkozik, akkor a jelölést elegendő csak az egyik oldalon megadni (112. ábra).

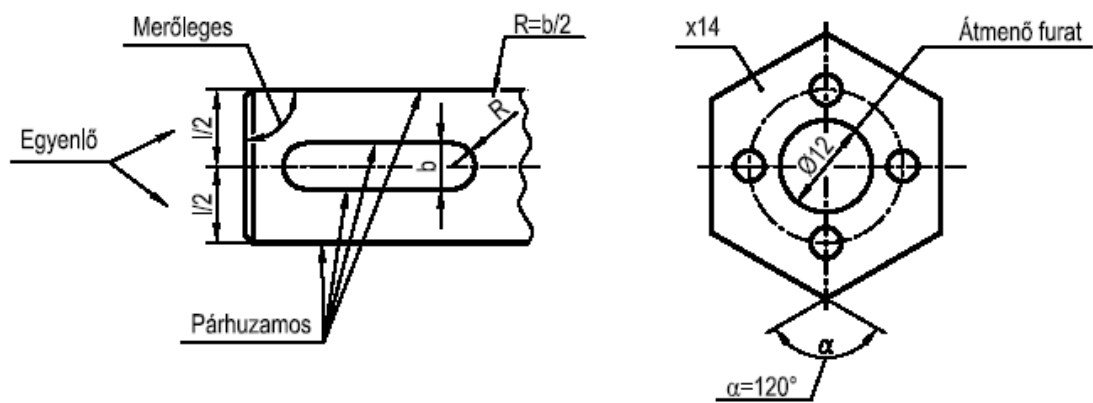


112. ábra Felületkikészítés jelölése

Magától értetődő méretet, amely az ábrázolásból egyértelműen meghatározható, nem kell a rajzon megadni, hacsak nincs erre különleges ok, pl. tűrésezés (113. ábra).

Magától értetődő méretek:

- a merőlegesnek rajzolt élék vagy felületek merőlegessége;
- a párhuzamosan rajzolt élék, középvonalak vagy felületek párhuzamossága;
- a szabályos hatszög szögei;
- az adott távolságú, párhuzamos egyeneseket összekötő félkör sugara,
- a középvonallal felezett méretek névleges félméretének egyenlősége;
- a furat átmenő jellege, ha a rajzon a mélysége nincs beméretezve;
- a szimmetrikus alkatrészek egyik félvetületén megadott méreteinek a másik félvetülettel való azonossága.

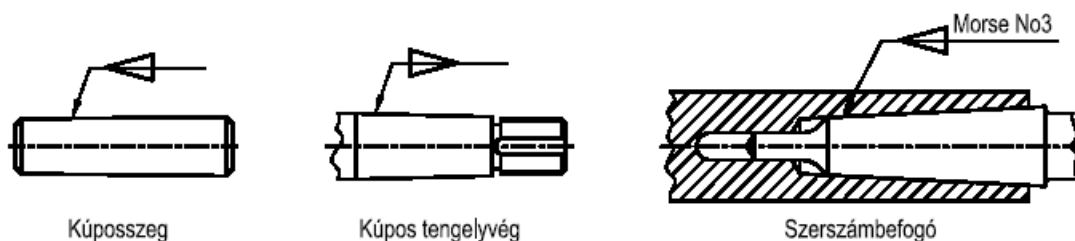


113. ábra Magától értetődő méretek

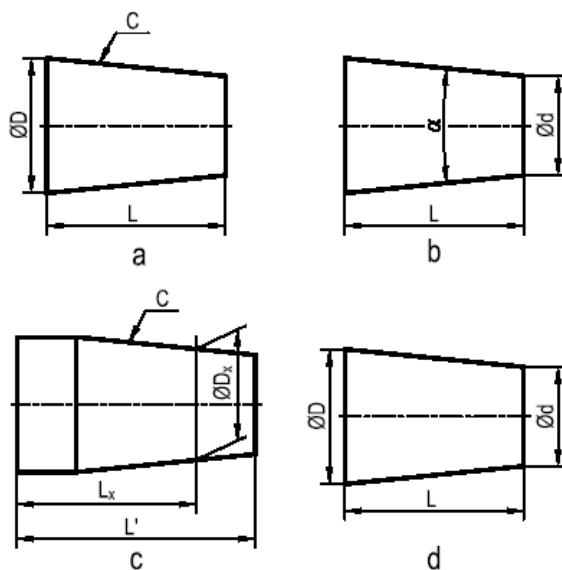
6.6 Kúpos és lejtős tárgyrészek méretmegadása

A gépalkatrészek kialakított kúpos felületek feladata többnyire a felületelemek vezetése, a központosítás és a rögzítés (erőzáró kapcsolat). Faiparban jellegzetes kúpos alkatrész pl. egyes szerszámok kúpos befogószára ill. csatlakozó hüvelye (114. ábra).

A kúpok meghatározásához csak annyi méretet kell megadni, amennyi az egyértelműséghez szükséges. Tájékoztatásul zárójelben kiegészítő méretek (pl. a félkúpszög) is megadhatók (115. ábra)



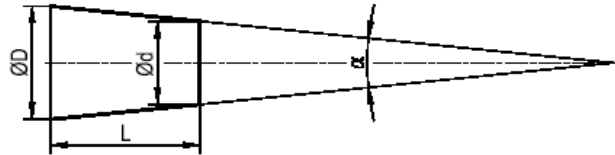
114. ábra Kúpos alkatrészek



115. ábra Kúposág méretezési lehetőségei

A kúposág mérőszáma a kúp két keresztmetszetében az átmérők különbségének és a közöttük levő távolságnak a hányadosa (116. ábra). A kúposág a következő képlettel fejezhető ki:

$$C = \frac{D - d}{L} = 2 \tan \frac{\alpha}{2}$$



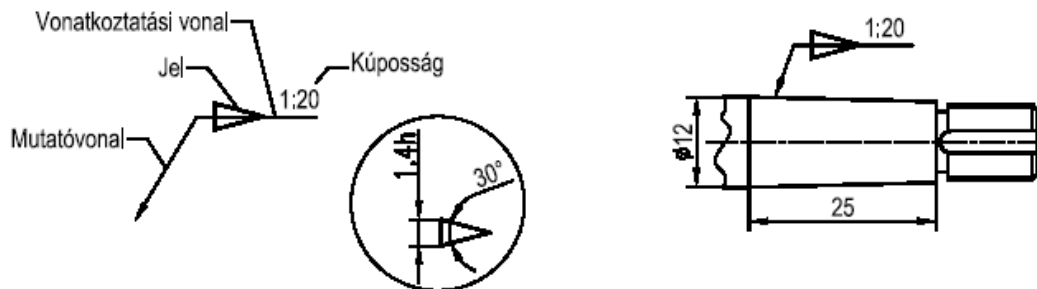
116. ábra Kúposság mérőszámának értelmezése

A kúposság megadható 1:x aránnyal (pl. 1:5), törtalakban (pl. 1/5) vagy kúpszöggel történő méretezéssel.

További ritkábban alkalmazott lehetőségek a kúposság előírására:

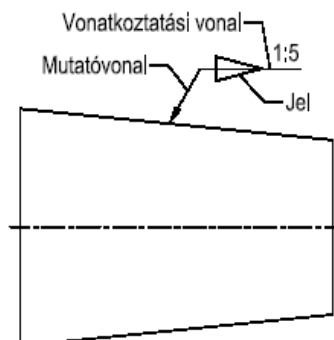
- a viszonyszám fordítottja (pl. 0,2:1);
- százalékos forma (pl. 20%) ;
- kúpszög radiánban való megadása (pl. 0,6 rad).

A kúpot mutatóvonalra (vonatkozási vonalra) helyezett jellel kell megadni (MSZ ISO 3461-2). A jel irányítottságának egybe kell esnie a kúp irányítottságával (117. ábra).



117. ábra Kúposság megadása

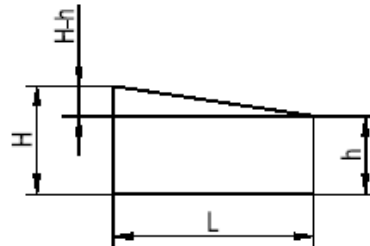
A kúp jelét és a kúposságot a kúpfelület közelében kell megadni, és a vonatkozási vonalat mutatóvonalal kell a kúp körvonalával összekötni. A vonatkozási vonalat a kúp középvonalával párhuzamosan kell rajzolni (118. ábra).



118. ábra A vonatkozási vonal helyes jelölése

Szabványos kúpok (például Morse vagy metrikus kúp) esetében a kúpsorozat számával is megadható a kúposság (MSZ ISO 1119).

A *lejtés* egy síkfelület ferdeségét jellemzi valamely alapsíkhoz (vagy tengelyvonalhoz) viszonyítva (119. ábra).

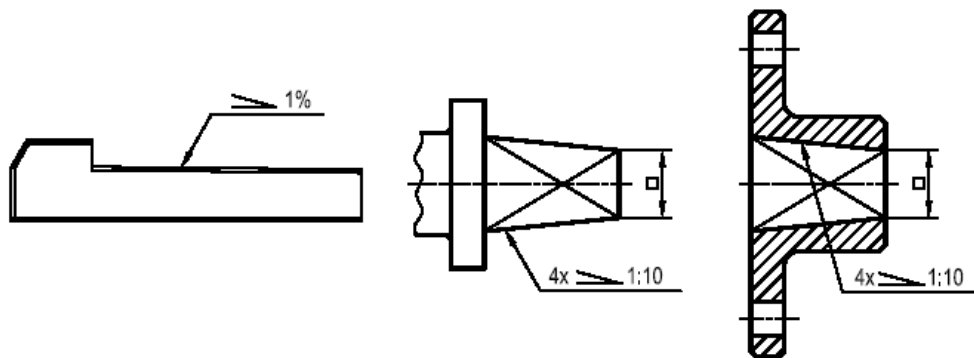


119. ábra Lejtés értelmezése

A lejtés mérőszáma a lejtő két keresztmetszetében a magasságok különbségének és a közöttük levő távolságnak a hányadosa:

$$\text{Lejtés} = \frac{H - h}{L}$$

A lejtés méretmegadása a méretszám vonalvastagságával rajzolt jellel (nyitott derékszögű háromszög alak), a kúposságnál leírtakkal egyező (120. ábra).



120. ábra Lejtés megadási példák

6.7 A mérethálózat felépítése

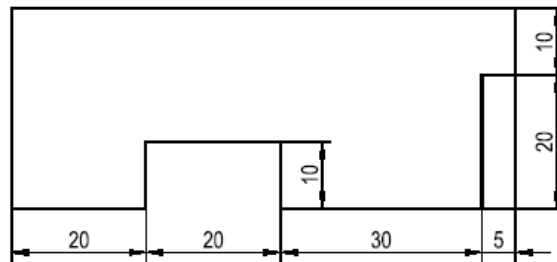
A műszaki ábrázolásnak a helyes ábrázolás mellett, fontos feladata még, hogy pontosan feltüntesse az előállítandó munkadarab méreteit is. Egy alkatrész rajzon megadott méreteinek összessége a mérethálózat.

Alkatrészrajzon minden gyártáshoz szükséges méretet meg kell adni. Minden méretet azonban csak egyszer szabad feltüntetni a rajzon, annak ellenére is, ha esetleg több nézetben, illetve metszeten is szerepel. Általános szabály, hogy a legtöbb méretet az előnézetben adjuk meg, a külső

méreteket általában nézeteken, míg a belső (üregek méretei) méreteket metszeteken szokás megadni. A takart éleket reprezentáló szaggatott vonalakhoz történő méretezést kerülni kell. A méretek elhelyezési rendszere szerint különböző méretezési módokat különböztetünk meg:

6.7.1 Soros mérethálózat

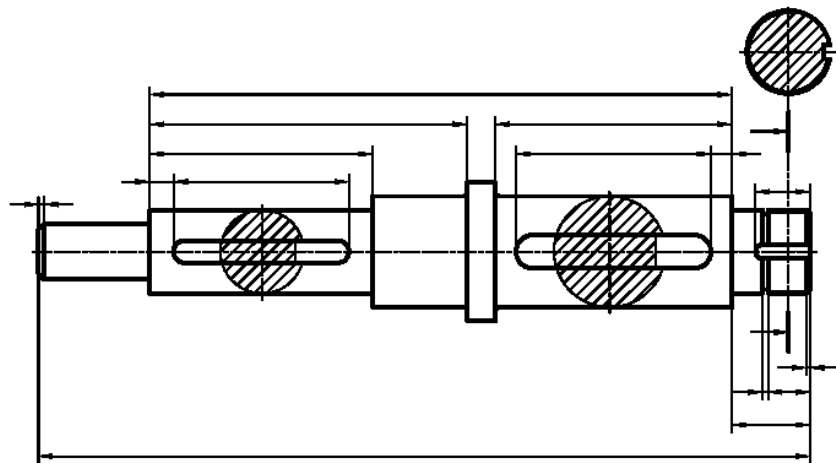
A méreteket egymásután, láncszerűen tüntetjük fel. a méretezési rendszer előnye egyszerűsége, ezáltal könnyű áttekinthetősége. Hátránya viszont a módszernek, hogy az egymást követő méretek túrésezése, értelmezési problémákat vethet fel.



121. ábra Soros méretháló

6.7.2 Bázistól induló méretezés

Gyártási, vagy működési szempontból gyakran egy adott felülettől, úgynevezett bázisfelülettől adjuk meg a méreteket. Ennek a méretezésnek az előnye, hogy a mérettúrések értelmezése egyértelmű.



122. ábra Párhuzamos méretmegadás

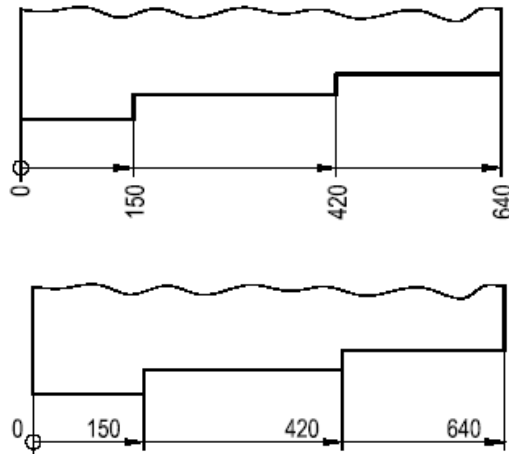
A bázistól induló mérethálózat elhelyezése szerint lehet:

- o párhuzamos méretmegadás, amelynél az egyes méretvonalakat egymással párhuzamosan rajzoljuk, egymástól olyan távolságra, hogy a méretszámokat elférjenek (122. ábra).

- o közös méretvonalról induló méretezés, amely a párhuzamos méretmegadás egyszerűsítése, és minden méretvonal kiindulópontja azonos.

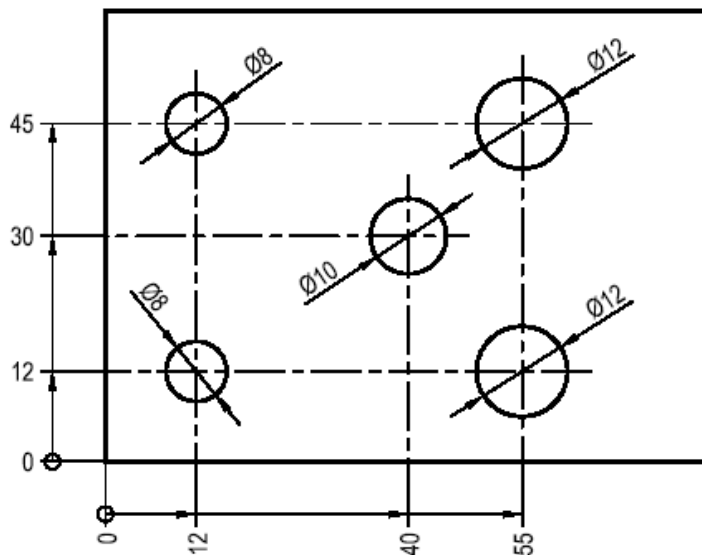
A közös alapvonalról induló méretezésnél a méretek elhelyezése kétféle módon történhet:

- méretnyíl közelében a méretvonal felett, olvashatóság alulról felfelé (123. ábra);
- méretsegédvonalnál, olvashatóság jobbról balra (123. ábra).



123. ábra Közös méretvonalról induló méretezés

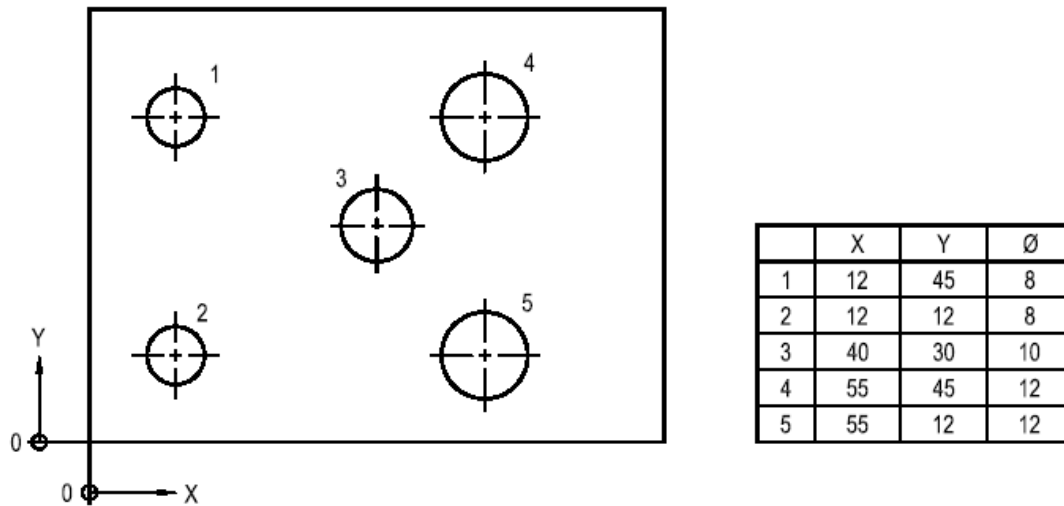
A közös alapvonalról történő méretezést lehet két irányban is alkalmazni (124. ábra).



124. ábra Két irányban alkalmazott közös alapvonalról induló méretezés

6.7.3 Koordinátás méretezés

Egyes esetekben a méretvonalakkal és méretsegédvonalakkal felépített méretháló helyett koordinátás méretmegadást alkalmazhatunk. Ebben az esetben meg kell adnunk a koordináta tengelyeket illetve táblázatos formában a koordinátákat (125. ábra).



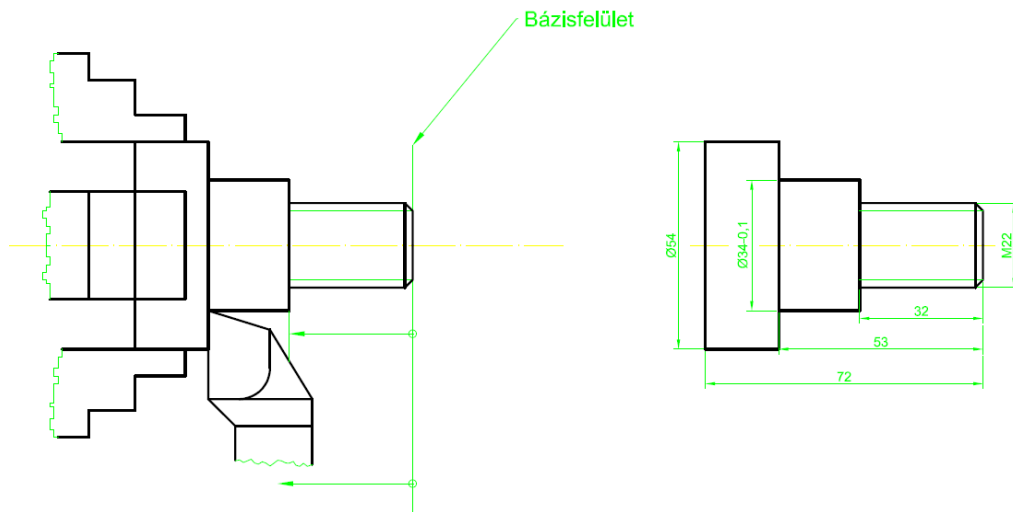
125. ábra Koordinátás méretmegadás

6.7.4 Méretezés a gyakorlatban

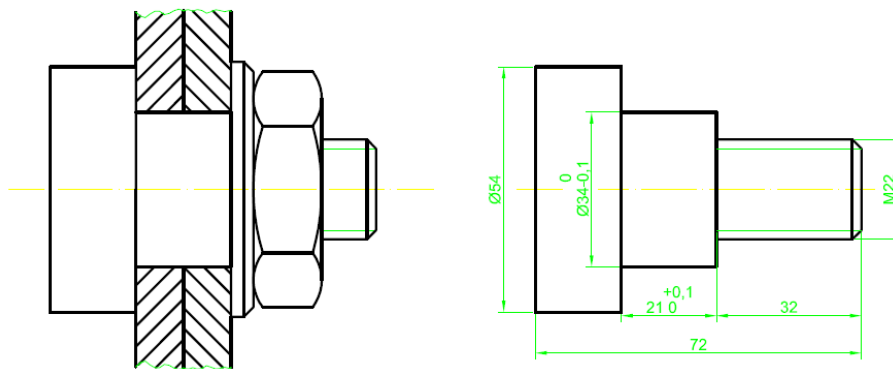
Gyakorlati feladatok megoldásának ritkán –általában csak egyszerű feladatok esetén– tudunk tisztán soros vagy párhuzamos mérethálózatot alkalmazni. Leggyakrabban a két rendszert vegyesen használjuk fel.

A gyakorlatban fő feladatunk, hogy a méretezési célnak megfelelő mérethálózatot alakítsunk ki. Elősegítve a rajz olvasóját feladatának végrehajtásában, legyen az gyártási, összeszerelési, ellenőrzési vagy bármilyen más cél. Ennek eléréséhez gyakran a rajzi ismeretek mellett mélyebb szakmai, például gyártástechnológiai ismeretekre is szükségünk van.

Hogy azonos alkatrész méretezése hogyan térhet el, erre mutat példát a 126. és 127. ábra.

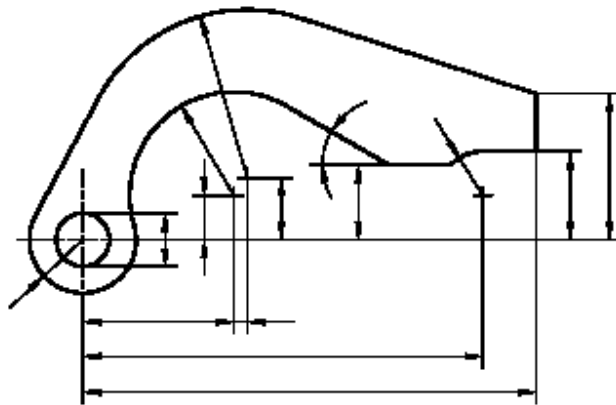


126. ábra Mérethálózat felépítése gyártási célra

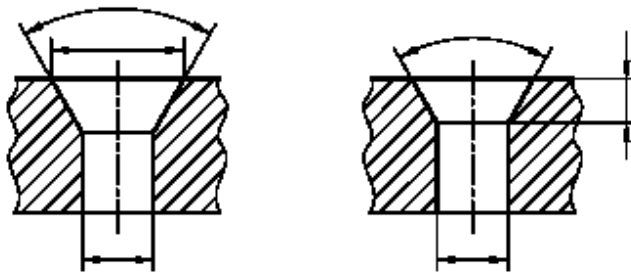


127. ábra Mérethálózat felépítése funkció „működés” megadására

Gyakorlatban gyártás előkészítéshez gyakran olyan méreteket is meg kell adni, melyek a végleges munkadarabon nem vagy csak nehezen mérhetőek. Ilyen méretek például az ívek, lekerekítési sugarak középpontjainak koordinátái



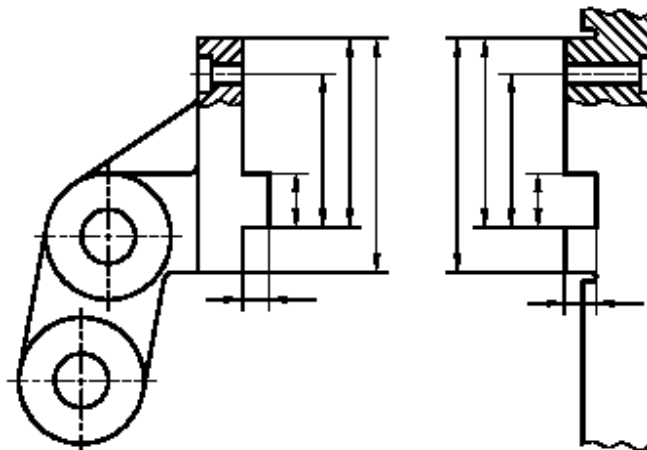
128. ábra Ívek középpont koordinátáinak méretezése



129. ábra Süllyesztett furat méretmegadási lehetőségei

Süllyesztett furat méretezése esetén bár a 129. ábra szerinti mindkét méretezés helyes, gyakorlati szempontból (oszlopos fúrógép tokmánysüllyesztés méretskála) a második megoldás, a süllyesztés mértékének megadása a jobb.

Csatlakozó alkatrészeket célszerű illesztett, azonos bázistól méretezni (130. ábra)



130. ábra Csatlakozó alkatrészek méretezése

6.8 Felületi érdesség jelölése MSZ ISO 1302:2002

A megmunkált felületek, legyen szó akár fémekről, műanyagokról vagy fáról, sohasem tökéletesen simák, hanem azokon kiálló részek és bemélyedések, kitörések figyelhetők meg. Ezeket a felületi egyenetlenségeket érdességnek nevezzük. Az érdesség létrejöttének különböző okai lehetnek: az anyagban lévő diszkontinuitások, a ridegtörés különböző formái, az anyagban lévő üregek (pl. faanyagok), a szerszám élének véges lekerekítési sugara, a szabad vágás jelenségét kísérő lokális deformációk, stb.

A felület jellemzéséhez, rajzon történő jelöléséhez szükséges bizonyos alapfogalmak ismerete.

Mértani felületnek nevezzük a munkadarab rajzán az ábrával és méretekkel meghatározott felületet.

A valóságos felület az elkészült munkadarabot határoló felület, amely az anyagot a környezetéből elválasztja. A valóságos felület a mértani felület megközelítése, ettől való eltérése a helytől függően különböző. Az eltérések nagyságát a munkadarab, a készülék, a szerszámgép és a szerszám, illetve ezek kölcsönhatása szabja meg.

A különféle mérőeszközökkel a valóságos felületet csak bizonyos közelítéssel tudják érzékelni. A mérés eredménye az észlelt felület.






Az egyenetlenség a tényleges felületnek egy célszerűen választott, a ráfekvő felülettel egyenközű mértani felülethez viszonyított kiugrásai és bemélyedései. (Ráfekvő felület: a névleges felület alakjával azonos alakú felület, amely a valóságos felülettel érintkezik és a test anyagán kívül úgy helyezkedik el, hogy a vonatkoztatási hossz határain belül közte és a valóságos felület legtávolabbi pontja között az eltérés a legkisebb legyen.)

A munkadarab felületének eltérése a mértani felülettől többféle lehet, ezek közül itt csak a következőkkel foglalkozunk:

Alak makro hibája: a valóságos felület eltérése a mértani felület (névleges felület) alakjától (pl.: kör alakhiba).

Hullámosság: a felületnek viszonylag nagy térközű, ismétlődő felületi egyenetlensége, amelynek hullámmélysége a hullámhosszhoz viszonyítva kicsi.

Érdesség: a munkadarab valóságos felületének viszonylagos kis térközű, különböző jellegzetes mintázatot mutató ismétlődő egyenetlensége.

Alakeltérés (profil szerelvény, torzítva ábrázolva)	Példa az eltérés jellegére	Példák az előidéző okokra
1. az alak makrohibái 	Siklápúsági hiba Kör alakhiba	Hiba a szerszám gép vezetékelben, a gép vagy a munkadarab behajlása, a munkadarab hibás befogása, edzési elhúzóadás, kopás
2. hullámosság 	Hullámok	A maró külpontos befogása vagy alakhibája, a szerszám gép vagy a szerszám rezgései
3. 	Barázdák	A szerszám forgácsoló élének alakja, a szerszám előtölése vagy fogásvétele
4. 		
5. egyszerű eszközökkel nem ábrázolható	Érdesség	Hornyok Pikkelyesedés Gödrösség
6. egyszerű eszközökkel nem ábrázolható	Szövet-szerkezet	Kristályosodási folyamatok, a felület elváltozása kémiai hatásra (pl. pácolás), korróziós folyamatok
	Az anyag rács-szerkezete	Az anyag kialakulásában szerepet játszó fizikai és kémiai folyamatok, feszültségek és elcsúszások a kristályrácsokban
1...4. alatti alakeltérések összetevődése		

7. Táblázat Munkadarab felületének jellemzése

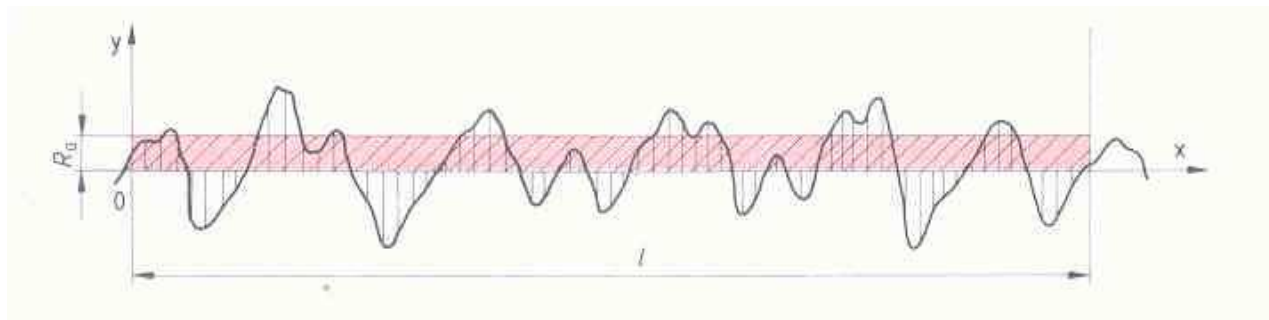
A munkadarab felületének mérése történhet vonalmentén és történhet felületmentén.

Mindkét esetben használhatunk érintésmentes (például optikai) és érintésmentes (például tapintótűs) mérési eljárást.

A vonalmentén mért profilok kiértékelése hosszabb múltra tekint vissza, és sok szabványosított felületi érdesség jellemző szám létezik. Ezek közül leggyakrabban az átlagos érdesség R_a , és egyenetlenség mélység R_z mérőszámokat alkalmazzák. Fontos hangsúlyozni, hogy az adott célnak megfelelően műszaki rajzokon más szabványosított érdességi jellemzőt alkalmazhatunk, sőt nagyobb cégek belső szabványaikban definiált jellemzőket is.

Átlagos érdesség R_a (131. ábra): az észlelt profil pontjainak átlagtávolsága a középvonaltól az alaphosszon mérve:

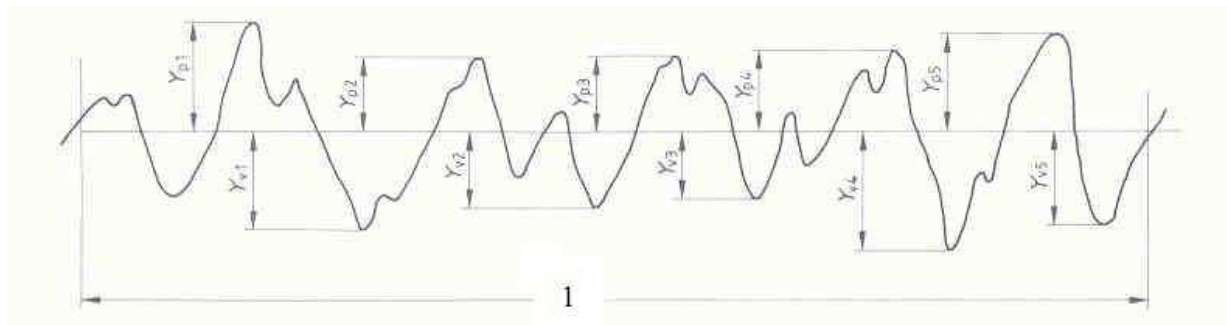
$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y| dx$$



131. ábra Átlagos érdesség R_a (l – alaphossz)

Egyenetlenségmélység R_z (132. ábra): az alaphosszon mért öt legnagyobb kiemelkedési magasság (y_{p_i}), és öt legmélyebb profilvölgy (y_{v_i}) távolság képlet szerinti átlaga:

$$R_z = \frac{(y_{p1} + y_{p2} + y_{p3} + y_{p4} + y_{p5}) + (y_{v1} + y_{v2} + y_{v3} + y_{v4} + y_{v5})}{5}$$



132. ábra Egyenetlenségmélység R_z (1 – alaphossz)

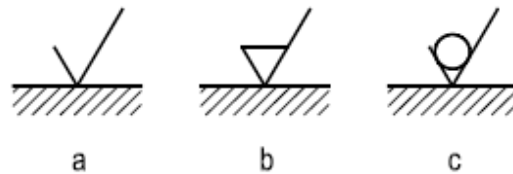
A 133. ábra különböző felületi profilokat, és hozzá tartozó felületi érdességi paramétereket mutat. Mint látható kopási, vagy kenési szempontból teljesen különbözően viselkedő profilok, rendelkezhetnek azonos R_z , illetve R_a értékkel. Ezért is fontos, hogy a felhasználási célnak megfelelően válasszuk ki, a felületi érdességi jellemzőt.

Felületi profil	Anyagtartalom görbe	Felületi érdesség jellemző							
		R_{max}	R_z	R_a	R_p	M_r/t_p	R_k	R_{pk}	R_{vk}
		5	5	1	1	75%	·	·	·
		5	5	1	4	15%	·	·	·
		5	4,5	1	2,5	20%	3	1,5	0,5
		5	4,7	1	1	85%	1	0,2	3,8
		5	2,8	0,4	0,4	90%	0,2	0,5	4,3
		5	4	1	3,5	20%	2	2	1

133. ábra Különböző profilok érdességi jellemzőinek összehasonlítása

(R_{max} - maximális érdesség mélység; R_p – érdesség profilhegy magasság; M_r/t_p - anyagtartalom; R_t – profilmélység; R_k – anyagtartalom magrésze; R_{pk} – redukált kiemelkedés magasság; R_{vk} – redukált bemélyedés mélység.)

Egy rajzon az összes felület érdességét meg kell adni. A felületminőség rajzjeleit és kiegészítő jelöléseit a műszaki rajzokon az MSZ EN ISO 1302 szabvány tartalmazza. A felület érdességét rajzon az érdesség alapjelével, az érdesség számértékével és – esetenként – a felület érdességének egyéb kiegészítő adataival határozzuk meg.



134. ábra Felületi érdesség jelek

Az érdesség alapjele két, nem egyenlő hosszúságú egyenes vonalból áll, amelyek 60° -os szöget zárnak be a felületet ábrázoló vonallal (134. a) ábra). Ez a jel önmagában „vizsgált felületet” jelent, és nem ír elő követelményeket a felületi érdesség nagyságára.

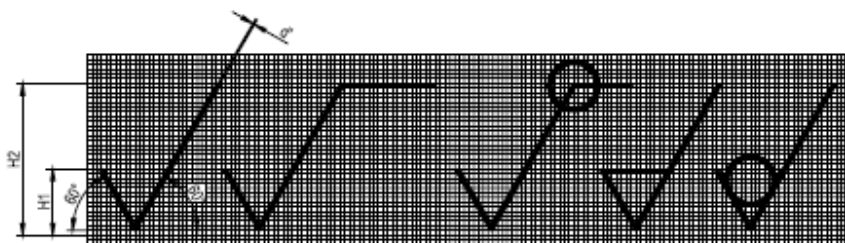
A felületi érdességi alapjelnek megkülönböztetünk még két változatát, aszerint, hogy a felületet milyen eljárással munkálták meg.

Ha a megmunkálás anyageltávolítással (pl. forgácsolással) történik, az alapjelet a 134. b) ábra szerint kell rajzolni. Ez a rajzjel önmagában „megmunkálendő felület”-et jelent, és nem ír elő követelményeket a felületi érdességre.

A 134. c) ábrán látható rajzjelet akkor kell használni, ha az anyageltávolítás nincs megengedve (forgács nélküli megmunkálás). Ez a jel alkalmazható a gyártási folyamatra vonatkozóan annak jelölésére is, hogy a felületet az előző gyártási eljárásból eredő állapotában kell hagyni, függetlenül attól, hogy milyen gyártási eljárással keletkezett ez a felület.

A felületminőségi jellemzők megadásához a rajzjel hosszabbik ágát egy vonallal kell kiegészíteni. Ha ugyanazt a felületminőséget kell megadni egy alkatrész összetartozó rész felületein, akkor ezt a jelet még egy körrel kell kiegészíteni.

Az alapjelet és a kiegészítő jeleket a . ábra szerint kell rajzolni. Méretek a . táblázat szerint.

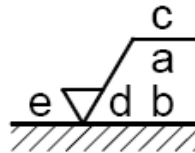


135. ábra Felületi érdességi jel kiegészítő jelei

Számok és betűk magassága, h	2.5	3.5	5
Jelek vonalvastagsága, d'	0.25	0.35	0.5
Betűk vonalvastagsága, d			
Magasság, H1	3.5	5	7
Magasság, H2 (minimum)	7.5	10.5	15

8. táblázat Felületi érdességi jel és kiegészítő jelek méretei

A felületminőség egyes előírásait a rajzjelen a 136. ábra szerint kell elhelyezni.



136. ábra Felületi érdességi jel adatszónái


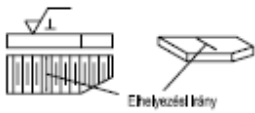

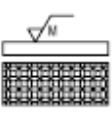
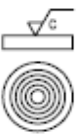
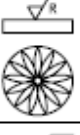

Az 'a' helyen adjuk meg az átlagos érdesség vagy az egyenetlenség magasság számértékét mikrométerben. A számértéket megelőzi a paraméter jele (R_a , R_z).

Az 'a' és 'b' helyen adhatjuk meg a felületi érdességi paraméter alsó és felső határát abban az esetben, ha az alsó határt is szabályozni kell.

A 'c' helyen adhatjuk meg a gyártási eljárás módját, kezeléseket (pl. hőkezelés), bevonatokat vagy más gyártási eljárási követelményeket.

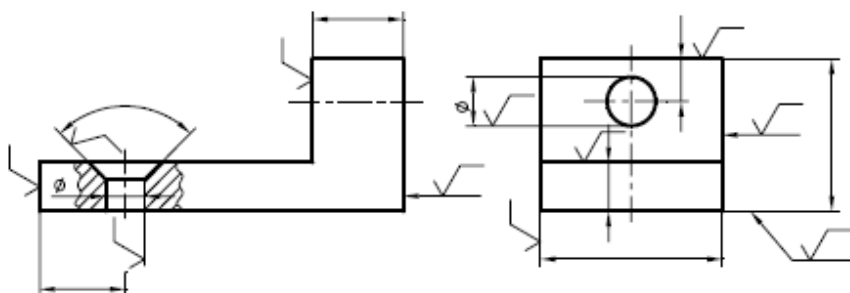
A 'd' helyen lehet megadni a megmunkálással kialakított felületi mintázatot (például szerszámnyomokat), megadva az elhelyezkedés irányát. Az általános felületi mintázatok jele és magyarázata a 11. táblázat szerint. Ha olyan felületi mintázatot kell megadni, amely nem határozható meg a táblázat jeleivel, akkor azt a rajzon kiegészítő megjegyzéssel meg kell adni.

Az 'e' helyen a megmunkálási ráhagyás értékét lehet megadni milliméterben.

Rajzjel	Értelmezés és példa
=	A barázdaírány annak a nézetnek a vetítési síkjával párhuzamos, amelyben a jel van 
⊥	A barázdaírány annak a nézetnek a vetítési síkjára vonatkoztatva merőleges, amelyben a jel van 
X	A mintázat annak a nézetnek a vetítési síkjára ferde irányban keresztelve, amelyben a jel van 
M	Többirányú mintázat 
C	A mintázat megközelítően kör alakú annak a felületnek a középpontjához viszonyítva, amelyben a jel van 
R	A mintázat megközelítően sugárírányú annak a felületnek a középpontjához viszonyítva, amelyben a jel van 
P	Szemcsés, nem irányított vagy rendezetlen mintázat 

9. táblázat Felületi mintázat jelölése

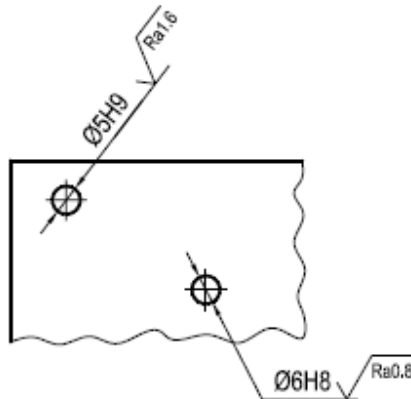
Az érdesség jelét arra a felületre kell rajzolni, amelyre vonatkozik. Rajzolható kontúrvonalra, nézetvonalra vagy méretsegédvonalra úgy, hogy a csúcsa a felületre mutasson. Az érdesség számértékét úgy kell felírni, hogy a rajz többi méretszámával, illetve feliratával azonos irányból legyen olvasható. Az érdesség jele a felülethez nyíllal kapcsolt mutatóvonal vízszintes szakaszán is elhelyezhető.



137. ábra Felületi érdességi jel elhelyezési lehetőségei

Az érdesség számértékét úgy kell felírni, hogy a rajz többi méretszámával, illetve feliratával azonos irányból legyen olvasható. Az érdesség jele a felülethez nyíllal kapcsolt mutatóvonal vízszintes szakaszán is elhelyezhető.

Kis méretben rajzolt felületek érdességi jele a méretvonalon is elhelyezhető, ha nem okoz félreértést, vagy a méretezéshez méretsegédvonalra nincs szükség. Ilyenkor az érdesség jelét a méretszám után kell feltüntetni a méretvonalon, vagy az ahhoz csatlakozó vízszintes vonalszakaszon



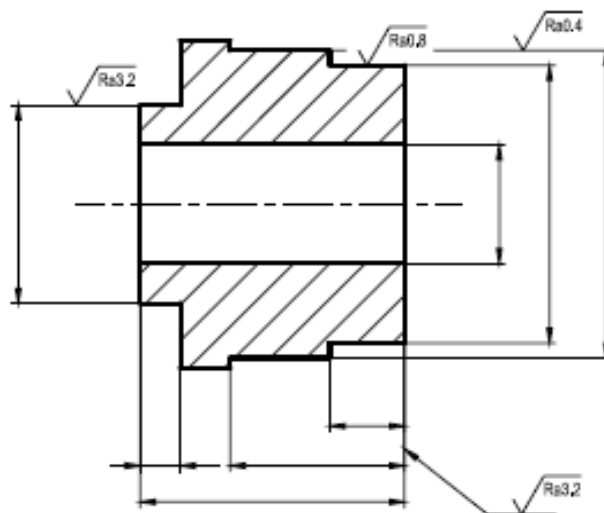
138. ábra Méretvonalon elhelyezett felületi érdességi jel

Eltakart felületet ábrázoló szaggatott vonalra csak akkor szabad érdességi jelet rajzolni, ha a méret is kivételesen ettől a vonaltól van megadva.

Az érdesség számértéke a 139. ábra szerint helyezkedik el, a vonatkoztatott felülettel párhuzamosan. A mérőszám általában 2,5mm magas, de legfeljebb akkora, mint a méretszám.

Az alkatrész minden egyes felületének érdességét csak egyszer kell meghatározni, függetlenül a vetületek számától és attól, hogy az ábrázolt felületet törés szakítja meg. Az érdesség jelét azon a felületen kell elhelyezni, amelyen a felület mérete is meg van adva, lehetőleg a méret közelében.

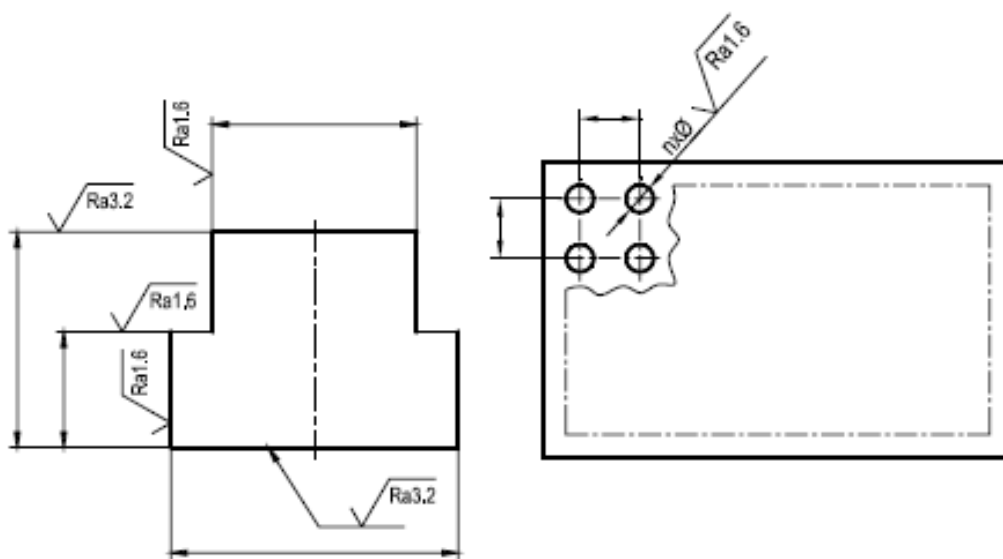
Az érdesség jelét és a hozzá tartozó számértéket semmilyen vonal nem keresztezheti, szükség esetén a vonalat meg kell szakítani. Forgásfelületeken elég az egyik alkotón megadni a felületi érdességet.



139. ábra Szimmetrikusan elhelyezkedő felületek érdességének jelölése

Az azonos érdességű, szimmetrikusan elhelyezkedő felületeken elegendő az érdesség jelét csak az egyik oldalon feltüntetni (140. ábra). A 140. ábrán pontvonalal határolt terület a kirajzolt részlet szerinti mintázattal készül.

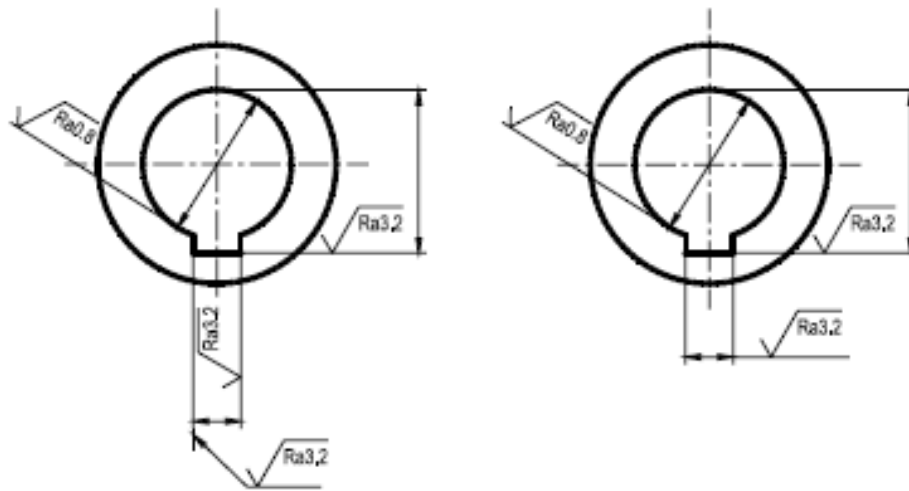
Ebben az esetben az érdesség jelét azon a részleten adjuk meg, ahol a méretek is megtalálhatók.



140.

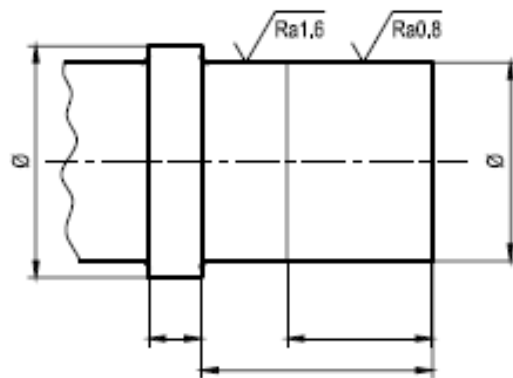
140. ábra Felületi érdesség egyszerűsített megadási lehetőségei

A reteszhorony oldalfalainak érdességét külön-külön kell ellátni érdességi jellel.



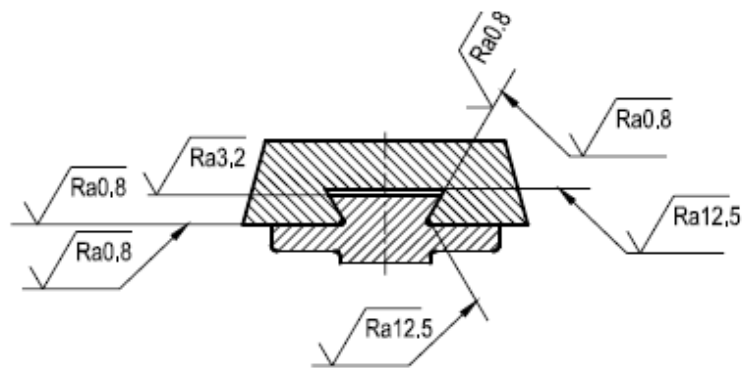
141. ábra Reteszhorony felületi érdességének megadása

Egy felületen előforduló eltérő érdességek megadását a 142. ábra szerint kell végezni.



142. ábra azonos névleges méretű, de különböző érdességű felületszakaszok érdességének jelölése

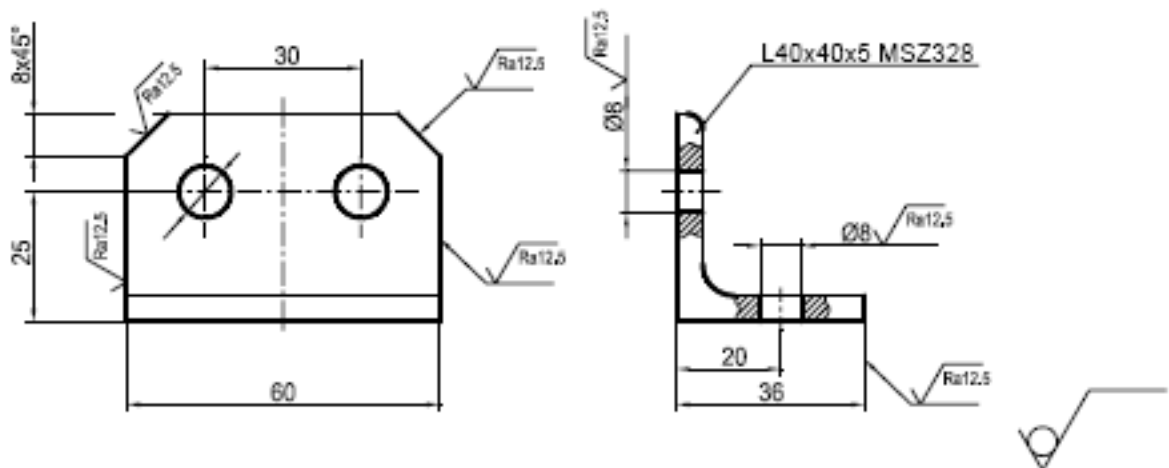
Méretezett összeállítási rajzon az alkatrészek illeszkedő felületén az érdességi jelet mindkét felületre külön-külön fel kell rajzolni. (143. ábra).



143. ábra Méretezett ördzeállítási rajzon történő felületi érdességmegadás

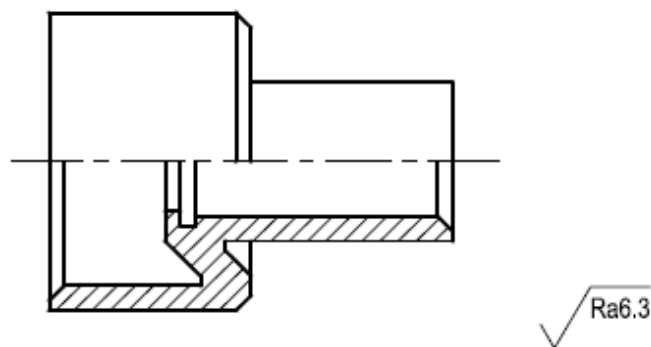
Egyszerűsítések az érdesség megadásában

Az érdességet nem kell azokra a felületekre megadni, amelyeknek az érdességét olyan szabvány vagy rajz írja elő, amelyekre az adott rajzon utalás van. A szabványos előgyártmányból készítendő alkatrésznek csak az utólag megmunkálendő felületein kell az érdességet megadni.



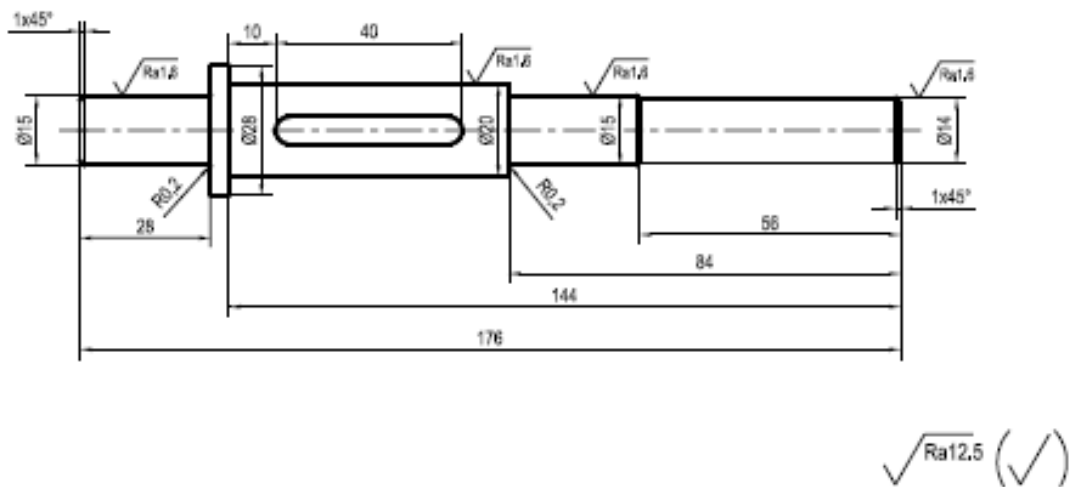
144. ábra Utólagosan megmunkált felületek felületi érdességének megadása

Ha az alkatrész összes felülete azonos megmunkálású, a felületi érdesség jele kiemelve adható meg a szövegmező feletti területen (145. ábra).



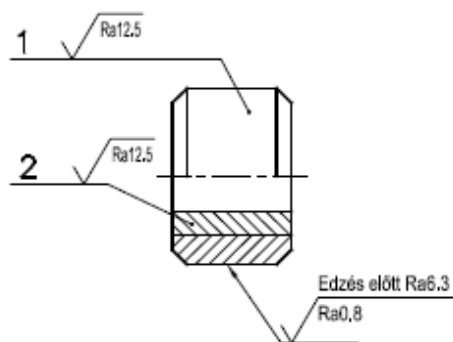
145. ábra Kiemelt felületi érdesség megadása

A kiemelttől eltérő felületeket a rajzon külön jelölni kell. Ebben az esetben a kiemelt felületi érdességi jel mellett zárójelbe tett érdességi alapjellel fel kell hívni a figyelmet az eltérő felületekre.



146. ábra Kiemelt érdességtől eltérő érdességtételek megadása

A kiemelt érdességi jel a tételszám mellett is megadható (147. ábra).



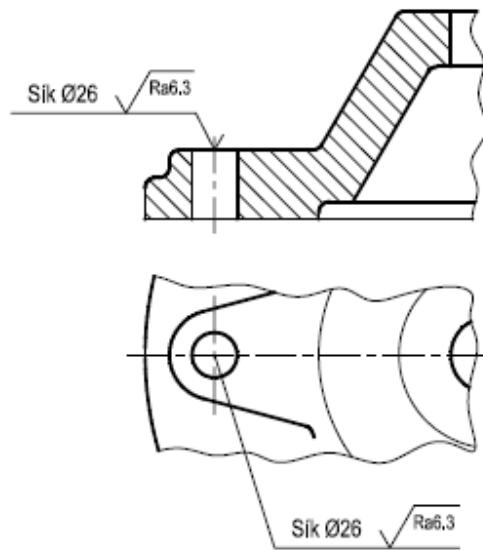
147. ábra Érdességi értékek megadása a tételszámokhoz kapcsolva

Csatlakozó felületek és letörések felületi érdességének megadása történhet a 148. ábra szerint is.



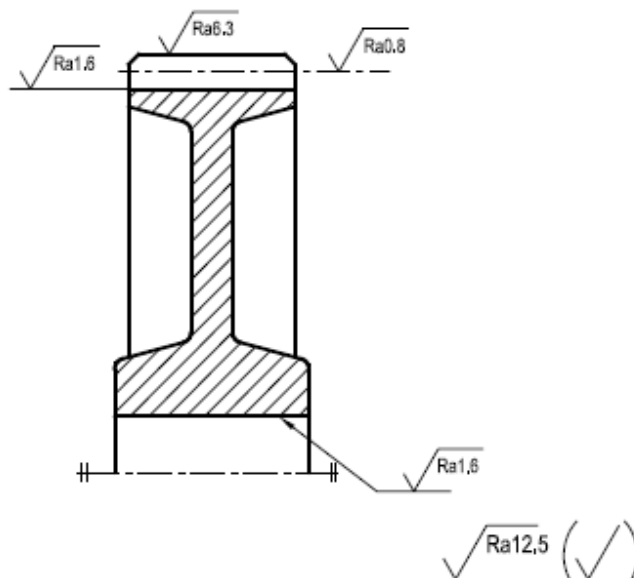
148. ábra Speciális érdességi jelölések

Kötőelemek felfekvő felületének érdességét a méret után kell megadni (149. ábra).



149. ábra Felfekvő felületek érdességének megadása

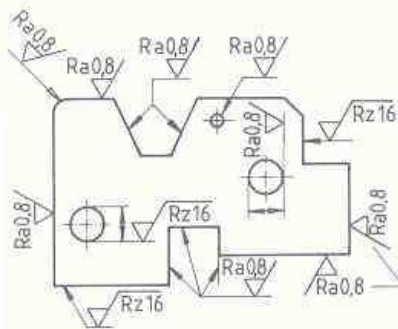
Fogazat működő felületének (fogfelület) érdességét az osztókörön (osztóhenger alkotón), a fenékszalagot a lábkört jelentő vonalon kell megadni, ha eltér a fog felületétől. A fejhenger érdességét a fejhenger alkotón vagy a fejkörön adjuk meg (150. ábra).



150. ábra Fogazat felületi érdességének megadása

A fémes bevonatú (pl. galvanizált) vagy festett, mázolt, lakkozott, zománcozott stb. alkatrészekre előírt felületi érdesség – más előírás hiányában – a bevonás előtti állapotra vonatkozik.

Az adatokkal kiegészített, többször ismétlődő érdességi jelazonosító jellel is megadható, amelynek értelmezését a szövegmező felett meg kell magyarázni.



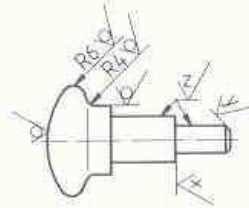
Tételszám

1 Ra 6,3 / (✓)

vagy

2 Ra 6,3 / (Ra 0,8 / ✓ Rz 16)

Csak akkor megengedett, ha külön közlés nincs



3 w / (✓ x / y / z)

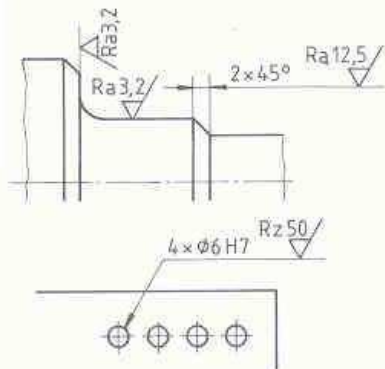
✓ = ✓

w = $\sqrt{Rz100}$

x = $\sqrt{Rz25}$

y = $\sqrt{Rz6,3}$

z = $\sqrt{Rz1}$



- Ha a hengeres felület utáni lekerekítésnek nincs érdesség előírása, akkor arra a csatlakozó felületé érvényes.
- A felület megadása kombinálható a méretmegadással.
- A mutatóvonalon a méretmegadás kombinálható a felület megadásával.

6.8.1 Galvanikus és kémiai bevonatok megadása (MSZ 693:1987)

Jelölés

— Bevonatot kell kapnia
 - - - Kaphat bevonatot
 Bevonat nélküli rész

- ① Megfelelő bevonat DIN szabványa
- ② **Alapanyag**, fémek jelölésükkel, nemfémek NM, műanyagok PL jellel
- ③ **Bevonat és rétegvastagság**, μm
- ④ A bevonat **felületre vonatkoztatott tömege**, g/m^2
- ⑤ **Különleges tulajdonságok**

Példák	Példák nikkel- és
kromátbevonatokra	krómbevonatokra
x – tetszőleges eljárás	b – fényes nikkel
A – szintelen kromátozás	p – matt vagy félfényes
B – kékre kromátozás	nikkel
C – sárgára kromátozás	r – fényes króm
- ⑥ **Utókezelés**
 a – bevonat felhordása céljából
 d – tömitő- vagy szigetelőszerekkel
 e – színezéssel
 f – zsírozással vagy olajozással
 s – szappanozással
 w – viaszolással
- ⑦ **Színmegadás** a krómbevonatok színezése esetén
 z – zöld k – kék
 v – vörös f – fekete

Példák a bevonatok megadására

Bevonat mindenhol

A bevont részek megjelölése
 A jelöletlen részek nem kaphatnak bevonatot.

Méretre készített bevonat
 A bevonás előtti méretet []-ben adjuk meg.

Bevonat nélküli részek jelölése

7 Tűrés és illesztési rendszer

7.1 Hossz és szögméreték tűrésezése MSZ ISO 406:1994

7.1.1 Mértékegységek

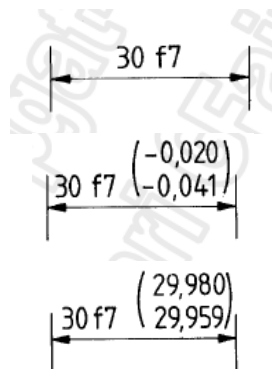
A határeltéréseket az alappméretével azonos mértékegységben kell megadni. Ha ugyanarra a méretre két határeltérést kell előírni, akkor mindkettőt ugyanannyi tizedessel kell megadni, kivéve, ha a két határeltérés egyike nulla.

7.1.1.1 ISO-tűrésjelek

A tűrésezett méret elemeit a következő sorrendben kell megadni:

- alppméret;
- a tűrés jele.

Ha az ISO tűrésjelek kiegészítéseként ki kell fejezni a határeltéréseket vagy a határméreteket (151. ábra) is, akkor a kiegészítő adatokat zárójelbe kell tenni.

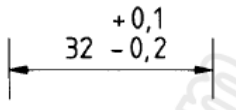


151. ábra ISO tűrésmező jelölési lehetőségei

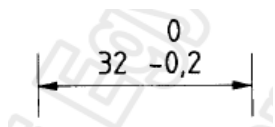
7.1.1.2 Határeltérések

A tűrésezett méret elemeit a következő sorrendben kell megadni:

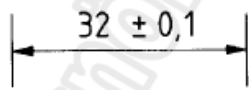
- alppméret;
- a határeltérések számértékei.



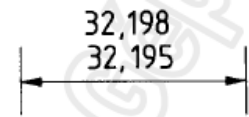
Ha a két határeltérés egyike nulla, ezt a 0 számjeggyel előjel nélkül kell megadni.



Ha a tűrés az alpmérethez viszonyítva szimmetrikus, a határeltérések számértékét csak egyszer kell kiírni, eléje téve a \pm jelet.

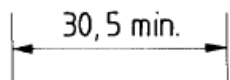


A határméretet a felső és az alsó határmérettel is jelölhetők.



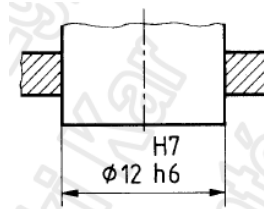
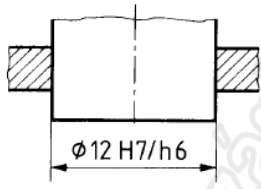
7.1.1.3 Egy irányban határolt méretek

A csak egy irányban határolt méretet a „min.” vagy a „max.” jellel kiegészített határmérettel kell megadni.

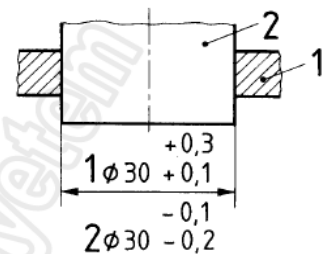
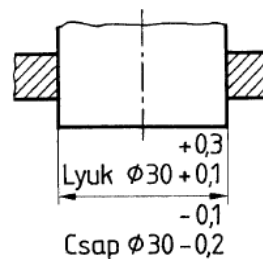
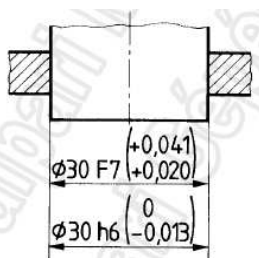


7.1.1.4 Illesztések megadása ISO tűrésjelek segítségével

A lyuk tűrésjelét a csap tűrésjele előtt vagy fölött kell elhelyezni; a tűrésjelek előtt az alpméretet csak egyszer kell leírni.

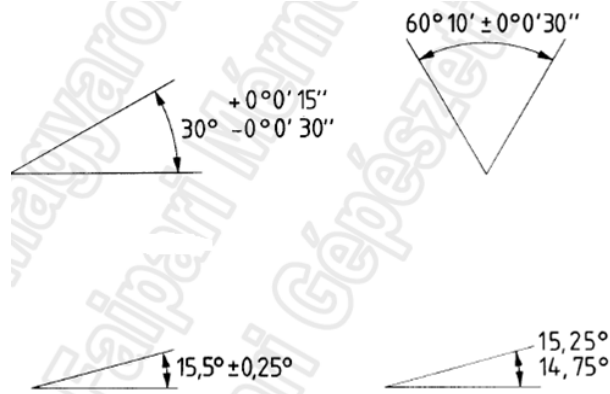


Ha a határeltéréseket is meg kell adni, akkor azokat tájékoztató adatként zárójelbe kell tenni.



7.1.2 A szögtűrés megadása

A hosszméretek tűréseinek megadására vonatkozó szabályok hasonlóan alkalmazhatók a szögméretekre is, kivétel az, hogy az alapszöveget és tört részeit, valamint a határeltérések méretegységét mindig jelölni kell (152. ábra). Ha a szögeltérések ívpercekben vagy ívmásodpercekben vannak kifejezve, az ívperc vagy az ívmásodperc számértékét meg kell előznie a helytöltő 0° -nak vagy a $0'0''$ -nek.



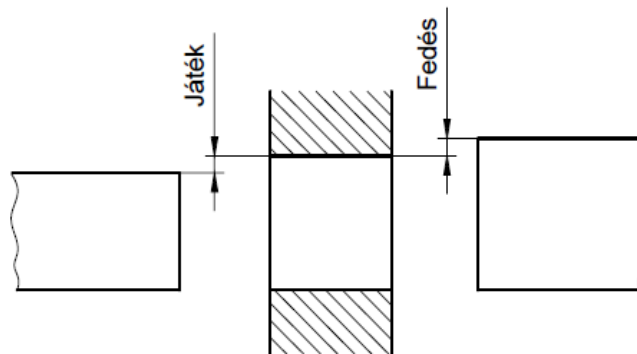
152. ábra Szögtűrés megadása

7.2 Illesztések

7.2.1 Az illesztések alapfogalmai

Két azonos alpméretű (névleges méretű), kapcsolódó alkatrész, elkészülése után, összeszerelve egymással, lazán vagy szilárdan illeszkedik.

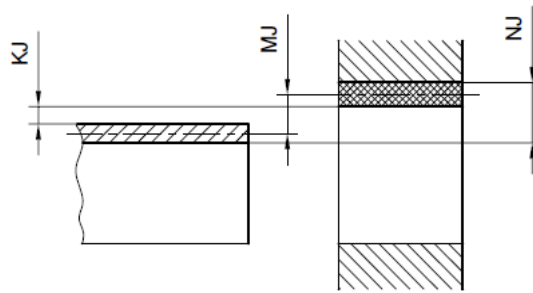
- Játékról (laza illeszkedés) beszélünk, ha a csap tényleges mérete kisebb, mint a lyuk tényleges mérete.
- Fedésről (szilárd illeszkedés) van szó, ha a csap tényleges mérete nagyobb, mint a lyuk tényleges mérete.



Az illeszkedés megkívánt jellegét a két alkatrész tűrésének megfelelő előírásával lehet megvalósítani, ez az illesztés.

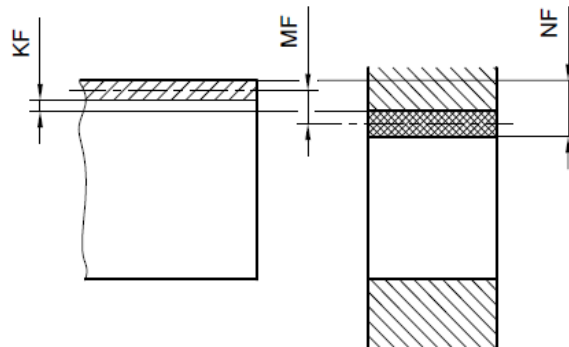
• **Laza** illesztés, ha az előírt tűrésekkel elkészített alkatrészek között a tényleges méretek megengedett legkedvezőtlenebb szóródása esetén is biztosan játék keletkezik. A játék jellemző elnevezései:

- a) legnagyobb játék (NJ),
- b) legkisebb játék (KJ),
- c) közepes játék (MJ), a legnagyobb és a legkisebb játék számtani középértéke.



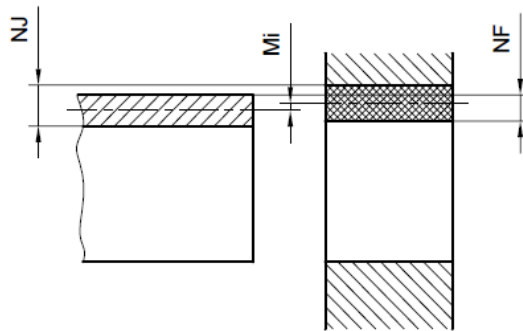
• **Szilárd** illesztés, ha az előírt tűrésekkel elkészített alkatrészek között a tényleges méretek megengedett legkedvezőtlenebb szóródása esetén is biztosan fedés keletkezik. A fedés jellemző elnevezései:

- a) legnagyobb fedés (NF),
- b) legkisebb fedés (KF),
- c) közepes fedés (MF), a legnagyobb és a legkisebb fedés számtani középértéke.



• **Átmeneti** illesztés esetén az előírt tűrésekkel elkészített alkatrészek lehet, hogy lazán, lehet, hogy szilárdan illeszkednek. Az átmeneti illesztésnél tervezéskor még nem állapítható meg, hogy az illeszkedés játék vagy fedés lesz-e, de szereléskor már egyértelműen laza vagy szilárd illeszkedés jön létre. (Ezért „átmeneti” illeszkedésről nem lehet beszélni.) Az illesztés jellemző elnevezései:

- a) legnagyobb játék (NJ),
- b) legnagyobb fedés (NF),
- c) az illesztés jellegét meghatározó közepes méretek illeszkedése (Mi).



A játékoknak, illetve fedéseknek az illesztésből származó határméretei közötti különbség — vagyis az illeszkedés szórása — az illesztés eredő tűrésével (T_i) egyenlő. Ez a lyuk és a csap tűrésének az összege:

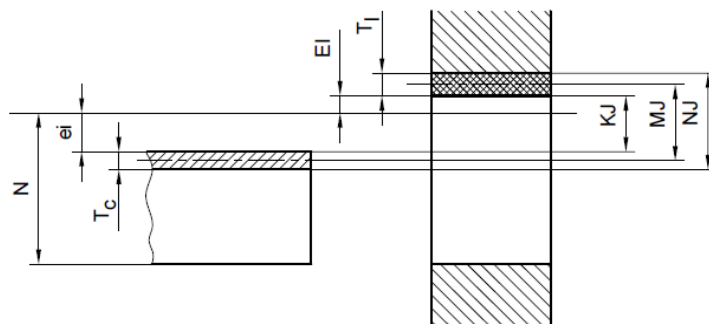
$$T_i = T_L + T_C$$

Valamennyi illesztési jellegre a párosítandó alkatrészek tűréseiből kiszámítható egy mérőszám, a közepes méretek különbsége (M_i), ami az illesztés jellegét határozza meg. (A lyuk közepes méretéből kivonva a csap közepes mérete.)

Ez a jellemző laza illesztés esetén a közepes játék, szilárd illesztés esetén a közepes fedés.

Átmeneti illesztéskor ez lehet fedés, lehet játék. Az illesztések jellemzőinek számszerű értékeinek kiszámítását célszerű a tűrésmezők felrajzolása alapján végezni.

Laza illesztés esetén:



Legnagyobb játék

$$NJ = T_c + T_1 + ei + EI$$

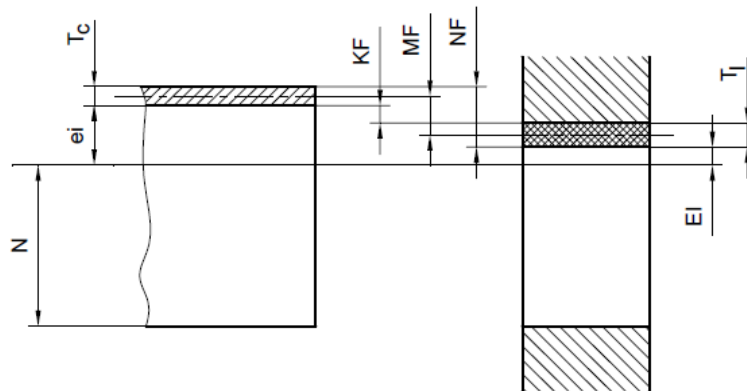
Legkisebb játék

$$KJ = ei + EI$$

Közepes játék

$$MJ = ei + EI + \frac{T_c}{2} + \frac{T_1}{2} = \frac{NJ + KJ}{2}$$

Szilárd illesztés esetén:



A szilárd illesztés jellemzői:

Legnagyobb fedés

$$NF = T_c + ei - EI$$

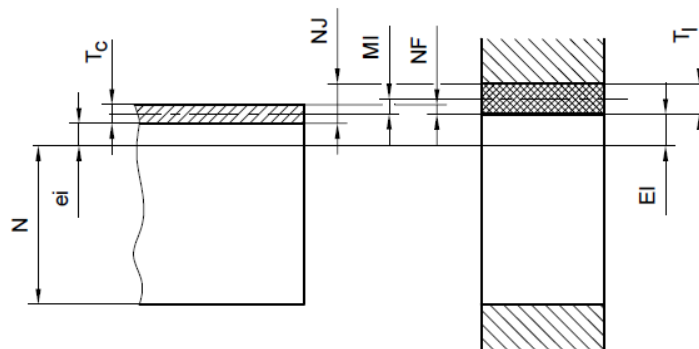
Legkisebb fedés

$$KF = ei - T_1 - EI$$

Közepes fedés

$$MF = ei - EI + \frac{T_c - T_1}{2} = \frac{NF + KF}{2}$$

Átmeneti illesztés esetén:



Az átmeneti illesztés jellemzői:

Legnagyobb fedés

$$NF = T_c + ei - EI$$

Legnagyobb játék

$$NJ = T_{lc} + EI - ei$$

Közepes illesztés mérőszáma

$$MI = EI - ei + \frac{T_1 - T_c}{2}$$

7.3 Illesztési rendszerek

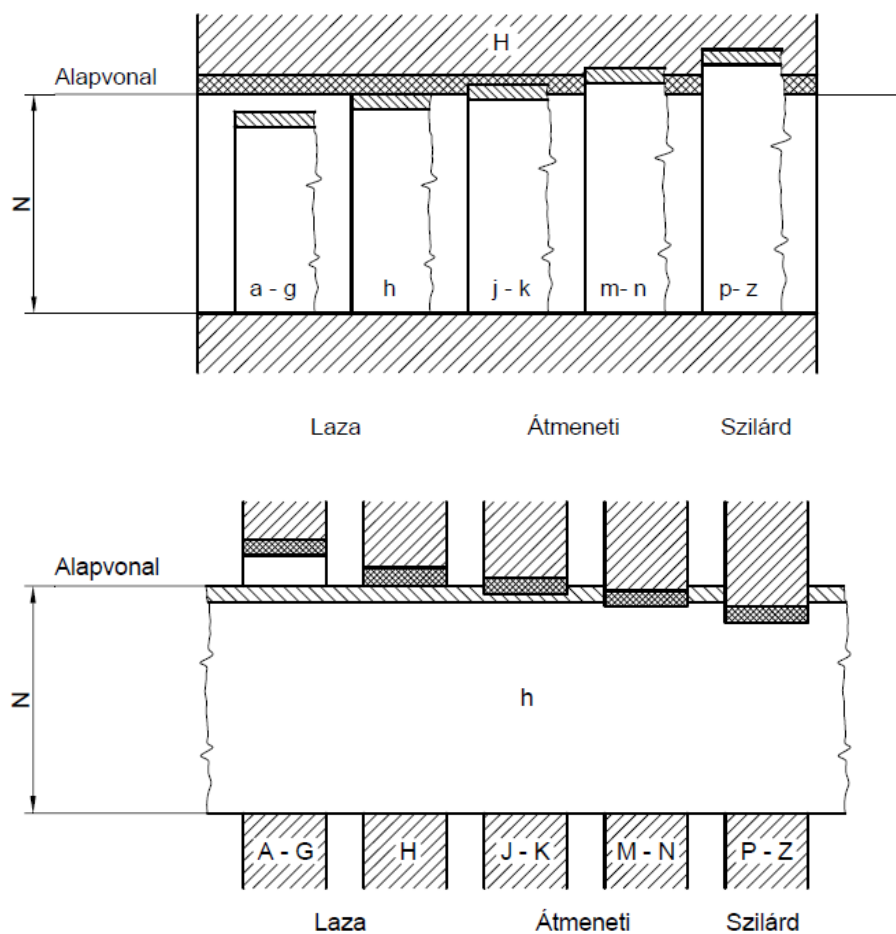
A tűréseknek önmagukban gyakorlatilag nem sok szerepük van, a tűréseket az illeszkedési jelleg megvalósítására írják elő.

Elvileg bármely szabványos tűrésű csap bármely szabványos tűrésű lyukkal párosítható. Az összes lehetőségnek a kihasználása azonban nem lenne sem műszakilag, sem gazdaságilag indokolt. Ezért a ténylegesen alkalmazott párosítások számát korlátozni kell. A korlátozás alapelve, hogy az egyik alkatrész tényleges mérete a névleges méret közelében legyen, és a kívánt illesztési jelleget a másik alkatrész tényleges mérete határozza meg.

Ennek megfelelően két rendszer jött létre: az alaplyukrendszer és az alapcsaprendszer.

Az alaplyukrendszerben az alaplyuk H alapeltérésű, az alapcsaprendszerben pedig az alapcsap h alapeltérésű. Így az alaplyuk és az alapcsap névleges mérete egyenlő az alaplátszóval, tényleges mérete pedig az alaplyuk esetében legfeljebb a tűrésnagysággal nagyobb, illetve az alapcsap esetében a tűrésnagysággal kisebb a névleges méretnél.

Az első esetben az alapvonal a lyukak alsó határméretével, a második esetben a csapok felső határméretével esik egybe.



Az alaplyukrendszer használata a gyakoribb.

A csapok szűk tűrésű megmunkálása általában könnyebb feladat, mint a furatoknak ugyanolyan minőségű megmunkálása. Ezért a csap fokozata egy, esetleg két fokozattal finomabb szokott lenni.

7.4 Alak- és helyzettűrések MSZ ISO 1101:1995

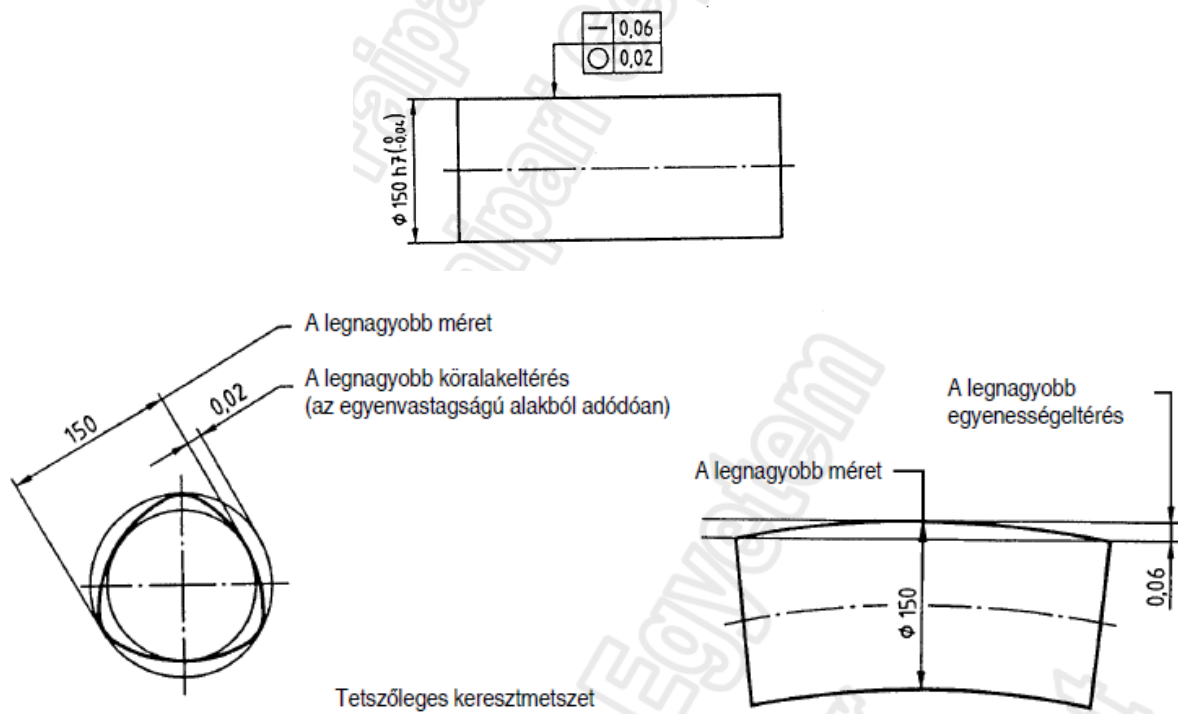
7.4.1 Alak- és helyzettűrések

A mérettűrések nyújtotta lehetőségek nem elégítik ki a mérnöki gyakorlatban előforduló méretezési, illesztési feladatok megoldási igényeit. Ezért gyakran alkalmazzuk az alak és helyzettűréseket.

Az alak- és helyzettűrések az elemnek az elméletileg pontos:

- alakjától vagy,
- irányától vagy,
- helyzetétől való eltérését korlátozzák, tekintet nélkül az elem méretére.

Az alak- és helyzettűrések ezért az egyedi elemek tényleges helyi méreteitől függetlenül érvényesek. Az alak- és helyzeteltérések a legnagyobb értékükön lehetnek, függetlenül attól, hogy az elemek keresztmetszetei megfelelnek-e a legnagyobb anyagterjedelemnek vagy nem. Például az olyan tengelynek, amely tetszőleges keresztmetszetében a legnagyobb anyagterjedelmű, egyenvastagságú alakeltérése lehet a köralakú résen belül, és hajlott is lehet az egyenességtűrés nagyságának megfelelő mértékben.



153. ábra Alaktűrés értelmezése

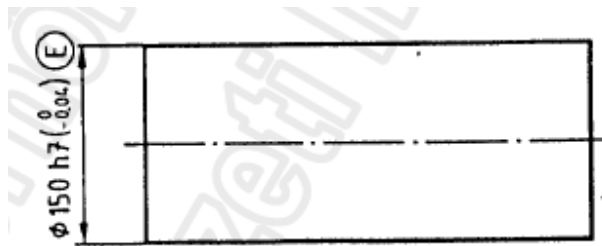
Burkolási követelmény

A burkolási követelmény egyetlen elemre, tehát hengeres felületre vagy két párhuzamos síkfelülettel meghatározott elemre is vonatkozhat. A követelmény azt jelenti, hogy az elem a legnagyobb anyagterjedelmű, tökéletes alakú burkolóját ne sértse meg.

A burkolási követelmény jelölhető

- a hosszmérettűrés után tett E jellel, vagy
- arra a szabványra való hivatkozással, amely a burkolási követelményt idézi.

Jelölése a rajzon



A legnagyobb anyagterjedelem elve

Ha működési és gazdasági okokból szükség van az elem(ek) méretének és irányának vagy helyzetének kölcsönös függőségére, akkor a legnagyobb anyagterjedelem elve (M), alkalmazható (MSZISO 2692).

A túrésezett jellemzők rajzjelei

Elemek és tűrések		Túrésezett jellemzők	Rajzjelek
Egyetlen elem	Alaktűrések	Egyenesség	—
		Síklapúság	□
		Köralakúság	○
		Hengeresség	∩
Egyetlen elem vagy viszonyított elemek		Adott profil alakja	⤿
		Adott felület alakja	⤿
Viszonyított elemek	Iránytűrések	Párhuzamosság	//
		Merőlegesség	⊥
		Hajlásszög	∠
	Helyzettűrések	Pozíció	⊕
		Egytengelyűség és központosság	⊙
		Szimmetria	≡
	Útéstűrések	Radiális (sugárirányú) útés	↗
		Teljes útés	↗↘

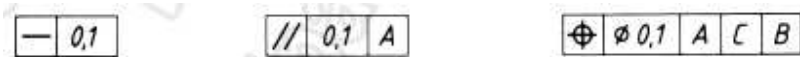
Kiegészítő rajzjelek

Leírás		Rajzjelek
A tűrésezett elem jelölése	közvetlen	
	betűvel	
A bázis jelölése	közvetlen	
	betűvel	
Bázishely		
Elméletileg pontos méret		
Kilépő tűrésmező		
A legnagyobb anyagterjedelem feltétele		

Tűréskeret

A tűréskövetelményeket két vagy több részre felosztott négyzet alakú keretben kell megadni. Ezek a részek balról jobbra a következőket tartalmazzák az adott sorrendben:

- a tűrésezendő jellemző rajzjelét;
- a tűrésértéket a hosszméretekre alkalmazott mértékegységben. A tűrésértéket megelőzi az \varnothing jel, ha a tűrésmező kör alakú vagy hengeres;
- ha szükséges, akkor a báziselemet vagy - elemeket azonosító betűt vagy betűket:



A tűrésre vonatkozó feliratokat, például „6 furat”, „4 felület”, vagy „6x”, a tűréskeret fölé kell írni:



A tűrésmezőben levő elem alakját leíró adatokat a tűréskeret közelébe kell írni, mutatóvonallal kapcsolva ahhoz:



Ha az elemre egynél több tűrésjellemtől kell előírni, akkor a tűréselőírásokat tűréskeretekben kell megadni egymás alatt:

○	0,01	
//	0,06	B

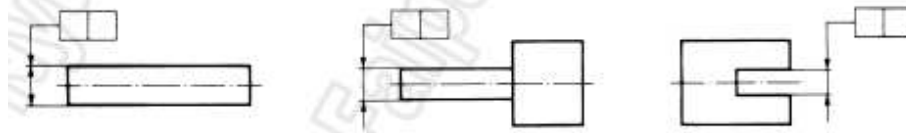
Tűrésezett elemek

A tűréskeretet nyílban végződő mutatóvonallal kell a tűrésezett elemhez kapcsolni a következő módon:

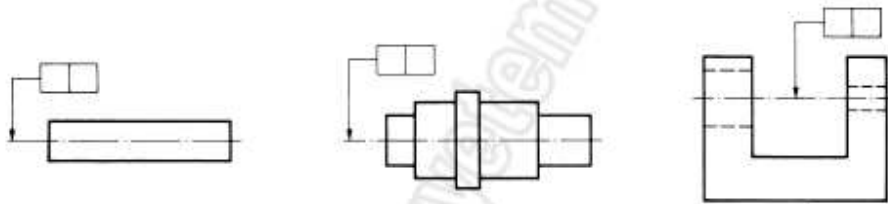
– az elem körvonalán vagy a körvonal meghosszabbításán (de világosan elválasztva a méretvonalától), ha a tűrés magára a vonalra vagy magára a felületre vonatkozik:



– a méretvonal meghosszabbításán, ha a tűrés az így módon méretezett elemmel meghatározott tengelyre vagy szimmetriasíkra vonatkozik:



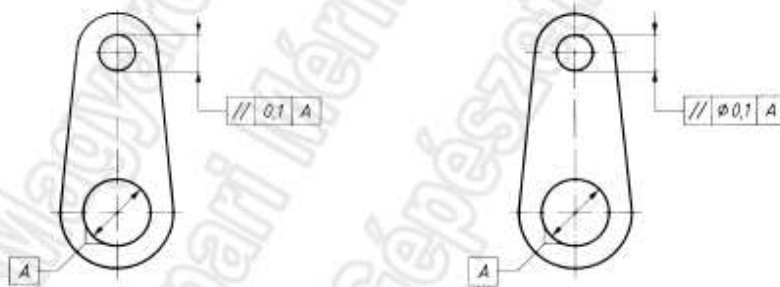
– a tengelyen, ha a tűrés az összes olyan elem tengelyére vagy szimmetriasíkjára vonatkozik, amelyeknek ez a közös tengelye vagy szimmetriasíkjá:



A működési követelményektől függ, hogy a tűrést a hengeres vagy a szimmetrikus elem körvonalára vagy tengelyére, illetve szimmetriasíkjára kell e vonatkoztatni.

7.4.2 Tűrésmezők

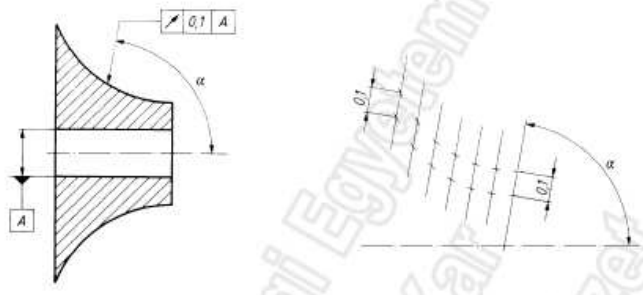
A tűrésmező szélessége (tűrésnagyság) a tűréskeretet a tűrésezett elemhez kapcsoló mutatóvonal nyílának irányában van, kivéve, ha a tűrés előtt az \varnothing jel áll:



Általában a tűrésmező szélességének iránya merőleges az alkatrész előírt alakjára:



A tűrésmező szélességének irányát jelölni kell, ha az nem merőleges az alkatrész felületére:



7.4.3 Bázisok

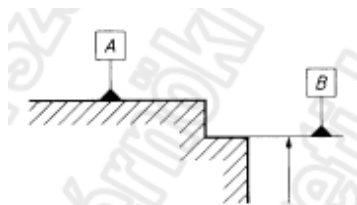
Ha a tűrészett elem bázisra vonatkozik, azt általában a bázisbetűk jelölik. A bázist jelölő betűt a tűréskeretben meg kell ismételni.

A bázist a tűréskeretbe zárt nagybetűhöz hozzákapcsolt befeketített vagy üres háromszöggel kell jelölni:

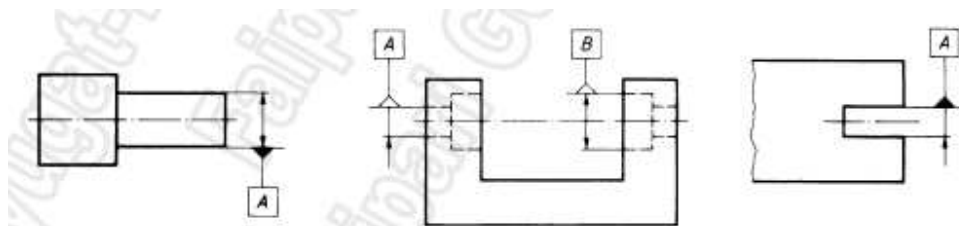


A betűvel ellátott bázisháromszöget a következő helyeken kell elhelyezni:

- az elem körvonalán vagy a körvonal meghosszabbításán (de világosan elkülönítve a méretvonalától), ha a báziselem maga a vonal vagy a felület:



– a méretvonal meghosszabbításán, ha a báziselem tengely vagy szimmetriasík:

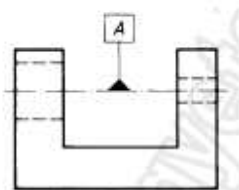


Megjegyzés:

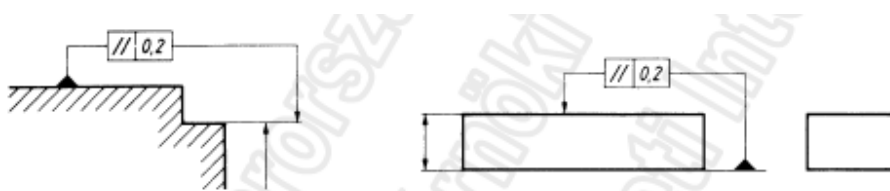
Ha nincs elegendő hely két nyíl számára, akkor egyikük helyettesíthető a bázisháromszöggel.

– a tengelyen vagy a szimmetriasíkon, ha a bázis:

- a) egyetlen elem tengelye vagy szimmetriasíkja (pl. henger);
- b) két elem által alkotott közös tengely vagy szimmetriasík:



Ha a tűréskeret mutatóvonallal közvetlenül összekapcsolható a báziselemmel, akkor a bázis betű jele elhagyható:



Egy bázist egy nagybetűvel kell jelölni. Két báziselem által meghatározott közös bázist két, egymástól kötőjellel elválasztott bázisbetűvel kell jelölni.

Ha a két vagy több báziselem sorrendje fontos, akkor a bázisok betű jeleit a tűréskeret különböző mezőiben kell megadni úgy, hogy a sorrend balról jobbra mutassa a fontosság sorrendjét.

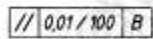
Ha a két vagy több báziselem sorrendje nem fontos, akkor a bázisbetűket ugyanabban a mezőben kell megadni.



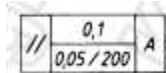
7.4.4 Korlátozó előírások

Ha a tűrés bárhol fekvő, korlátozott hosszra érvényes, akkor e hossz értékét a tűrésérték után fel kell tüntetni és attól ferde vonallal el kell választani.

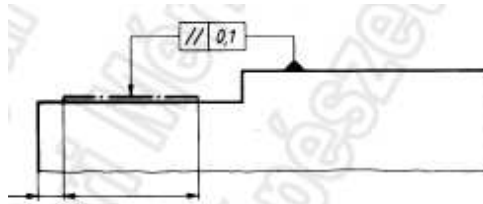
Felület esetében ugyanezt a jelölést kell alkalmazni. Ez azt jelenti, hogy a tűrés az összes korlátozott hosszúságú tetszőleges helyzetű és irányú vonalra érvényes:



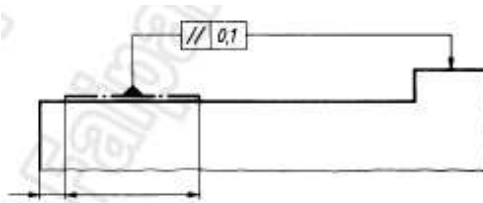
Ha a teljes elem tűréséhez azonos jellegű, de korlátozott hosszra vonatkozó kisebb tűrés van hozzáadva, akkor a korlátozó tűrést az alsó részben kell jelölni:



Ha a tűrés az elemnek csak korlátozott részére vonatkozik, akkor ennek a méreteit az alábbi módon kell jelölni:



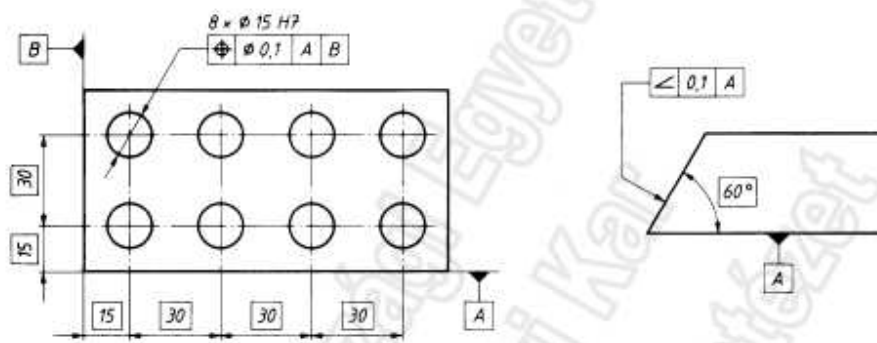
Ha a bázis a báziselemnek csak korlátozott részére érvényes, akkor ennek a méreteit az alábbi módon kell jelölni:



7.4.5 Elméletileg pontos méretek

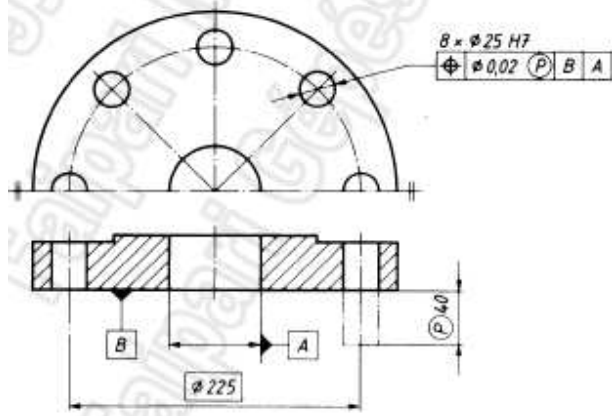
Ha valamely elemre helyzet-, profil- vagy szögtűrés van előírva, akkor az elméletileg pontos helyzetet, profilt vagy szöget meghatározó méreteket nem kell tűrésezni.

Ezeket a méreteket be kell keretezni. Az alkatrész megfelelő tényleges méreteire csak azok a pozíció tűrések, profiltűrések vagy hajlásszögtűrések vonatkoznak, amelyek a tűréskeretben vannak:



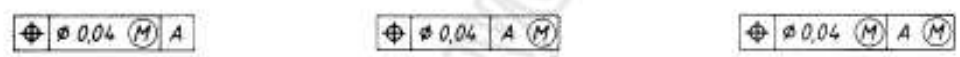
7.4.6 Kilépő tűrésmező

Egyes esetekben az irány- és a helyzettűréseket nem magára az elemre kell előírni, hanem annak külső kivetítésére. Az ilyen kilépő tűrésmezőket a P jellel kell jelölni:



7.4.7 A legnagyobb anyagterjedlem feltétele

Annak jelölését, hogy a tűrésértéket a legnagyobb anyagterjedlem feltételén kell alkalmazni, a következők után tett M jel mutatja:



7.4.8 Tűrésjelek méretei

A rajzjelek ajánlott méretei az A típusú és B típusú felirat betűihez az alábbi táblázat tartalmazza:

Méreték mm-ben

Megnevezés	Ajánlott méretek					
Keretmagasság (H) [*]	7	10	14	20	28	40
Feliratmagasság (h)	3,5	5	7	10	14	20
Átmérő (D) ^{**}	14	20	28	40	56	80
Vonalvastagság (d)	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4

Méreték mm-ben

Megnevezés	Ajánlott méretek						
Keretmagasság (H) [*]	5	7	10	14	20	28	40
Feliratmagasság (h)	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Átmérő (D) ^{**}	10	14	20	28	40	56	80
Vonalvastagság (d)	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2

A keret szélessége a következő legyen:

- az első szakasz egyenlő a keretmagassággal (H);
- a második szakasz feleljen meg a szükséges beírás hosszának;
- a harmadik szakasz, és ha szükséges a többi szakasz, a vonatkozási betű (vagy betűk) szélessége szerint;

A keret függőleges vonalai és a beírások közötti távolság legalább két vonalvastagság, de legalább 0,7 mm legyen.

7.5 Nem merev alkatrészek méretmegadása és tűrésezése MSZ ISO 10579:1995

Bizonyos alkatrészeket eltávolítva gyártási környezetükből jelentősen megváltoztatják alakjukat tömegük, rugalmasságuk vagy a gyártási folyamatokból származó belső feszültségek következtében.

Ezeket az alkatrészeket “nem merev” alkatrészeknek nevezzük, és alakváltozásuk akkor fogadható el, ha az alkatrészek ésszerű nagyságú erő hatására a rajzon előírt tűréshatáron belülre hozhatók az ellenőrzés és a szerelés megkönnyítése érdekében.

A tervezett funkciótól és az alkatrésznek az illeszkedő elemekkel határos felületétől függően az alkatrész szokásos (szabad állapotában való) értékelése helyett vagy annak kiegészítéseként szükség lehet az alkatrésznek az értékelésére olyan korlátozással, amely nem nagyobb a szerelt állapotban elfogadott korlátozásnál.

Az ebbe a csoportba tartozó alkatrészek magukban foglalják mind a merev anyagokból (például fémből készült vékony lapokból), mind a rugalmas anyagokból (például gumiból, műanyagból) készült alkatrészeket.

Nem merev alkatrész: olyan alkatrész, amely szabad állapotban a rajzon megadott méret és/vagy alak- és helyzettűréseket meghaladó mértékben megváltoztatja alakját.

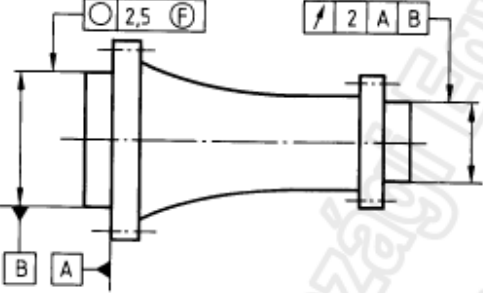
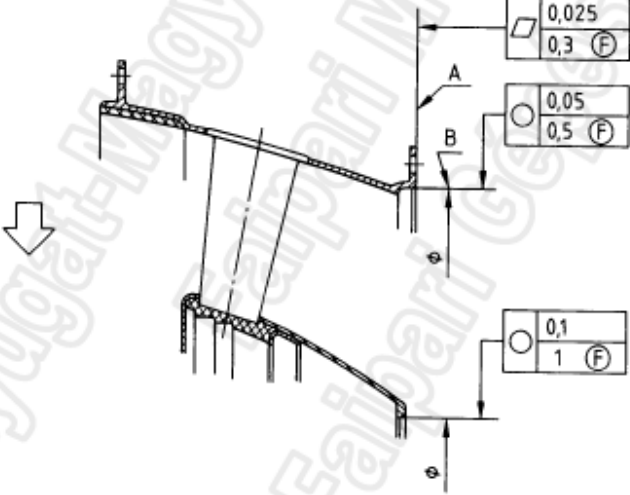
Szabad állapot: a kizárólag a nehézségi erőnek kitett alkatrész állapota.

Alapelvek

A nem merev alkatrész alakváltozása nem haladja meg azt a mértéket, amely lehetővé teszi, hogy az alkatrészt az ellenőrzéshez és a szelvényben való elhelyezéshez meghatározott tűréshatárok közé hozzák, vagy akkora nyomás, illetve erők alkalmazásával szereljék, amelyek nem haladják meg a szokásos szerelési körülmények között várhatókat.

Nem kerülhető el az olyan természetes erők hatása, mint a nehézségi erő; de az alakváltozás mértéke függhet az alkatrész befogásától és szabad állapotban levő helyzetétől is. Ha meg kell adni szabad állapotra az alak- és helyzetűréseket, megjegyzésben kell megadni azokat a feltételeket, amelyekre a tűrések érvényesek (például a nehézségi erő iránya, az alátámasztási feltételek). A rajzon az "ISO 10579-NR" jelzettel azonosított, nem merev alkatrészekre korlátozott feltétel érvényes, hacsak az F jellel nincs más előírva.

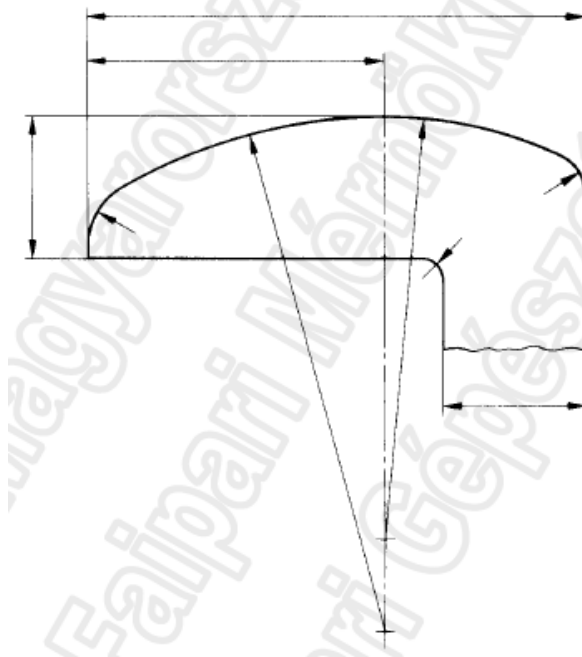
Jelölési és értelmezési példák

Jelölés a rajzon	Értelmezés
 <p data-bbox="209 757 359 779">ISO 10579-NR</p> <p data-bbox="209 801 887 898">Korlátozó feltétel: Az A bázisként jelölt felület fel van erősítve (64 db. M6-os csavarral, amelyek 9 N·m és 15 N·m közötti nyomatékkal vannak meghúzva), és a B bázisként jelölt elem a legnagyobb anyagterjedelem határán van.</p>	<p data-bbox="919 387 1262 533">Szabad állapotban azt az alak- és helyzetűrést kell betartani, amelyet az (F) jel követ. Az egyéb alak- és helyzetűréseket a megjegyzésben jelzett feltételek mellett kell alkalmazni.</p>
 <p data-bbox="209 1458 359 1480">ISO 10579-NR</p> <p data-bbox="209 1503 887 1599">Korlátozó feltétel: Az A bázisként jelölt felület fel van erősítve (120 db. M20-as csavarral, amelyek 18 N·m és 20 N·m közötti nyomatékkal vannak meghúzva), és a B bázisként jelölt elem a legnagyobb anyagterjedelem határán van.</p>	<p data-bbox="919 920 1262 1066">Szabad állapotban azt az alak- és helyzetűrést kell betartani, amelyet az (F) jel követ. Az egyéb alak- és helyzetűréseket a megjegyzésben jelzett feltételek mellett kell alkalmazni.</p>

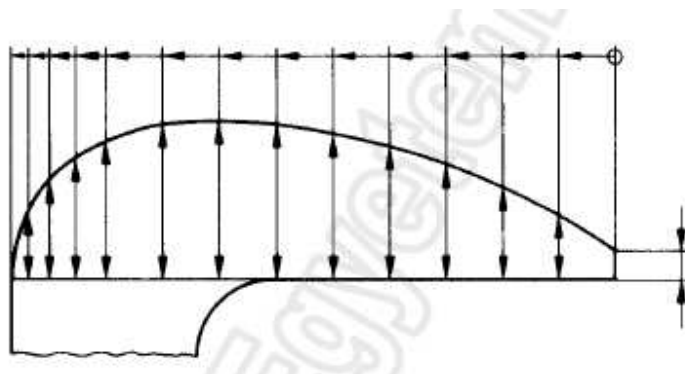
7.6 Profilok méretmegadása és tûrésezése MSZ ISO 1660:1994

A profilok méretei több módon adhatóak meg:

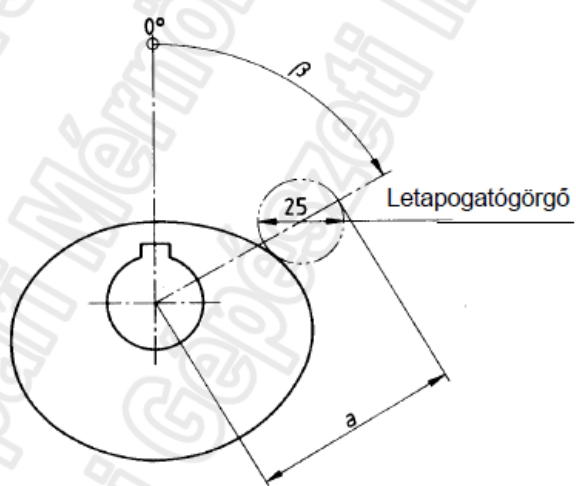
- Meg kell adni az egymást követô gôrbületi sugarakat és elegendô méreteket a gôrbe megfelelô elemeinek (pontjainak) a helyzet meghatározásához:



- Meg kell adni azoknak a pontsorozatoknak a derékszögû vagy a polárkoordinátáit, amelyeken a profil keresztûlmege:



- Letapogató görgô alkalmazásakor a görgô méretet a rajzon jelôlni kell:



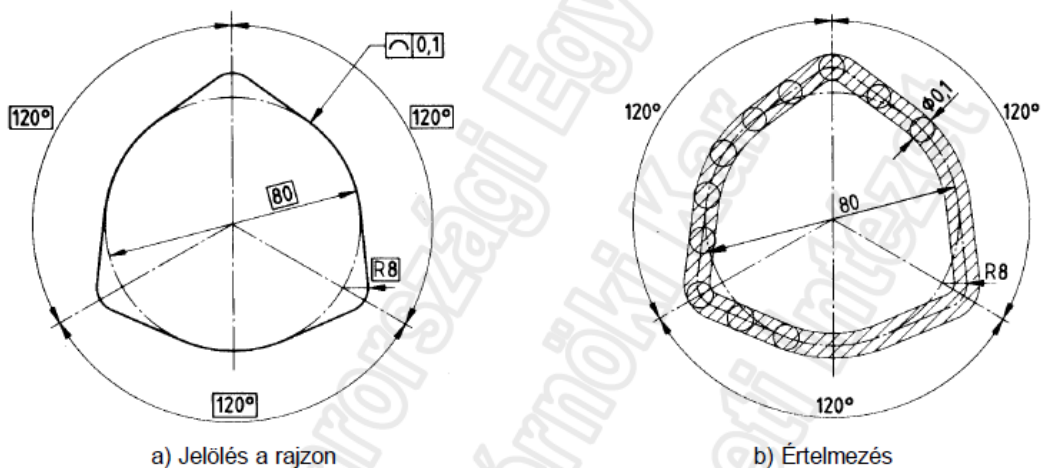
β	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°-tól 210°-ig	230°	260°	280°	300°	320°	340°
a	50	52,5	57	63,5	70	74,5	76	75	70	65	59,5	55	52

A tőrészek megadása

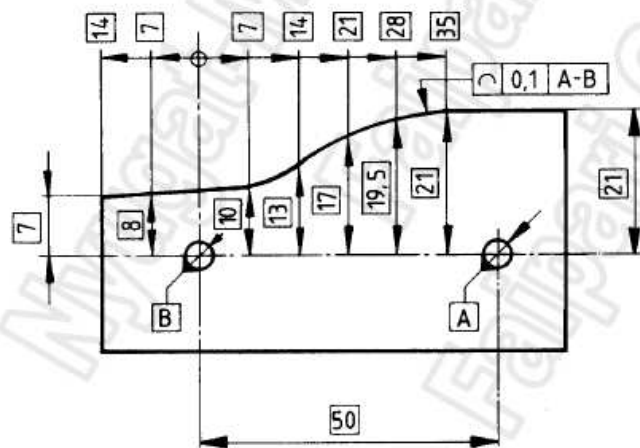
A valóságos profilnak az előírt tőrésmezőn belül kell lennie.

A tőrésmezőt a névleges profil figyelembevételével kell előírni, amelyet elméletileg pontos méretek határoznak meg. A tőrésmezőt egyenlő szélességben kell elhelyezni a névleges profil két oldalán.

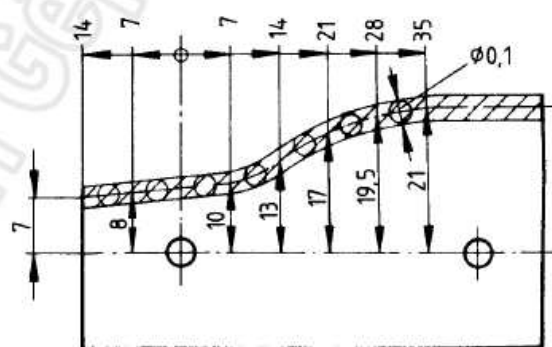
A tőrésmező szélessége a névleges profilra merőlegesen mérve bármely pontban állandó:



A tőrésmezőt a báziselemre kell vonatkoztatni.



a) Jelölés a rajzon

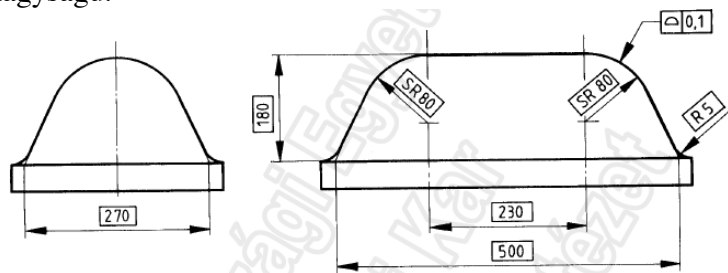


b) Értelmezés

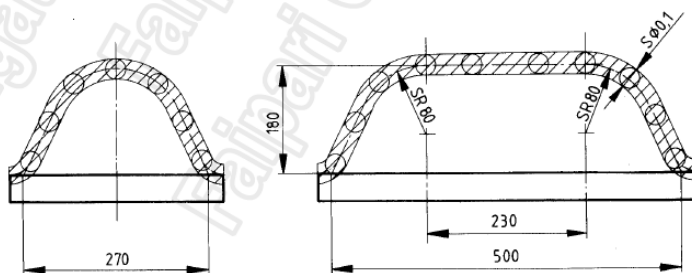
7.7 Felületek alakjának tűrésmezése

Valamely felület alakjának tűrésmezőjét a névleges profil figyelembevételével kell megjelölni, amelyet elméletileg pontos méretek határoznak meg. A tűrésmezőt egyenlő szélességben kell elhelyezni a névleges profil két oldalán.

A tűrésmező szélessége a felület névleges profiljára merőlegesen mérve bármely pontban azonos nagyságú:



a) Jelölés a rajzon

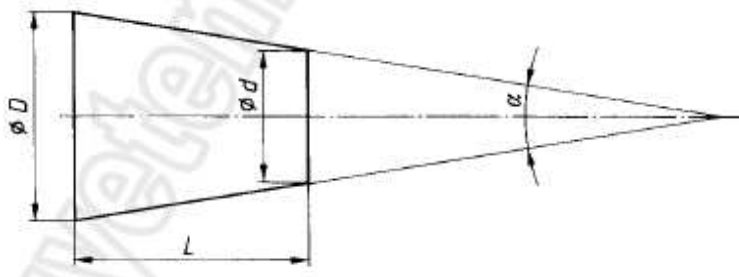


b) Értelmezés

7.8 Kúpok méretmegadása és tűrésezése MSZ ISO 3040.1994

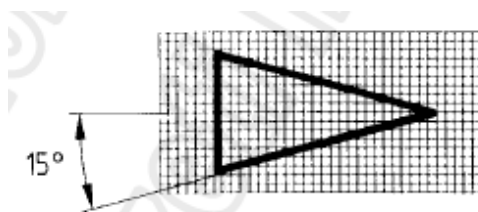
Kúposság (C): a kúp két keresztmetszetében az átmérők különbségének és a közöttük levő távolságnak a hányadosa. A kúposság a következő képlettel fejezhető ki:

$$C = \frac{D - d}{L} = 2 \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$



A kúp jele

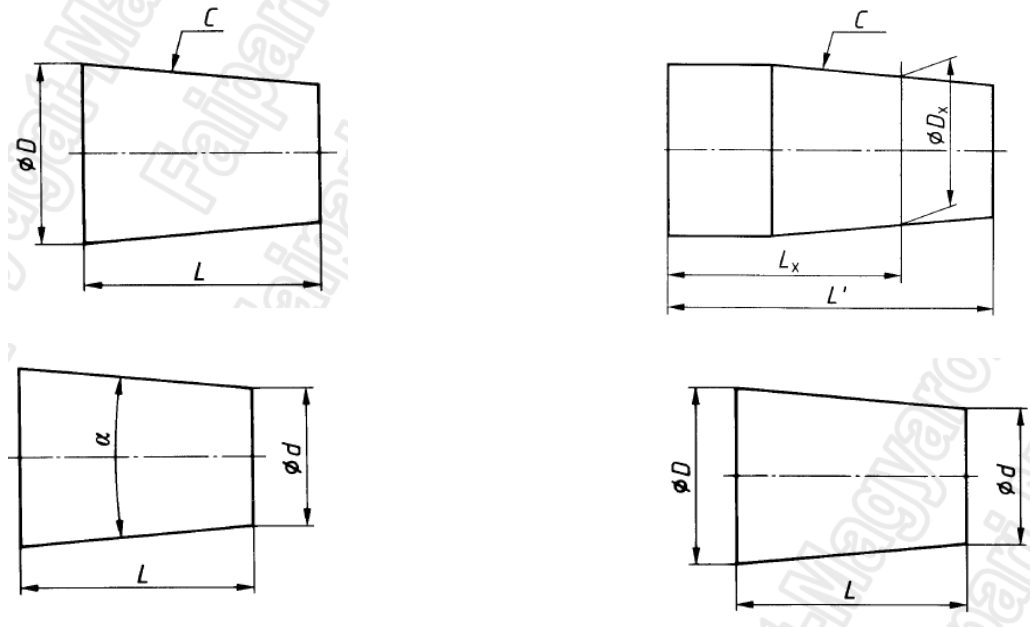
Kúpot az ábra szerinti, mutatóvonalra (vonatkozási vonalra) helyezett jellel kell jelölni. A jel irányítottságának egybe kell esnie a kúp irányítottságával.



Kúp meghatározásához az alábbi táblázatban megadott jellemzők és méretek alkalmazhatók a kúp funkciójának a legjobban megfelelő kombinációkban. Csak annyi méretet kell megadni, amennyi szükséges.

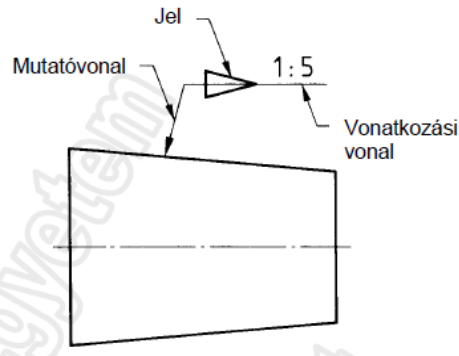
Jellemzők és méretek	Betűjel	Jelölési példák	
		Előnyben részesítendő módszer	Választható módszer
Jellemzők			
Kúposság	C	1:5 1/5	0,2:1 20%
Kúpszög	α	35°	0,6 rad
Kúpátmérő			
– nagyobb végén	D		
– kisebb végén	d		
– választott keresztmetszetben	D_x		
Hossz			
Kúp hossz	L		
Hossz, beleértve a kúp hosszát is	L'		
Annak a keresztmetszetnek a helyzetére vonatkozó hossz, amelyre a D_x van meghatározva	L_x		

Példák kúpok méretmegadására:



7.8.1 A kúposság jelölése a rajzon

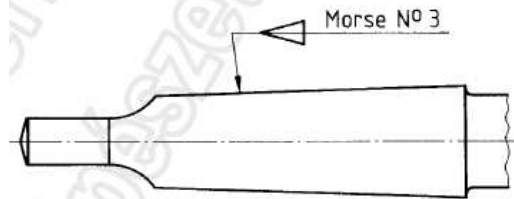
A kúp jelét és a kúposágot elem (kúpfelület) közelében kell megadni, és a vonatkozási vonalat mutatóvonallal kell a kúp körvonalával összekötni. A vonatkozási vonalat a kúp középvonalával párhuzamosan kell rajzolni, és a jel irányának meg kell egyeznie a kúp csúcsának irányával.



154. ábra Kúposág jelölése rajzon

7.8.2 Szabványos kúpsorozatok

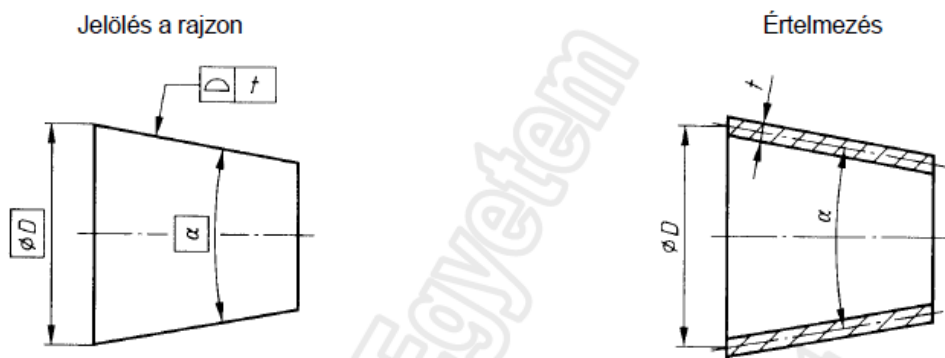
Ha a jelölendő kúp a szabványos kúpsorozatnak egyike (Morse- vagy metrikus kúp), akkor a kúpos elem a szabványos kúpsorozat megadásával (ISO 1119) és a megfelelő számmal jelölhető.



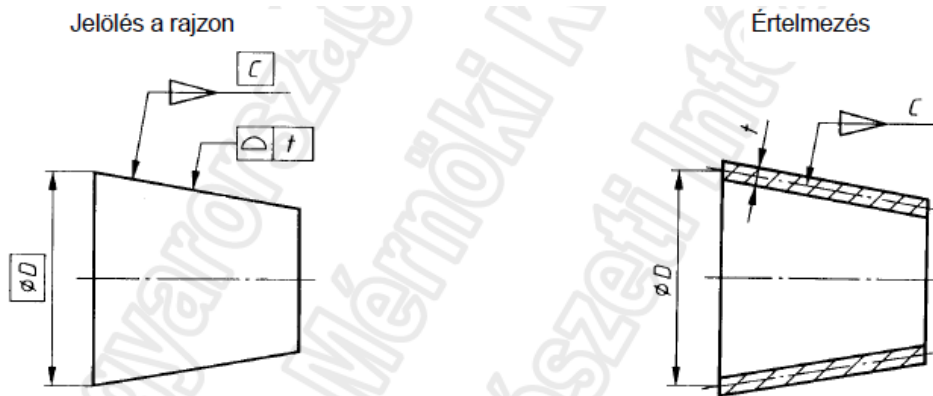
155. ábra Szabványos kúp méretmegadása

7.8.3 A kúpok tűrésezése

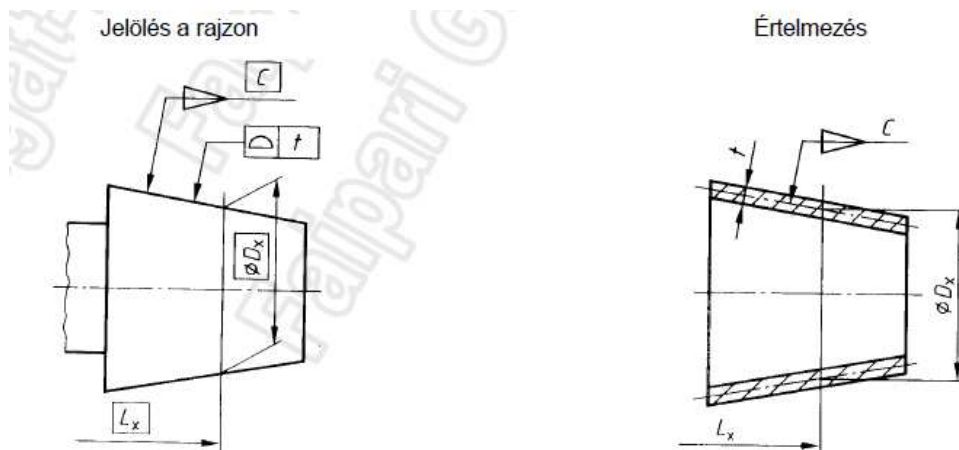
Kúpok tűrésezése a megadott alapadatok alapján, eltérő módon tűrésezhető:



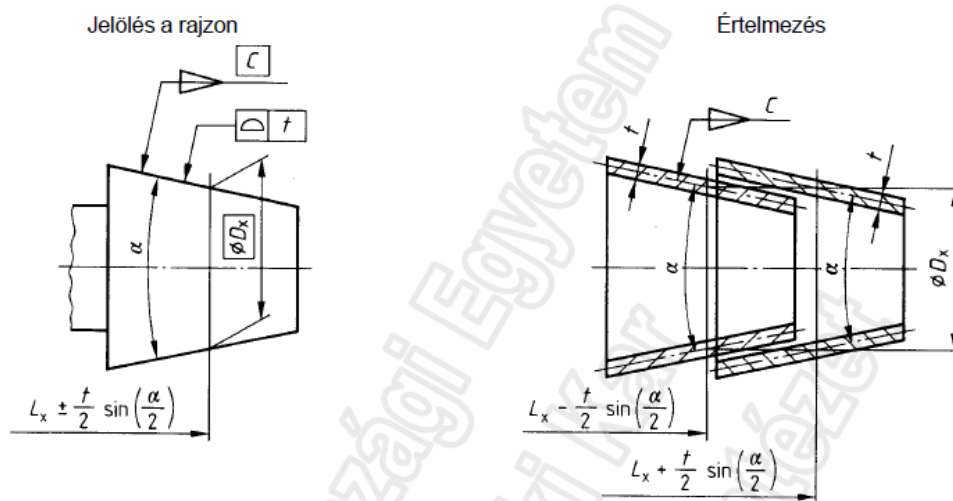
Meghatározott kúposágú kúp tűrésezése:



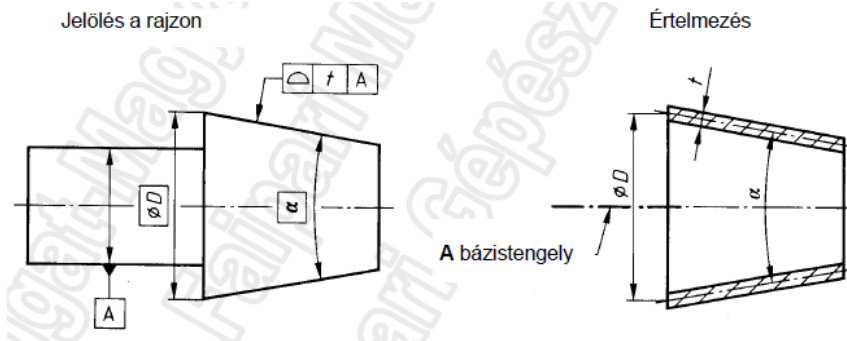
A kúp tűrésmezője, amely egyidejűleg meghatározza a kúp tengelyirányú elhelyezkedését is



A kúp tengelyirányú elhelyezkedésének tűrésétől elválasztott tűrésezés:



Kúp bázishoz viszonyított (egyidejűleg az egytengelyűséget is meghatározó) tűrésezése:



8 Normál és egyszerűsített ábrázolása

8.1 Központfuratok ábrázolása MSZ EN ISO 6411:2000

A műszaki rajzokon a központfuratok alakjára és nagyságára vonatkozóan általában három különböző követelmény határozható meg:

- a központfurat a megmunkált alkatrészen szükséges;
- a központfurat a megmunkált alkatrészen elfogadható, de ez nem alapvető követelmény;
- a központfurat a megmunkált alkatrészen nem maradhat meg.

8.1.1 Egyszerűsített ábrázolás

A központfuratokat ábrázoló rajzjelek és azok alkalmazása a tengely homlokoldalán, a táblázat 2. oszlopában van megadva:

Méretek milliméterben		
Követelmény	Ábrázolás	Megnevezés
A központfurat a megmunkált alkatrészen szükséges		ISO 6411 - B 2,5/8
A központfurat a megmunkált alkatrészen megmaradhat		ISO 6411 - B 2,5/8
A központfurat a megmunkált alkatrészen nem maradhat meg		ISO 6411 - B 2,5/8

8.1.2 A központfuratok megnevezése

A központfuratok megnevezése függ a fúrótól, és az e szabványra való hivatkozással adható meg.

A központfurat megnevezése a következőkből áll:

- az e nemzetközi szabványra való hivatkozás;
- az alak betűje (R, A vagy B);
- a vezetőátmérő, d ;
- a központfurat süllyesztésének külső átmérője, D .

A két értéket ferde vonással kell elválasztani.

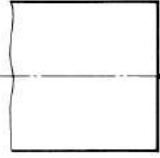
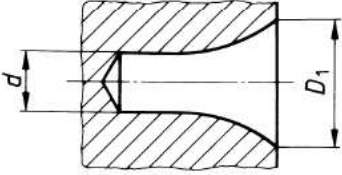
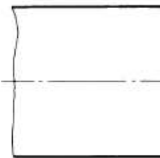
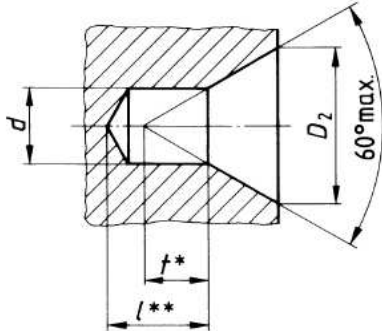
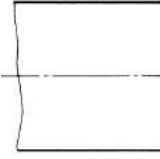
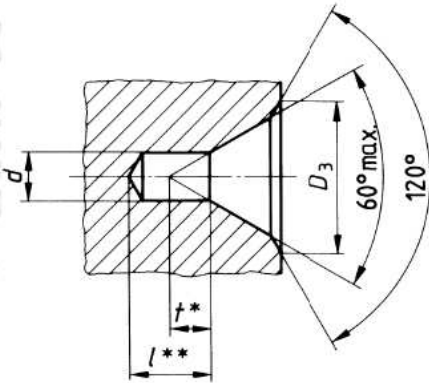
PÉLDA: Az ISO 6411 szerinti B alakú, $d = 2,5$ mm vezető átmérőjű központfurat, amelyen a süllyesztés külső átmérője,

$D_3 = 8$ mm, a rajzon a következőképpen adható meg:

ISO 6411 – B 2,5/8

8.1.3 A jelölés magyarázata

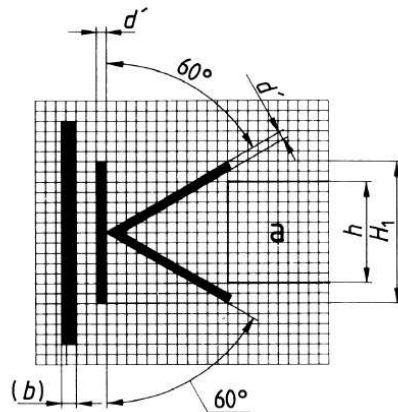
A központfurat megnevezését, méreteit és a központfúrótól függő méretek közötti kapcsolatot a következő táblázat tartalmazza.

A központfurat alakja	Megnevezés (példák)	A megnevezés magyarázata
<p>R lekerekített alakkal (Az ISO 2541 szerinti központfúró)</p>	 <p>ISO 6411 - R 3,15/6,7</p>	 <p>$d = 3,15$ $D_1 = 6,7$</p>
<p>A védő élletörés nélkül (Az ISO 866 szerinti központfúró)</p>	 <p>ISO 6411 - A 4/8,5</p>	 <p>$d = 4$ $D_2 = 8,5$</p>
<p>B védő élletöréssel (Az ISO 2540 szerinti központfúró)</p>	 <p>ISO 6411 - B 2,5/8</p>	 <p>$d = 2,5$ $D_3 = 8$</p>

* „t” méreteket a MSZ EN ISO 6411 „A” melléklete tartalmazza

** Az „l” méret a központfúrótól függ, nem lehet kisebb „t”-nél.

Központfurat jel méretei:

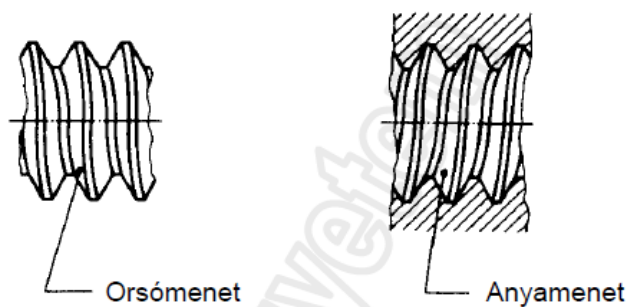


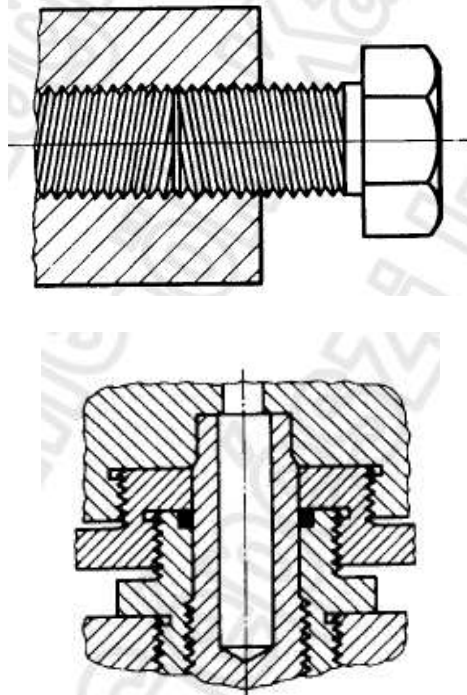
A tárgy körvonalának vonalvastagsága (b)	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8
A számok és a nagybetűk magassága (h)	3,5	5	7	10	14	20
A rajzjelek vonalvastagsága (d')	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
A felirat vonalvastagsága (d)	lásd a B1.2. szakaszt					
H_1 magasság	5	7	10	14	20	28

8.2 Csavarmenetek és menetes alkatrészek ábrázolása MSZ ISO 6410:1995

8.2.1 Csavarmenetek részletes ábrázolása

A termékek műszaki dokumentációjának bizonyos típusaiban (például kiadványok, felhasználói kézikönyvek) szükség lehet a csavarmenet részletes ábrázolására nézetben vagy metszetben (156. ábra) egyetlen vagy összeszerelt alkatrészek szemléltetése céljából. Általában sem a menetemelkedést, sem a menetszelvényt nem kell pontosan méretarányban megrajzolni.





156. ábra Csavarmenetek részletes ábrázolása

8.2.2 Egyezményes ábrázolás

A műszaki rajzon a csavarmenetek és a menetes alkatrészek egyezményes, egyszerűsített ábrázolása a 157. ábra szerinti legyen.

Látható csavarok esetén nézetben és metszetben a menetcsúcsokat folytonos vastag vonallal (A típus, ISO 128) a menetárkokat folytonos vékony vonallal (B típus, ISO 128) kell megadni a vonatkozó szabvány szerint menetemelkedéssel, de nem lehet kisebb, mint

- a vonalvastagság kétszerese vagy
- 0,7 mm, aszerint, hogy melyik a nagyobb.

Megjegyzés:

Bizonyos esetekben, például számítógépes rajzoláskor

- 1,5 mm távolság (a rajzon) a $d \geq \varnothing 8$ mm névleges átmérőjű menetekre általában elfogadható;
- egyszerűsített ábrázolás ajánlott a $d \leq \varnothing 6$ mm névleges átmérőjű menetekre (ISO 6410-3).

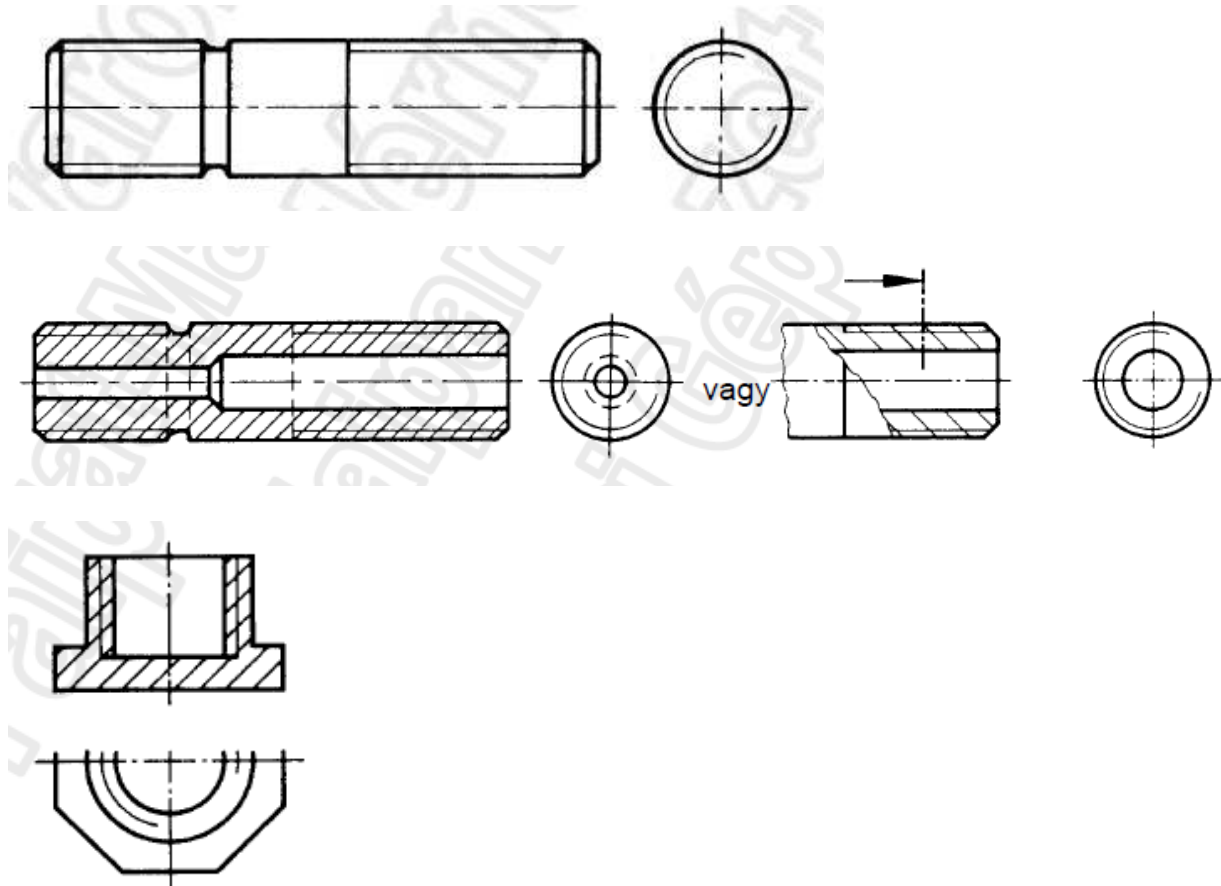
Csavarmenet végének nézetén a menetárkot folytonos vékony vonallal (B típus, ISO 128) rajzolt körrészlettel kell ábrázolni, amely megközelítőleg a terület háromnegyede, és lehetőleg a jobb felső negyedében nyitott. Az élettörés körét ábrázoló vastag vonal általában elhagyható a csavarmenet végének a nézetén.

Megjegyzés:

A körrészlet a középvonalakhoz képest bármilyen más helyzetű is lehet.

Ahol nem látható csavarmeneteket kell bemutatni, ott a menetcsúcsokat és a menetárkokat szaggatott vékony vonallal (F típus, ISO 128) kell ábrázolni.

Metszetben ábrázolt menetes alkatrészekben a vonalkázásnak a menetcsúcsokat meghatározó vonalig kell terjednie.



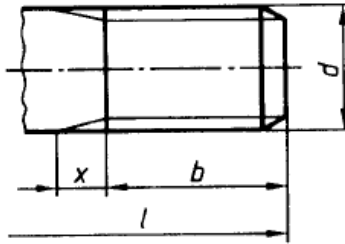
157. ábra Csavarmenetek egyezményes ábrázolása

A teljes mélységű menet hosszának határát,

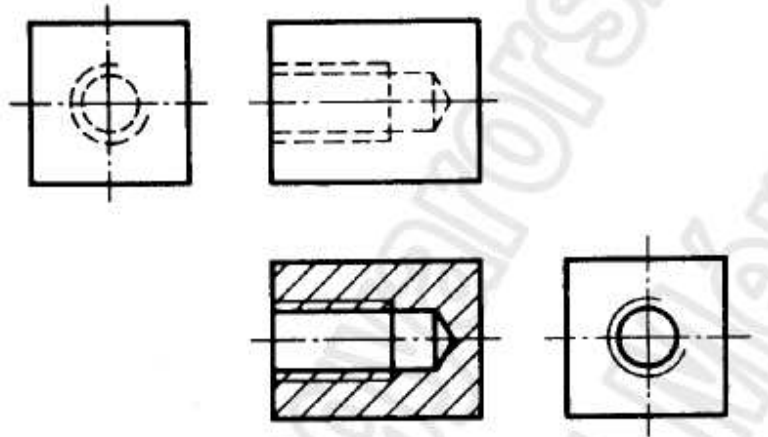
- folytonos vastag vonallal kell ábrázolni (A típus, ISO 128), ha látható,
- szaggatott vékony vonallal ábrázolható, ha nem látható (F típus, ISO 128).

Ezeknek a határvonalaknak a menet legnagyobb átmérőjét meghatározó vonalakra kell végződnie.

A menetkifutások a menet működő végén túl vannak, kivéve a töcsavarok végeit. A menetkifutást folytonos ferde vonallal (B típus, ISO 128) kell ábrázolni, akkor ha funkcionálisan vagy a méretmegadáshoz szükséges:



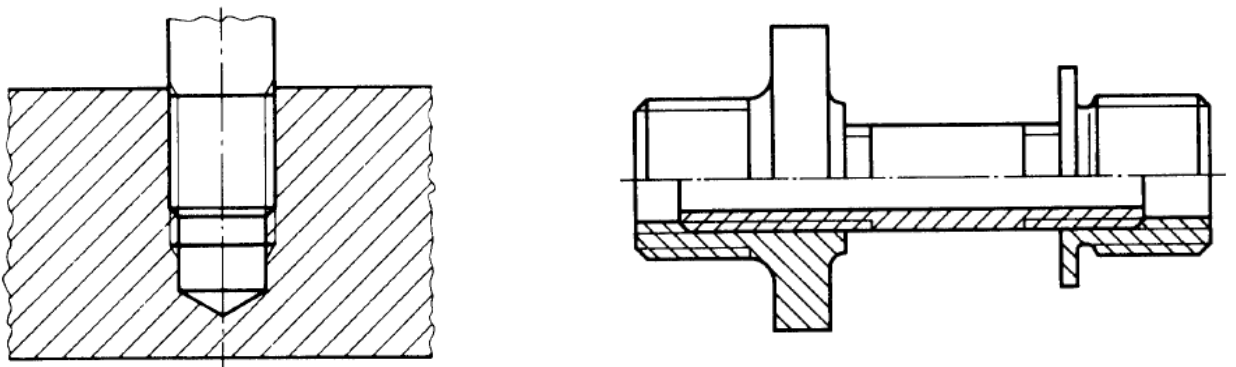
Egyéb esetben a menetkifutás ábrázolása elhagyható.



158. ábra Menetes furat ábrázolási lehetőségei

Szerelt menetes alkatrészek

A fenti szabályokat szerelt menetes alkatrészek esetén is alkalmazni kell. Az orsómenetet mindig úgy kell ábrázolni, hogy elfedje az anyamenetet. Az anyamenet hasznos hosszának határát ábrázoló vastag vonalat az anyamenet árkáig kell megrajzolni.



159. ábra Szerelt menetes alkatrészek

8.2.3 Alkatrészek meneteinek jelölése és méretmegadása

A csavarmentet típusát és méreteit kell megadni a menetekre vonatkozó nemzetközi szabványokban meghatározott megnevezéssel.

Ha ez a megnevezés fel van tüntetve a műszaki rajzon, akkor a feliratmezőből a nemzetközi szabványra való hivatkozást ki kell hagyni.

Általában a csavarmentet megnevezése tartalmazza

- a menetszelvény betűjelét (szabványosított jel, például M, G, Tr, HA);
 - a névleges átmérőt vagy méretet (20; 1/2; 40, 4,5 stb.); és ha szükséges
 - a menetemelkedést (L) milliméterben;
 - a menetszást (P) milliméterben,
 - a menetemelkedés irányát;
- valamint a kiegészítő jelöléseket, például
- a tűrésosztályt a vonatkozó nemzetközi szabvány szerint;
 - a menet becsavarási hosszának jelét (S=rövid, L=hosszú, N=normál);
 - a bekezdések számát.

A névleges átmérő a d, mindig az orsómentet csúcsára vagy az anyamenet árkára vonatkozik.

A menethossz mérete rendszerint a teljes mélységű menet hosszára vonatkozik kivéve, ha a menetikifutás funkcionálisan szükséges (például tő csavarok), és csak ezért van megrajzolva.

8.2.4 Menethossz és zsákfuratmélység

A menethossz méretét általában meg kell adni, de a zsákfurat mélységi mérete rendszerint elhagyható.

A zsákfurat mélységének jelölése az alkatrésztől és/vagy a menetfúráshoz alkalmazott szerszámtól függően szükséges. Ha a furatmélység mérete nincs meghatározva, akkor úgy kell megrajzolni, hogy az a menethossz 1,25-szöröse legyen.

8.2.5 Menetemelkedési irány jelölése

A jobbmenetet általában nem kell jelölni. A balmenetet jelölni kell a menetmegnevezéshez hozzáadott LH rövidítéssel. Az ugyanazon az alkatrészen levő jobb- és balmenetet minden esetben meg kell jelölni. Jobbmeneteket, ha szükséges a menet megnevezéséhez hozzáadott RH rövidítéssel kell megjelölni.

8.2.6 Csavarkötések egyszerűsített ábrázolása

Az egyszerűsített ábrázolásban csak a lényeges elemeket kell megmutatni. Az egyszerűsítés foka az ábrázolt tárgy fajtájától, a rajz méretarányától és a dokumentáció céljától függ.

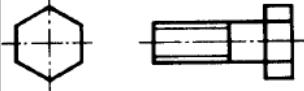
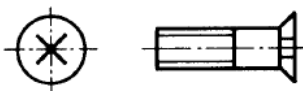

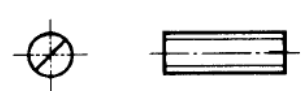





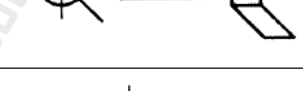






Ezért a menetes alkatrészek egyszerűsített ábrázolásában a következő elemeket nem kell megrajzolni:

- a csavaranyák és a csavarfejek élettörései;
- menetikifutások;
- a csavarok végeinek alakja;

– beszűrésok.

Csavarok és csavaranyák

Ha lényeges megmutatni a csavarfejek, a forgást átadó elemek és a csavaranyák kialakítását, akkor az egyszerűsített ábrázolásokra a táblázatban található példa. A táblázatban nem ábrázolt további elemkombinációk is alkalmazhatók. Az ellenkező (menetes) vég nézetének egyszerűsített ábrázolása nem szükséges.

Sor-szám	Elnevezés	Egyszerűsített ábrázolás	Sor-szám	Elnevezés	Egyszerűsített ábrázolás
1	Hatlapfejű csavar		9	Süllyesztettfejű csavar, keresztornyos	
2	Négylapfejű csavar		10	Hernyócsavar, egyenes hornyos	
3	Belsőkulcsnyílású csavar		11	Facsavar és lemezcsavar, egyenes hornyos	
4	Hengeresfejű csavar (lapos fejű), egyenes hornyos, "D" fejű		12	Szárnyas csavar	
5	Hengeresfejű csavar, keresztornyos		13	Hatlapú anya	
6	Lencsefejű csavar egyenes hornyos		14	Koronás anya	
7	Lencsefejű csavar keresztornyos		15	Négylapú anya	
8	Süllyesztettfejű csavar, egyenes hornyos		16	Szárnyas anya	

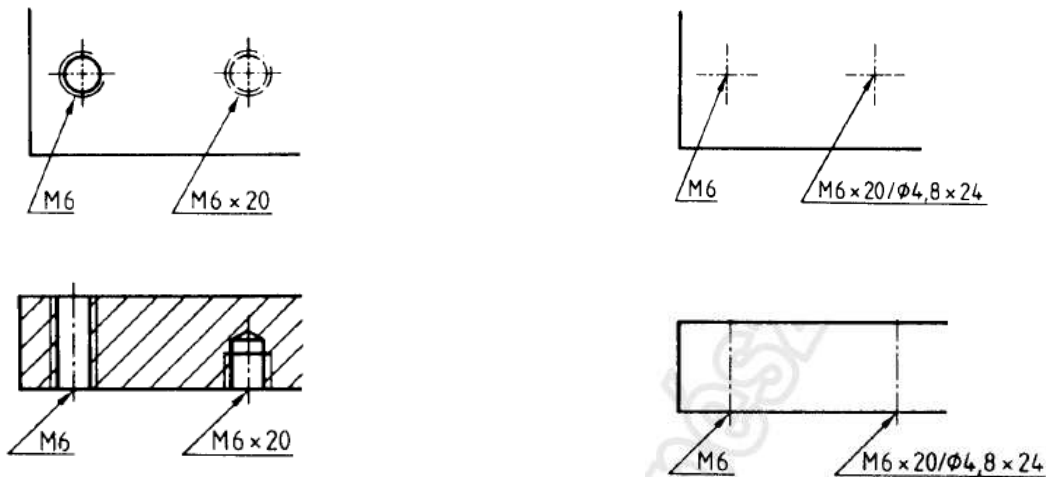
Kis átmérőjű menetes furatok

Az ábrázolás és/vagy a méretek jelölése egyszerűsíthető, ha

– az átmérő (a rajzon) $\leq \phi 6$ mm, vagy

– azonos típusú és méretű furatok és/vagy menetek szabályos elrendezéséről van szó

A megnevezés a furat középpontja felé mutató és nyílhegyben végződő mutatóvonalon helyezkedjen el (160. ábra)



160. ábra Kis átmérőjű menetes furatok egyszerűsített ábrázolása

A kötőelemek tengelyére merőleges síkban való ábrázolás

Furatoknak, csavaroknak és szegecseknek a tengelyükre merőleges síkban való ábrázolására az ISO 128 szerinti A vonalfajta folytonos, vastag vonalú, jelképes ábrázolását kell alkalmazni. A kötőelem helyzetét középponti kereszt adja meg.

A kereszt közepén jól felismerhető pont helyezhető el, a rajzmásolatok sablonként való használatának megkönnyítésére. A pont átmérője a középponti kereszthez alkalmazott vonalvastagság ötszörösének feleljen meg.

Furat ¹⁾ és csavar vagy szegecs	A furat			
	süllyesztés nélkül	süllyesztés az elülső oldalon	süllyesztés a hátoldalon	süllyesztés mindkét oldalon
Műhelyben fúrva és bépítve				
Műhelyben fúrva és az építési helyen beépítve				
Az építési helyen fúrva és beépítve				

¹⁾ A csavaroknak és a szegecseknek a furatoktól való megkülönböztetése érdekében a furatok vagy a kötőelemek pontos megnevezését a mindenkor nemzeti szabvány szerint kell megadni.*)
PÉLDA:
A furat megnevezése Ø13, a métermenetű csavaré M12x50, a szegecsé pedig Ø12x50.

A kötőelemek tengelyével párhuzamos síkban való ábrázolás

Furatoknak, csavaroknak és szegecseknek a tengelyükkel párhuzamos rajzsíkban való ábrázolására a táblázat szerinti jelképes ábrázolást kell alkalmazni. Ennek a jelképes ábrázolásnak a vízszintes vonalait az ISO 128 szerinti B vonalfajta vékony, folytonos vonalával kell megrajzolni, az összes többi elemet pedig az A vonalfajta vastag, folytonos vonalával.

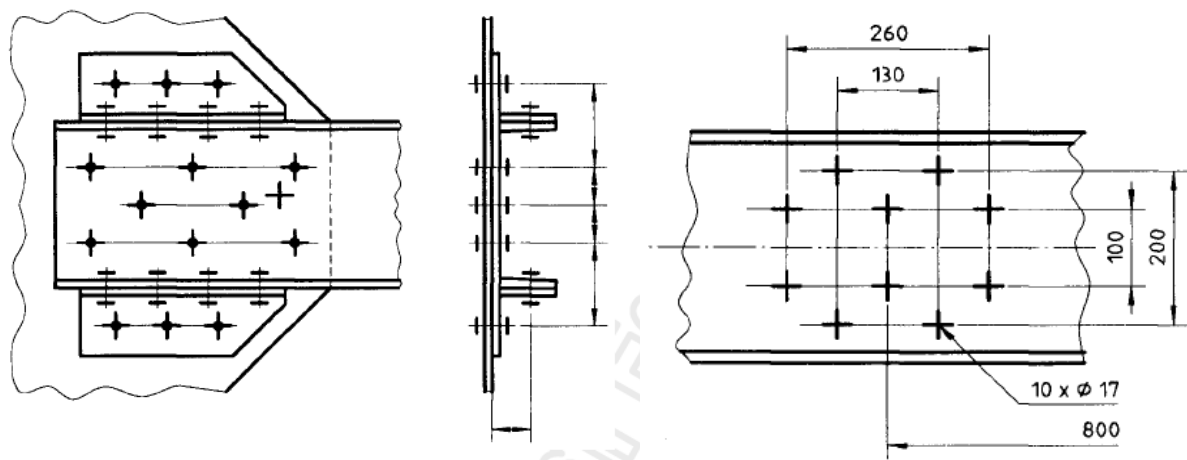
A furat	A furat		
	süllyesztés nélkül	süllyesztése az egyik oldalon	süllyesztése mindkét oldalon
Műhelyben fúrva			
Építési helyen fúrva			

Csavar vagy szegecs ¹⁾	A furat			
	süllyesztés nélkül	süllyesztés az egyik oldalon	süllyesztés mindkét oldalon	csavarok a csavaranya helyzetének megadásával
Műhelyben beépítve				
Az építési helyen beépítve				
Furat az építési helyen fúrva, a csavar vagy a szegecs az építési helyen beépítve				

¹⁾ A csavarok és a szegecs megkülönböztetése érdekében a kötőelemek pontos megnevezését a mindenkor nemzeti szabvány szerint kell megadni.
PÉLDA:
A métermenetű csavar megnevezése M12x50, szegecsé pedig Ø12x50.

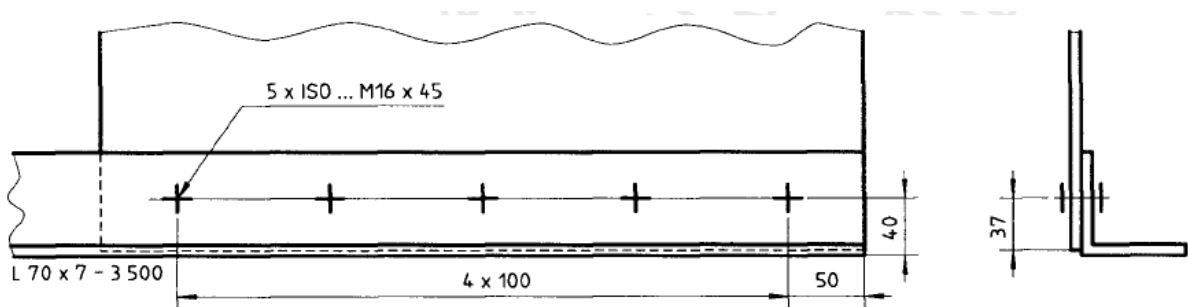
Méretmegadáskor a méretsegédvonalakat meg kell szakítani a furatoknak, a csavaroknak és a szegecsnek a tengelyükkel párhuzamos rajzsíkban való jelképes ábrázolása esetén (lásd a 161. ábrát).

A furatok átmérőjét olyan mutatóvonalon kell megadni, amely a furat jelképes ábrázolására irányul.



161. ábra Méretmegadás egyszerűsített ábrázolásakor

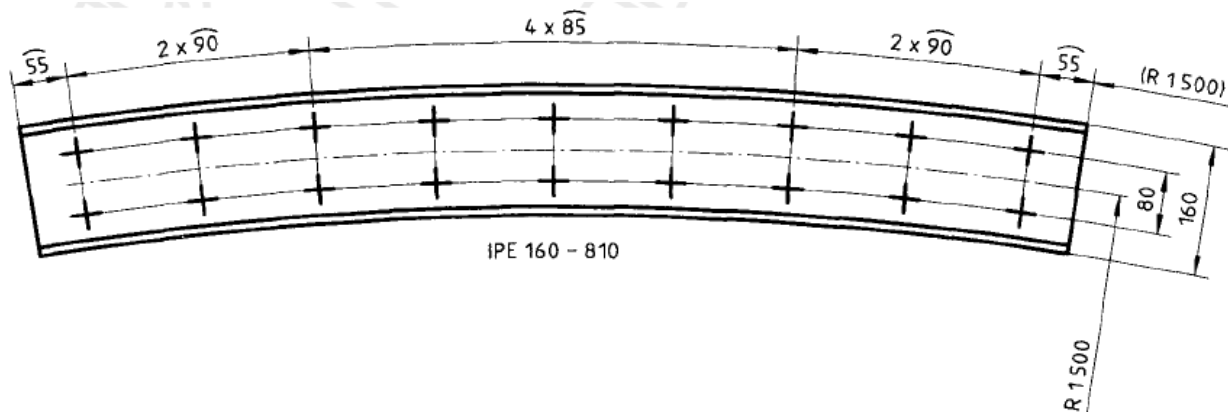
A csavarok és a szegecsek megnevezését a mindenkori nemzetközi szabvány vagy más használatos előírások szerint azon a mutatóvonalon kell megadni, amely a jelképes ábrázolásra irányul (lásd a 162. ábrát).



162. ábra Méretmegadás egyszerűsített ábrázolásakor

A furatok, a csavarok és a szegecsek megnevezését, azonos elemek egy csoportjára vonatkoztatva, elég egy szélső elem megadni. Ebben az esetben a csoportot alkotó furatoknak, csavaroknak vagy szegecseknek a számát a megjelölés elé kell beírni.

A középvonaltól azonos távolságra levő furatoknak, csavaroknak és szegecseknek a méretmegadása a 163. ábra szerint.



163. ábra Méretmegadás egyszerűsített ábrázolásakor

8.3 Kötőelemek ábrázolása MSZ EN ISO 5845:2000

Csavarkötések

A gépészetben használt csavarkötések elemeinek alakját, méretválasztékát és műszaki követelményeit szabványok rögzítik. A szabványos elemeket szabványos megnevezésükkel azonosítjuk.

A szilárdsági csoport az anyagminőséggel kapcsolatos. Az első száma az acélcsvar anyagának a szakítószilárdságára, a második a folyáshatárára utal.

- első szám: $\frac{R_m}{100} = \frac{500}{100} = 5$
- második szám: $\frac{R_{eH}}{R_m} \cdot 10 = \frac{300}{500} = 6$

Így az anyagjel: 5.6 Az anyagjellel meghatározott tulajdonságokat több konkrét anyag kielégíti. A szakítószilárdság így módon az első szám százszorosa, a folyáshatár a két szám szorzatának tízszerese. Az értékek mértékegysége N/mm² (MPa).

A csavaranya anyagminőségi jelében szereplő szám a vizsgálati feszültség (N/mm²) értékének századrésze. A vizsgálati feszültség az a feszültségérték, amellyel a csavarkapcsolatot terhelve az anya menetei nem nyíródnak le az orsó elszakadása előtt.

A csavar szakítószilárdsága nagyobb vagy egyenlő az anya vizsgálati feszültségénél.

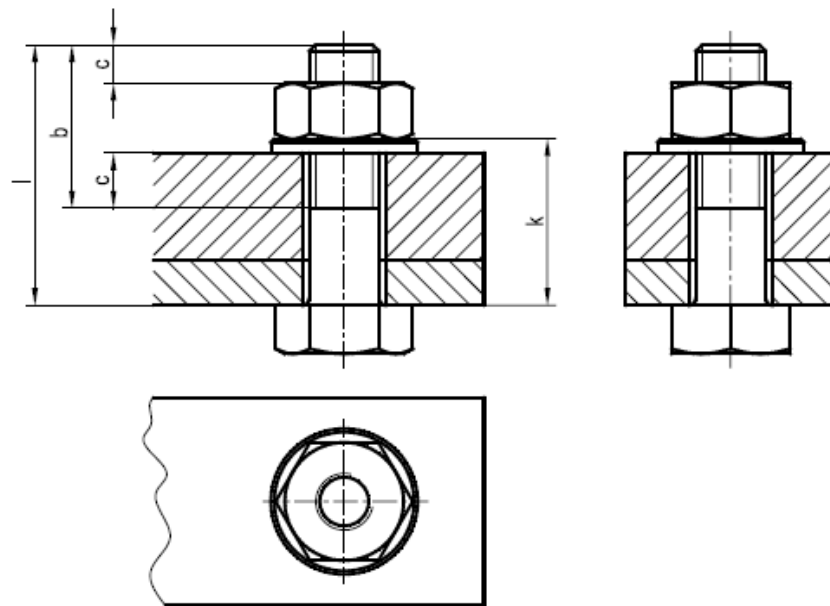
Az anyagminőségi jel a csavaron és a csavaranyán jól láthatóan fel van tüntetve. Az anyagminőségi jelek:

- csavar 3.6; 4.6; 4.8; 5.6; 6.6; 6.8; 6.9; 8.8; 10.9; 12.9; 14.9.
- csavaranya 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14 (ill. alacsony anyákra 04; 05 stb.)

A méret-, alak- és helyzettűréseket és a felületi érdességet pontossági fokozattal – A, B, C – adják meg. A legfinomabb az A, a legdurvább a C fokozat

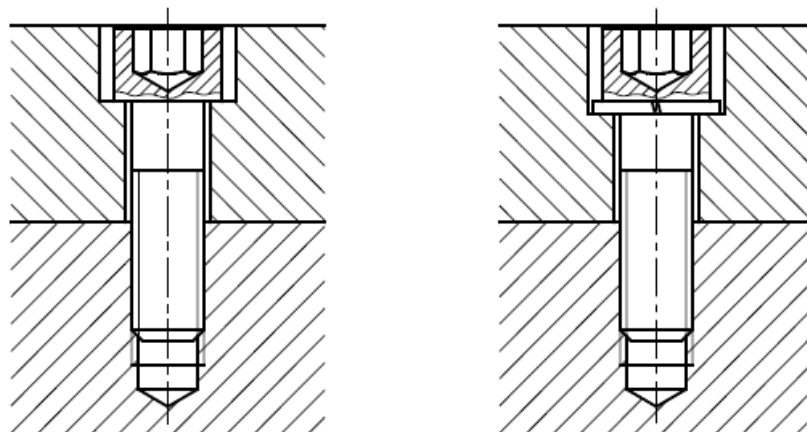
Hatlapfejű csavarkötést mutat a 164. ábra.

Az összeszerelendő elemekben lévő furat nagyobb, mint a csavar névleges mérete, az átmérőkülönbség függ a névleges mérettől (0,5–2 mm). A csavar szerkezeti hosszának meghatározása a közrefogási hosszról (k) és a hasznos menethosszról (b) függ. A menethossz a csavar gyártási adottsága.



164. ábra Hatlapfejú csavarkötés

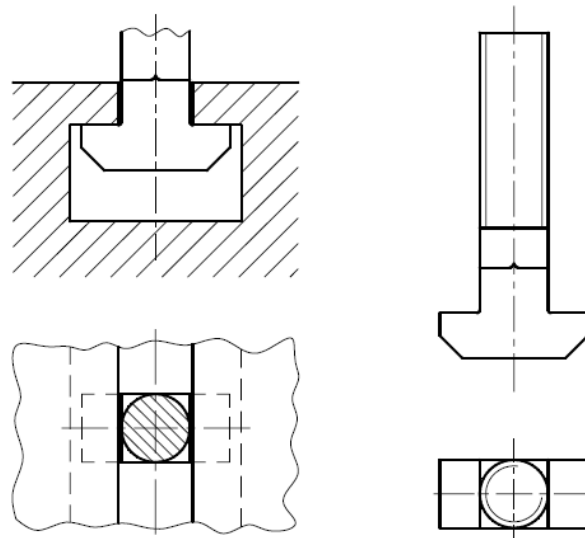
Belső kulcsnyílású csavarral létrehozott kötést ábrázol a 165. ábra.



165. ábra Belső kulcsnyílású csavarkötés

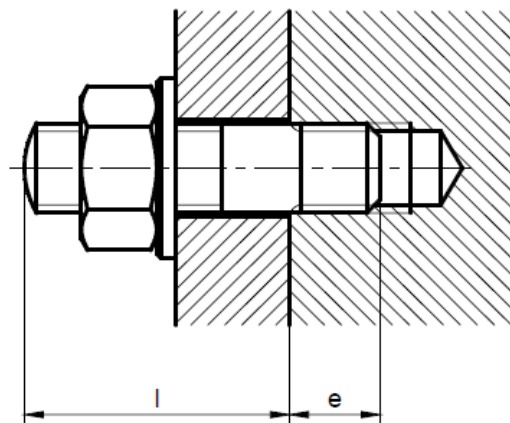
A kalapácsfejű négylaptövű csavart horonyhoz való rögzítéshez használják.

A horony fenéke olyan mély, hogy a csavart leeresztés után el lehet fordítani, majd felemelve, a négyyszögű szárrész lehetővé teszi a csavar meghúzását 166. ábra.



166. ábra Kalapácsfejű csavar

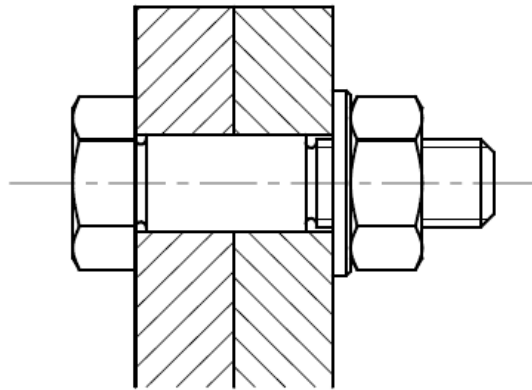
A 167. ábra ászokcsavaros kötést mutat.



167. ábra Ászokcsavaros kötés

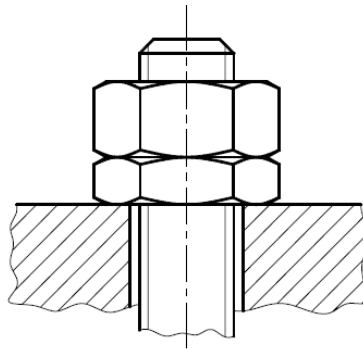
Illesztőcsavarral készített kötést mutat a 168. ábra.

Az illesztőcsavar szára nagyobb átmérőjű, mint a menetes rész átmérője, tőrése k_6 .

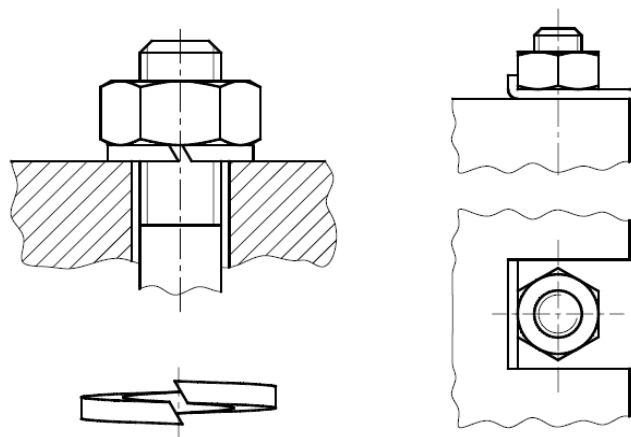


168. ábra Illesztőcsavarral készített csavarkötés

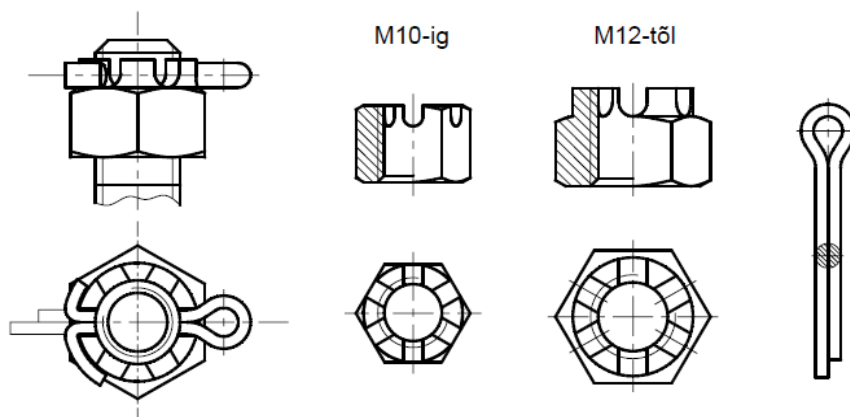
A csavarkötések oldható kötések. Hogy a csavarkötés ne lazuljon ki akaratlanul, külső hatások, például géprezgés hatására a kötést biztosítani kell. Különböző csavarbiztosítások láthatók a következő ábrákon.



169. ábra Kontra anyás csavarkötés biztosítás



170. ábra Rugós alátétes és biztosító lemezes csavarkötés

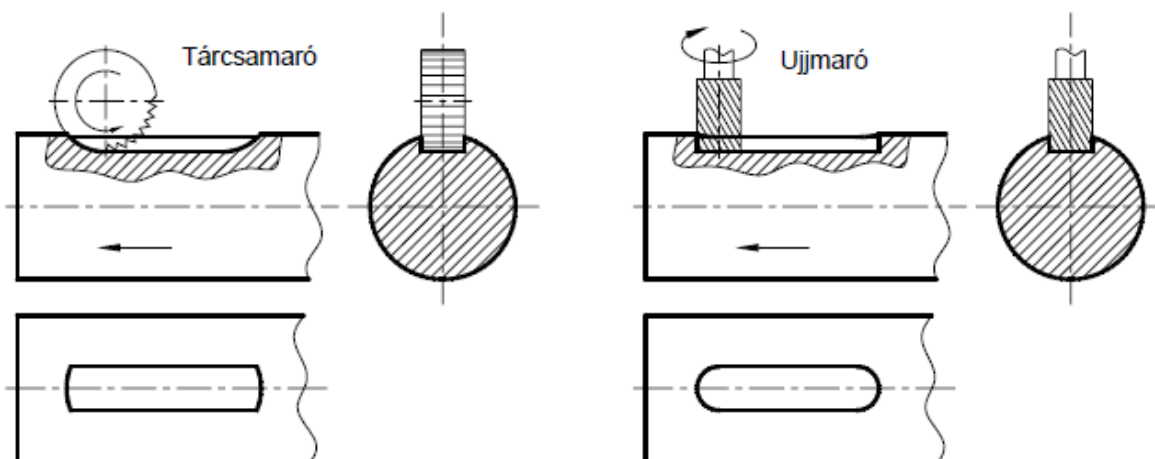


171. ábra Sasszeges csavarbíztoztás

8.4 Ékkötés ábrázolása

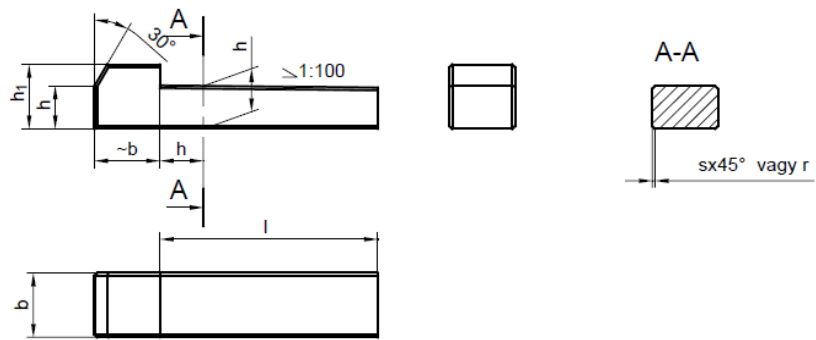
Az ékkötés forgatónyomatékot közvetít erőzáró kapcsolat segítségével. A beszerelése után befeszül a két kapcsolódó elem közé, így az agy tengelyirányú rögzítése nem szükséges.

A hornyos éket tárcsamarával készített horonyba, míg fészkes éket ujjmaróval előállított horonyba szerelik.

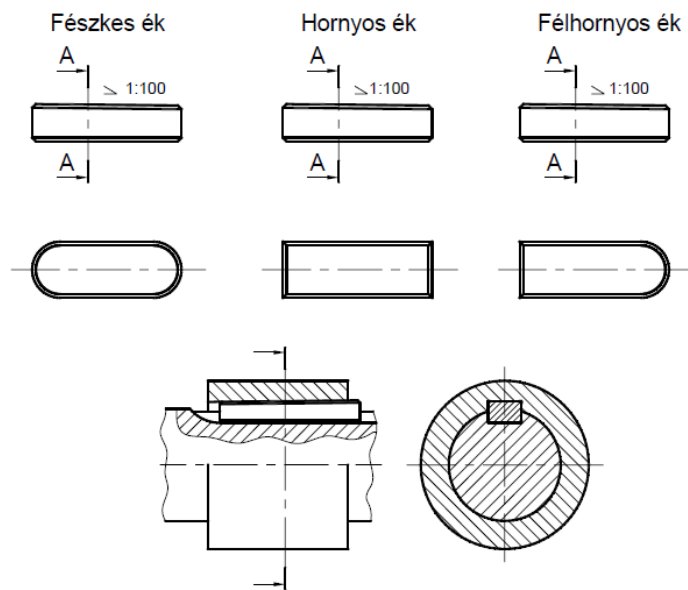


172. ábra Ékhorony kialakítási lehetőségei

Az ék hasáb alakú, kis lejtésű (1:100) gépelem. A lejtést a rajzon nem ábrázoljuk.



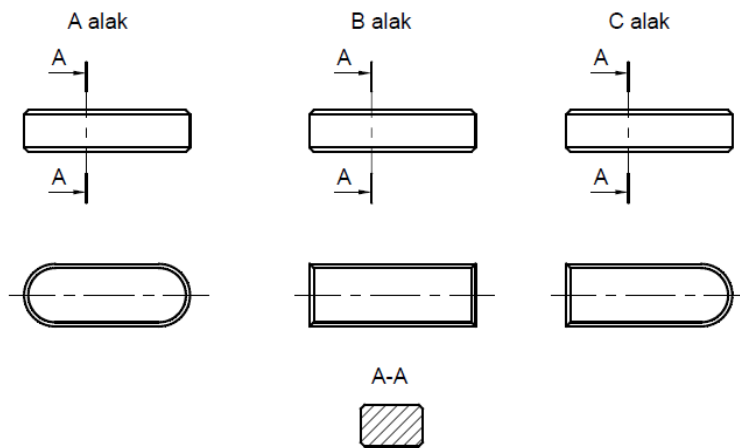
173. ábra Orros ék



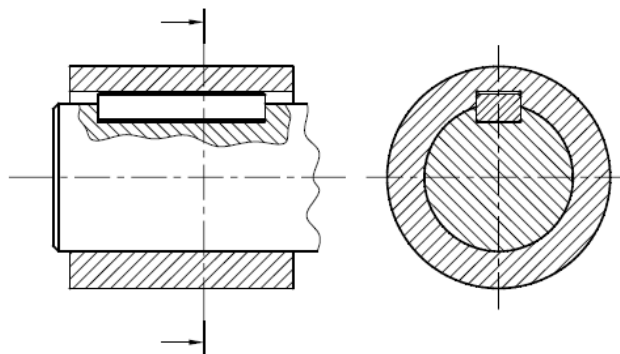
174. ábra Ékkötés

8.5 Reteszkötés ábrázolása

A retesz forgatónyomatékok közvetít alakzáró kapcsolat segítségével. Az agy tengelyirányú rögzítése szükséges.

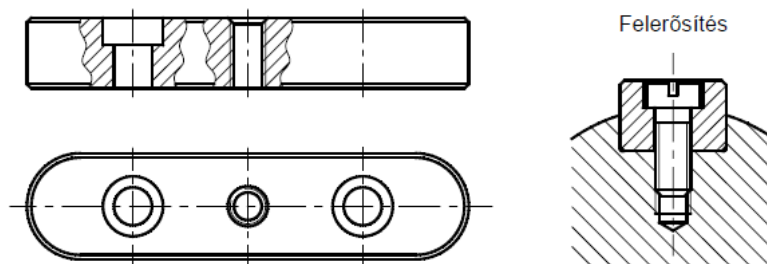


175. ábra Retesz típusok



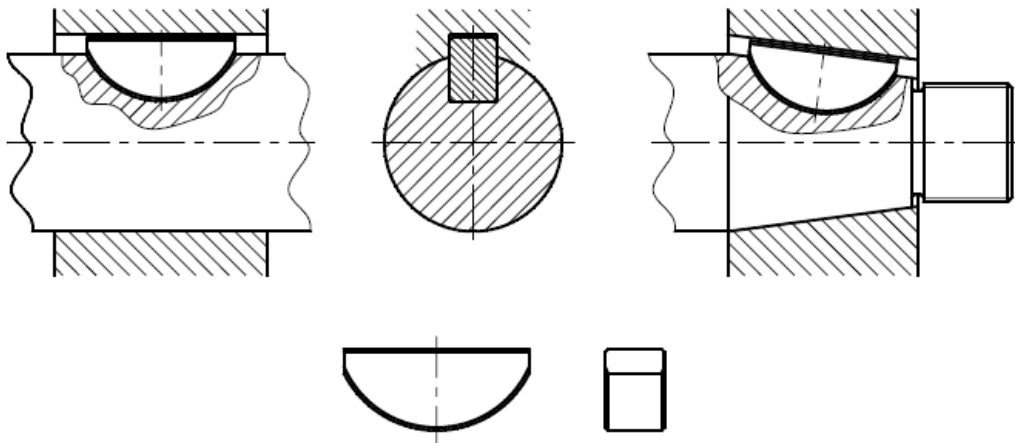
176. ábra retszkötés tengelyirányú rögzítés ábrázolása nélkül

Ha az alkatrésznek a tengelyen tengelyirányban elmozgathatónak kell lennie, siklóreteszt alkalmaznak. A siklóreteszt a horonyban csavarral rögzítik.



177. ábra Siklóretesz

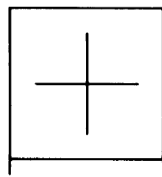
Kisebb nyomatékok átvitelére használják az íves reteszkötetést.



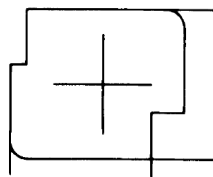
178. ábra Ívesretesz kötés

8.6 Gördülőcsapágyak ábrázolása MSZ EN ISO 8826:2000

Általános célokra (a terhelési irány vagy a csapágyfajta meghatározott jellemzői nélkül, ha nem szükséges a pontos körvonalat ábrázolni) a gördülőcsapágy egy négyzettel és a négyzet közepén elhelyezett, szabadon álló, egyenes kereszttel ábrázolható. A kereszt nem érintheti a határoló vonalakat. Ezt az ábrázolást lehet alkalmazni a tengely egyik vagy mindkét oldalán





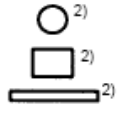
Ha a gördülőcsapágy pontos körvonalát kell ábrázolni, akkor azt a keresztmetszet tényleges körvonalalaival kell ábrázolni, egyenes kereszttel a közepén. A kereszt nem érintheti a határoló vonalakat.



Az egyszerűsített ábrázolás esetén a vonalkázást kerülni kell. Ha különleges esetekben ez a jobb érthetőség miatt szükséges (például katalógusok képeiben), akkor a csapágyak minden olyan alkatrészét, amelynek ugyanaz a tételszáma, kivéve a gördülőtesteket, ugyanabban az irányban vékony, folytonos vonallal (az ISO 128 szerinti **B** vonalfajttal) kell vonalkázni. A csapágy különböző tételszámú alkatrészei különböző irányokban és/vagy különböző távolságokban vonalkázandók.




















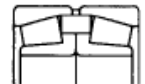
8.6.1 A gördülőcsapágyak részletes, egyszerűsített ábrázolásának elemei

A gördülőcsapágyak részletes, egyszerűsített ábrázolását mutatják a következő táblázatok. A gördülőcsapágyakat mindig a gördülőcsapágy vízszintes tengelye feletti térben kell megrajzolni

Sor-szám	Elem	Leírás	Alkalmazás
1.1.		Hosszú, folytonos, egyenes vonal.	Beállási lehetőség nélküli gördülőelem tengelyét ábrázoló vonal.
1.2.		Hosszú, folytonos, ívelt vonal.	Beállási lehetőségű gördülőelem tengelyét ábrázoló vonal.
1.3.	Választható megadás (példák) 	Rövid, folytonos, egyenes vonal [azonos az egyes gördülőelem középvonalával (radiális)], amely az 1.1. vagy az 1.2. sorszámút 90°-os szögben keresztezi (előnyben részesített, egyszerűsített megadás). Kör Széles négyszög Keskeny négyszög	A gördülőelemek sorainak száma és helyzete. Golyó Görgő Tű
<p>¹⁾ Ez az elem ábrázolható ferdén, a gördülőcsapágy fajtájától függően. ²⁾ A rövid, folytonos, egyenes vonal helyett, ez az elem alkalmazható a gördülőelem ábrázolására.</p>			

Terhelésjellemzők			Gördülőelemek				
			Két gyűrű		Három gyűrű		
			Egysoros	Kétsoros	Egysoros	Kétsoros	
Terhelési irány	Radiális	Beállítás	nem				
			igen				
	Axiális	Beállítás	nem				
			igen				
	Radiális és axiális	Beállítás	nem				
			igen				

MEGJEGYZÉS: Az e táblázat szerinti gördülőcsapágyak mindig a gördülőtengely feletti térben vannak megrajzolva.

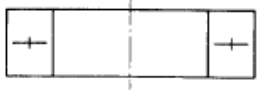
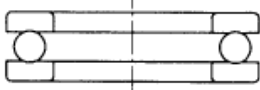
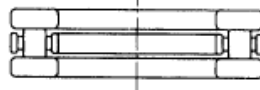

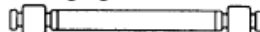
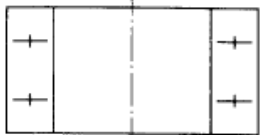
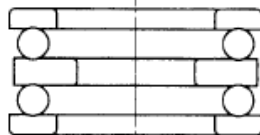
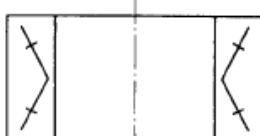
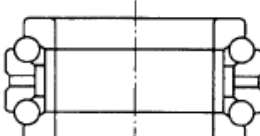

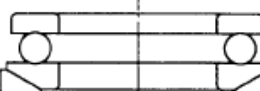
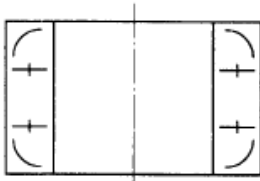
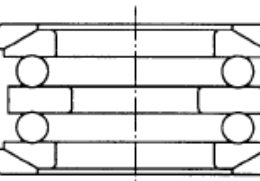
Részletes, egyszerűsített ábrázolás		Alkalmazás	
		Golyóscsapágó	Görgőscsapágó
		Ábra ¹⁾ és útmutató ²⁾	Ábra ¹⁾ és útmutató ²⁾
3.1.		 Egysoros radiális golyóscsapágó, ISO 15, ISO 8443 Gömbpalástú golyóscsapágó, ISO 9628	 Egysoros hengergörgős csapágó, ISO 15
3.2.		 Kétsoros radiális golyóscsapágó, ISO 15	 Kétsoros hengergörgős csapágó, ISO 15
3.3.			 Egysoros beálló radiális görgőscsapágó, ISO 15
3.4.		 Kétsoros beálló golyóscsapágó, duplasoros, ISO 15	 Kétsoros beálló radiális golyóscsapágó, ISO 15
3.5.		 Egysoros ferde hatásvonalú golyóscsapágó, ISO 582	 Egysoros kúpgörgős csapágó, szögérintkezős, ISO 355
3.6.		 Kétsoros ferde hatásvonalú golyóscsapágó	
3.7.		 Kétsoros ferde hatásvonalú golyóscsapágó, osztott belső gyűrűvel	
3.8.			 Kétsoros kúpgörgős csapágó, osztott belső gyűrűvel ISO 355

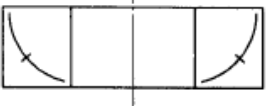
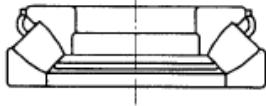
¹⁾ Nem teljes rajz, csak tájékoztatásra való.

²⁾ Ha van.

Részletes, egyszerűsített ábrázolás		Ábra ¹⁾ és útmutató ²⁾		
4.1.		 Egysoros tűgörgős csapágy, ISO 1206	 Tűgörgős csapágy húzott külső gyűrűvel, belső gyűrű nélkül, ISO 3245	 Tűgörgős kosár, ISO 3030
4.2.		 Kétsoros tűgörgős csapágy	 Kétsoros tűgörgős csapágy húzott külső gyűrűvel, belső gyűrű nélkül	 Kétsoros, tűgörgős kosár, ISO 3031
4.3.		 Beálló, tűgörgős csapágyak	 Beálló, tűgörgős csapágyak	 Beálló, tűgörgős csapágyak
¹⁾ Nem teljes rajz, csak tájékoztatásra való. ²⁾ Ha van.				

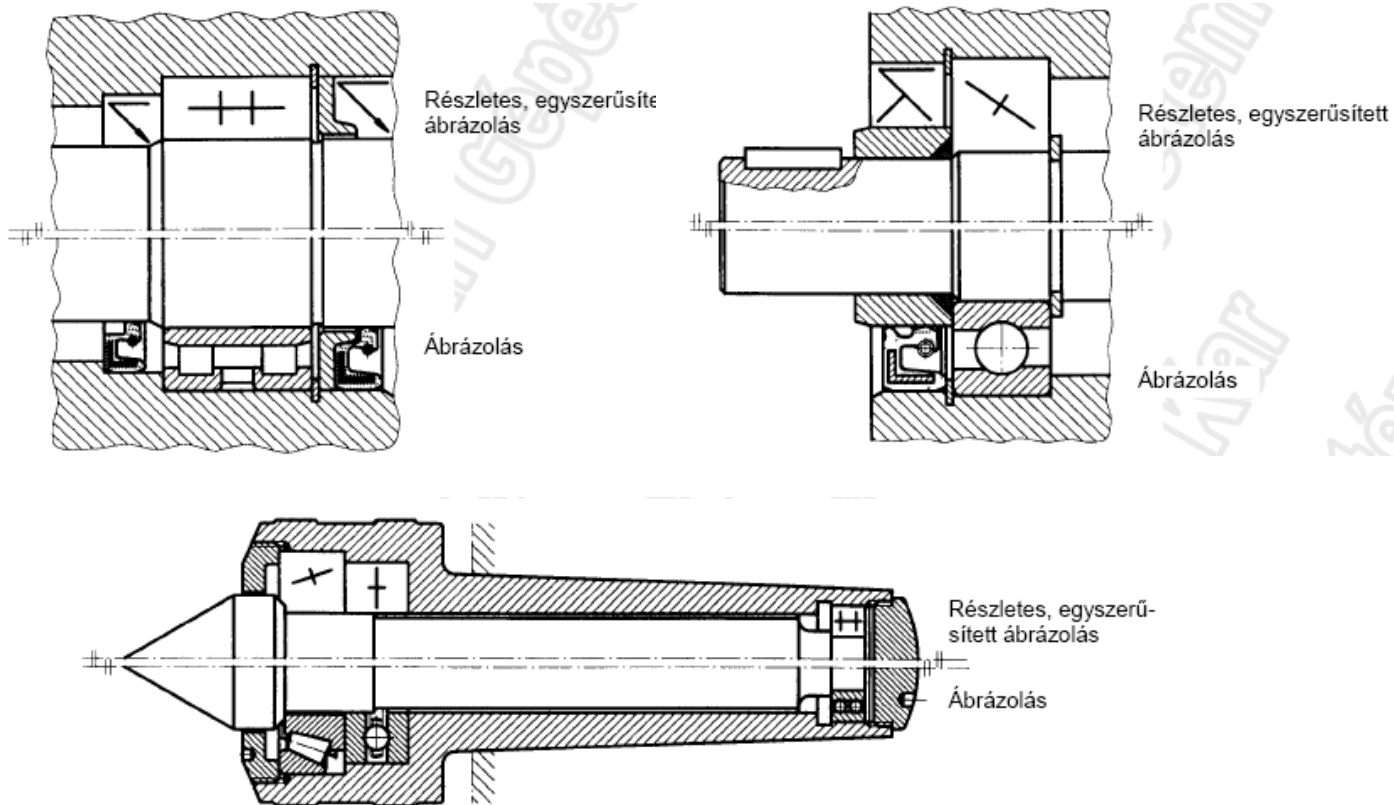
Részletes, egyszerűsített ábrázolás		Ábra ¹⁾	
5.1.		 Radiális golyóssorral kombinált tűgörgős csapágy	
5.2.		 Radiális golyóssorral kombinált tűgörgős csapágy, osztott belső gyűrűvel	
5.3.		 Axiális golyóssorral kombinált tűgörgős csapágy	
5.4.		 Axiális hengergörgőssorral kombinált tűgörgős csapágy, belső gyűrű nélkül	
¹⁾ Nem teljes rajz, csak tájékoztatásra való.			

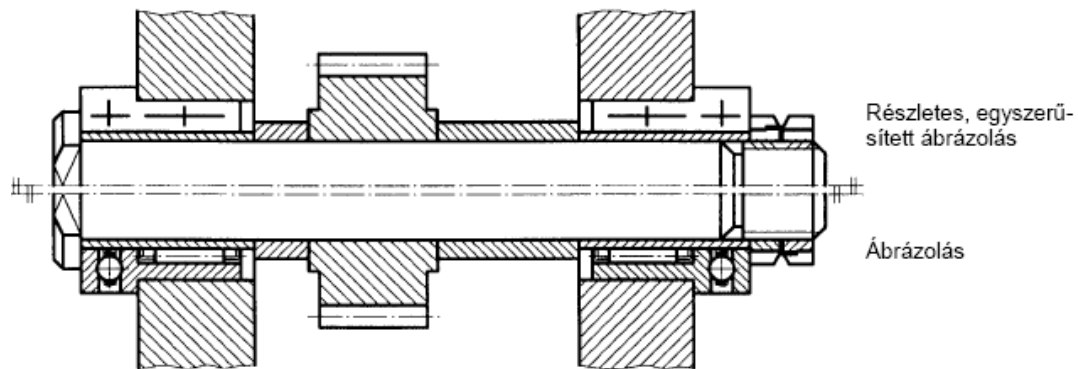
Részletes, egyszerűsített ábrázolás		Alkalmazás	
		Golyóscsapágy	Görgős- vagy tűgörgős csapágy
		Ábra ¹⁾ és útmutató ²⁾	Ábra ¹⁾ és útmutató ²⁾
6.1.		 Egyfelé ható axiális golyóscsapágy ISO 104	 Egyfelé ható axiális görgőscsapágy  Axiális tűgörgős kosár  Axiális görgős kosár
6.2.		 Kétfelé ható axiális golyóscsapágy ISO 104	
6.3.		 Ferde hatásvonalú axiális golyóscsapágy	
6.4.		 Egyfelé ható axiális golyóscsapágy, gömbfelületű fészek- és alátétárccával	
6.5.		 Kétfelé ható axiális golyóscsapágy, gömbfelületű fészek- és alátétárccával	

Részletes, egyszerűsített ábrázolás	Alkalmazás	
	Golyóscsapágó	Görgős- vagy tűgörgős csapágó
	Ábra ¹⁾ és útmutató ²⁾	Ábra ¹⁾ és útmutató ²⁾
6.6. 		 Beálló egyfelé ható axiális görgőscsapágó, aszimmetrikus görgőkkel, ISO 104
¹⁾ Nem teljes rajz, csak tájékoztatásra való. ²⁾ Ha van.		

Példák

A gördülőcsapágó részletes, egyszerűsített ábrázolására példák:





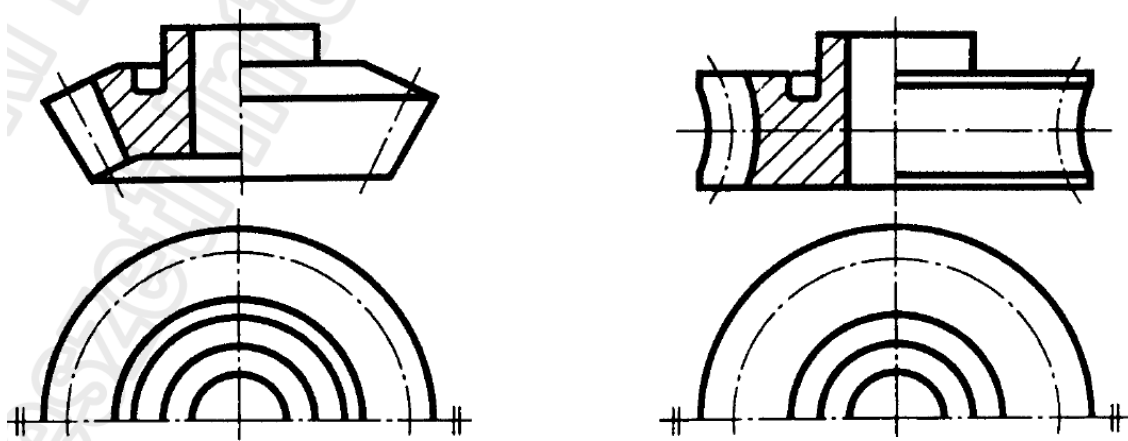
8.7 Fogaskerek ábrázolása MSZ EN ISO 2203:1999

8.7.1 Fogaskerék részletrajz

8.7.1.1 Körvonalak és élek

A fogaskerek körvonalait és éleit úgy kell ábrázolni, mintha azok a következők szerintiek lennének:

- metszet nélküli nézetben a tömör fogaskerék fogtető felülettel határolva,
- tengelymetszetben, a kerek két szemben levő, metszet nélküli foggal ábrázolva akkor is, ha a keréknek nincs a tengelymetszet síkjába levő foga vagy a fogazat nem páros számú.



179. ábra Fogaskerék ábrázolása

8.7.1.2 Osztófelület

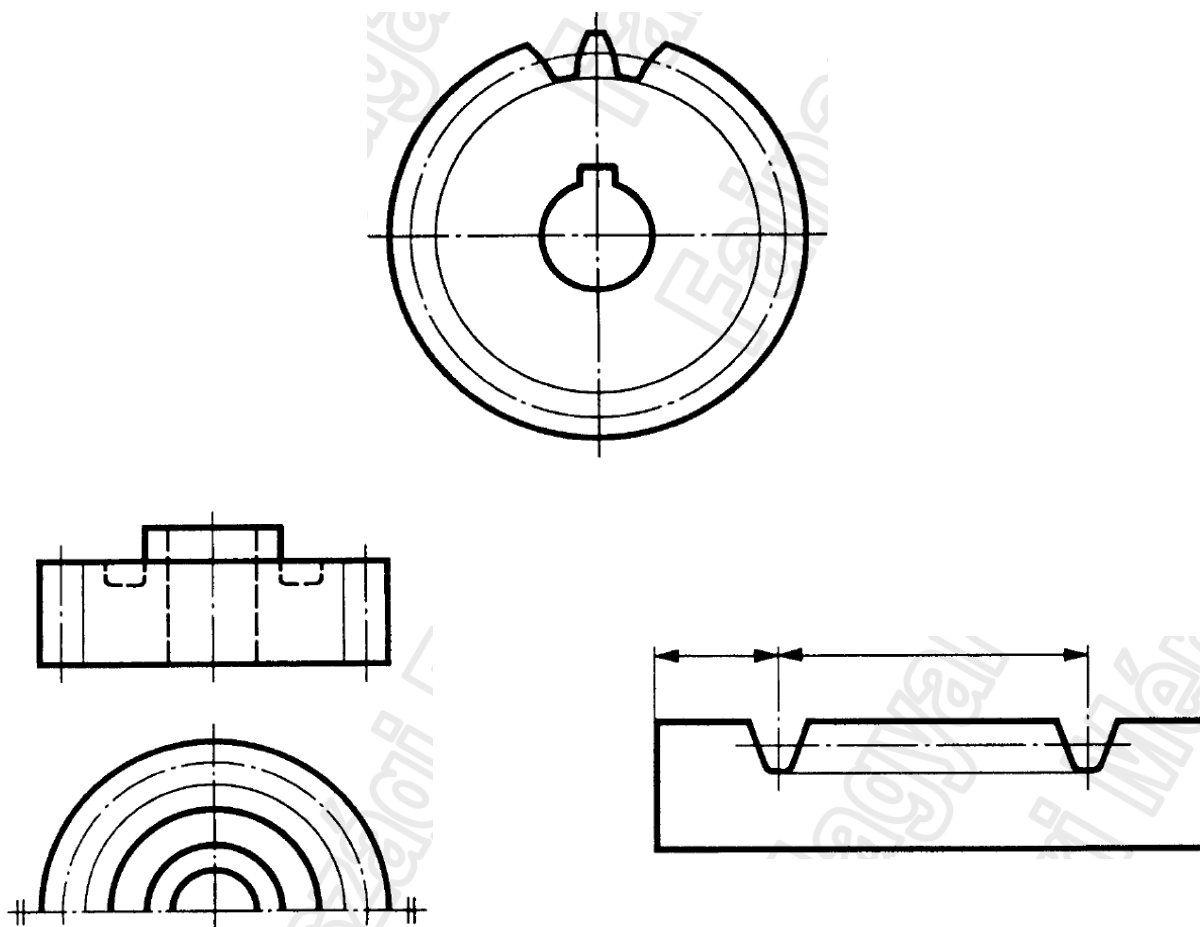
Az osztófelületet, a kerék takart részein vagy a metszetekben is, vékony pontvonallal kell megadni a következők szerint:

- a tengelyre merőleges vetítésben osztókörével: hengereskerék vagy csigakerék esetén a középső osztókört, kúpkerék esetén a külső osztókört, hengeres csiga esetén az osztókört,

– a tengellyel párhuzamos vetítésben az osztófelület tengelymetszet szerinti látszólagos körvonalával kell ábrázolni, amely mindkét oldalon túlnyúlik a fogazat körvonalán:
hengereskerék, illetve kúpkerek esetén a hengerrész, illetve a kúpész, hengeres csiga esetén a hengerközép alkotóit, csigakerék esetén a középhoronykört

8.7.1.3 Fogtőfelület

A fogtőfelületet általában csak metszetekben kell ábrázolni. Ha szükséges, akkor a fogtőfelületet vékony, folytonos vonallal rajzolva nézetben is ábrázolni kell.

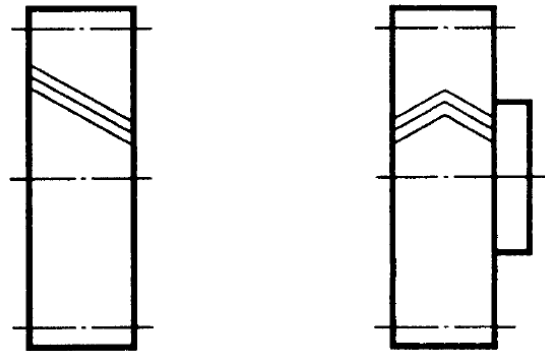


8.7.1.4 Fogazat

A fogprofil szabványra való hivatkozással és/vagy megfelelő méretarányú rajzzal kell megadni. Ha szükséges, akkor a rajzon egy vagy két fogat ábrázolni kell (a fogazott rész végeinek vagy a fogak helyzetének adott tengelysíkhöz viszonyítása érdekében), és azokat vastag, folytonos vonallal kell megrajzolni. Ha a fogaskerék vagy a fogasléc fogainak irányát is szükséges

megadni, akkor a fogaskerék tengelyével párhuzamos vetületen három, vékony folytonos vonallal kell a megfelelő alakot és irányt ábrázolni

Fogazási mód	Rajzjel
Ferde fogazat jobb bal	
Ferde fogazat nyílfogazat	
Csigakerék ívelt fogazat	



Megjegyzés: Fogaskerékpár ábrázolásakor a fogirányt csak az egyik fogaskeréken kell ábrázolni.

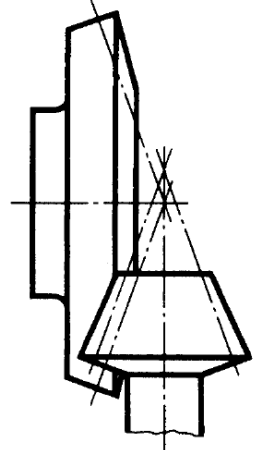
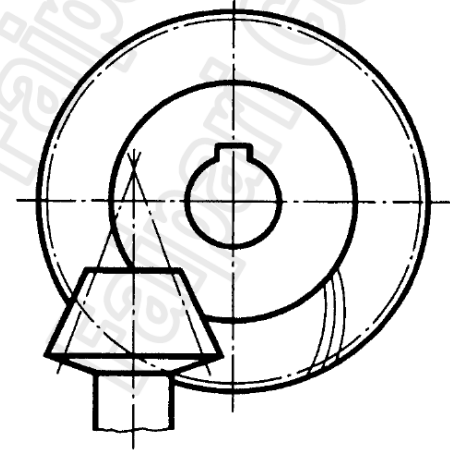
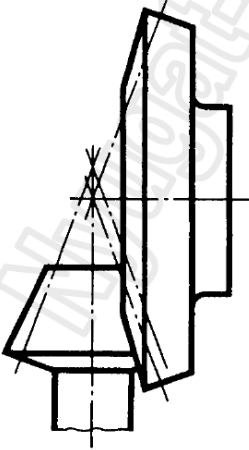
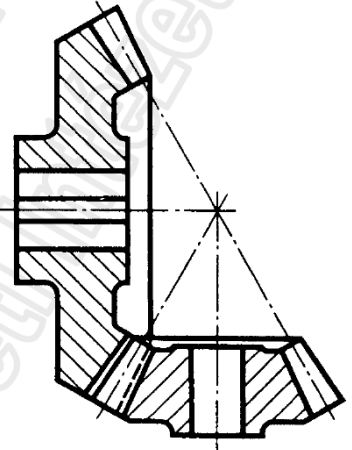
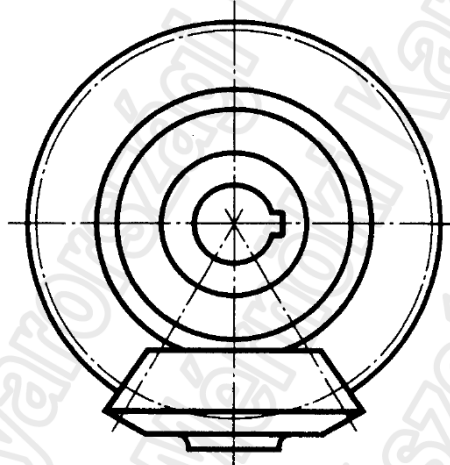
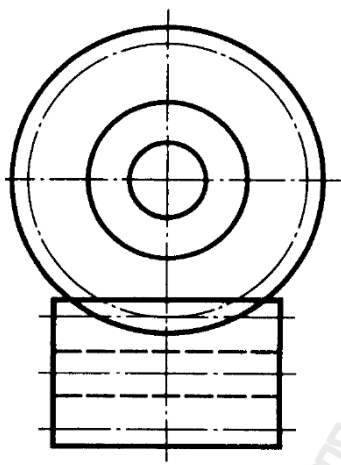
8.7.2 Fogaskerékpárok ábrázolása

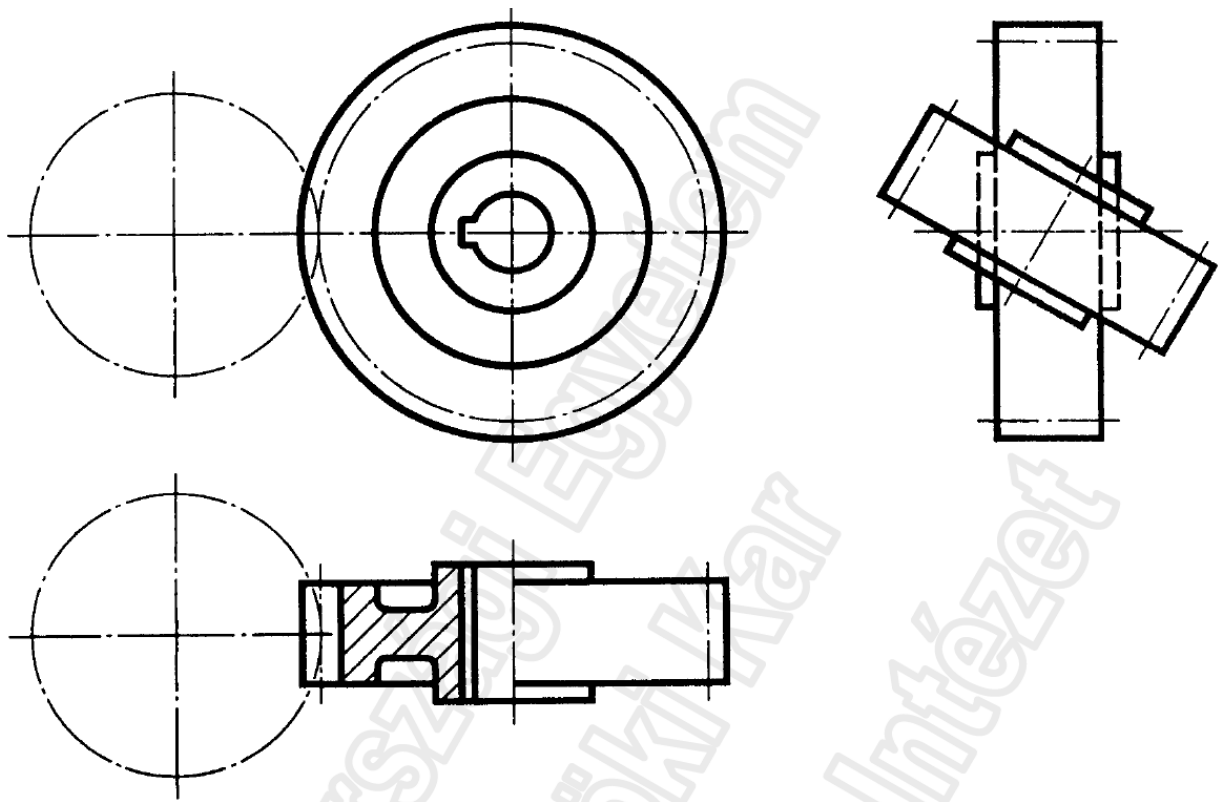
A fogaskerekek részletrajzokon való ábrázolására vonatkozó szabályokat az összeállítási rajzokra is alkalmazni kell. Azonban kúpkerékpárok ábrázolása esetén, a tengellyel párhuzamos vetületen az osztófelület vonalát meg kell hosszabbítani az osztókúpcsúcsig.

A fogaskerékpárokat úgy kell ábrázolni, hogy a kapcsolódás helyén egyik fogaskerék se takarja el a másikat a következő két eset kivételével:

1. Ha a két fogaskerék közül az egyik teljesen a másik előtt van, és így ténylegesen eltakarja a másik fogaskerék egy részét.
2. Ha mindkét fogaskerék tengelymetszetben van ábrázolva, akkor választás szerint a két fogaskerék közül az egyik eltakarja a másikat.

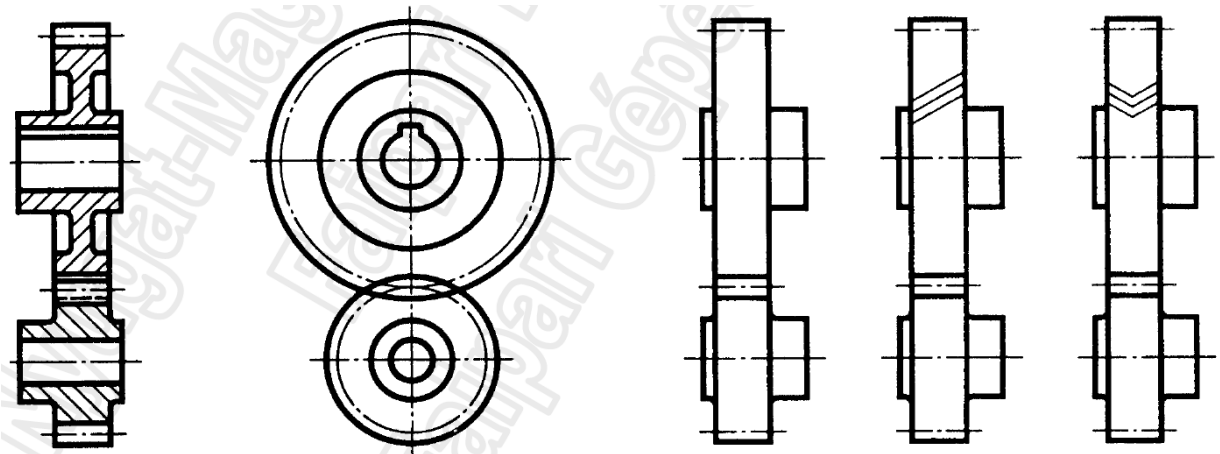
Ebben a két esetben az eltakart éleket nem kell ábrázolni, ha ez a rajz egyértelműségét nem befolyásolja



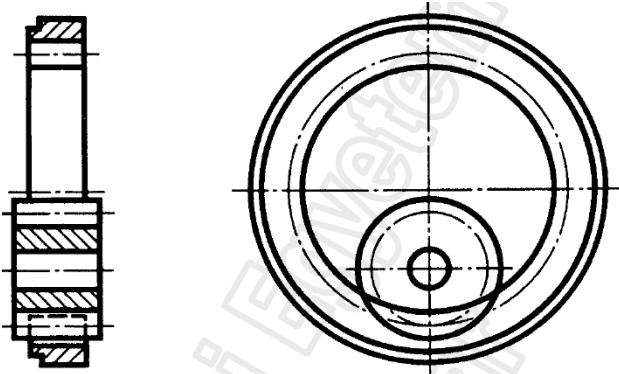


Ábrázolási példák:

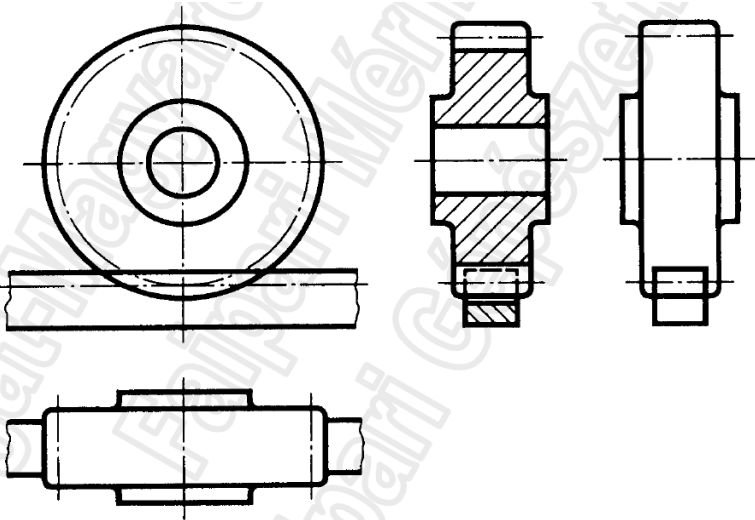
Hengereskerékpár külső kapcsolódása



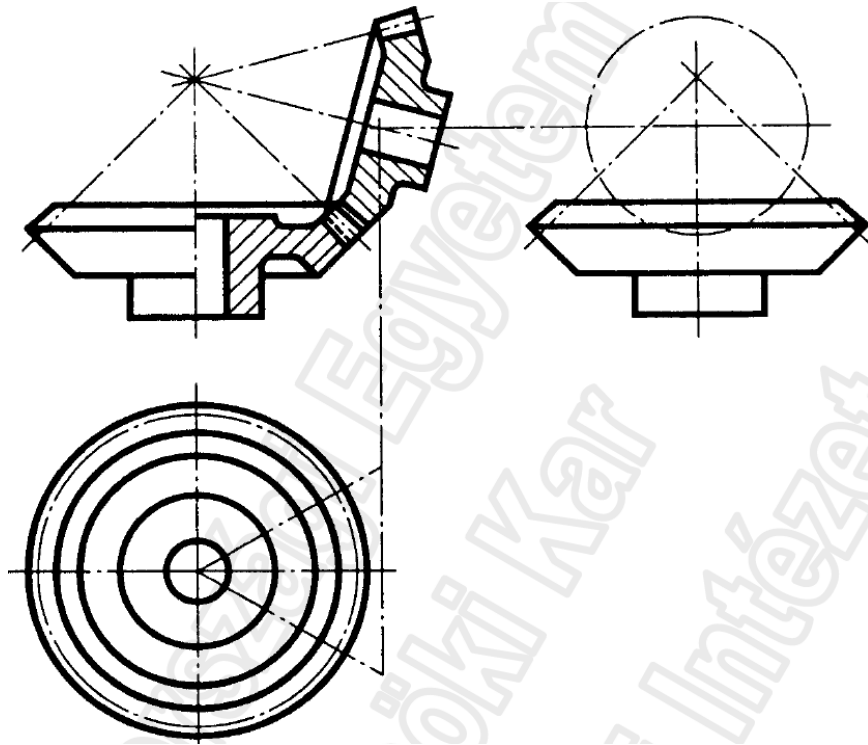
Hengereskerékpár belső kapcsolódása



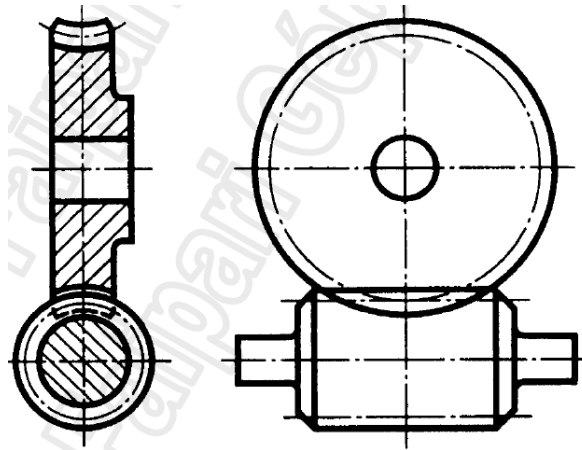
Hengereskerék kapcsolódása fogasléccel



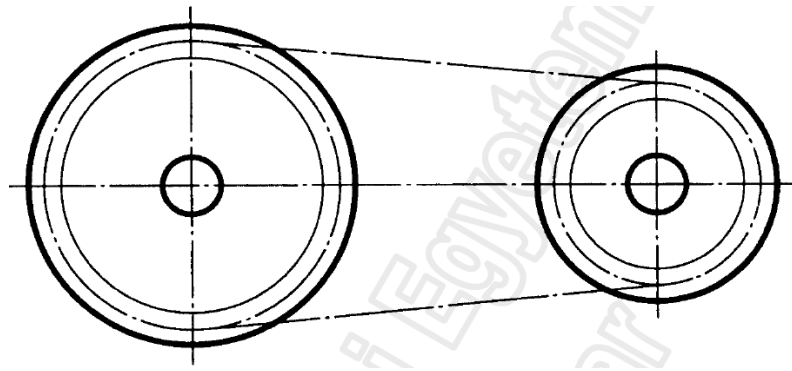
Kúpkerékpár kapcsolódása tetszés szerinti szögű tengelymetszésponttal



Csiga és csigakerék











Lánckerék láncsal



8.8 Csővezetékek ábrázolása MSZ EN ISO 6412:2003

Gyakori mérnöki feladat valamilyen csővezeték rajzi ábrázolása. A csővezetékek nyomvonalát gyakran elegendő egyszerűsítve ábrázolni. Az alkalmazott vonalfajtaikat mutatja a következő táblázat:

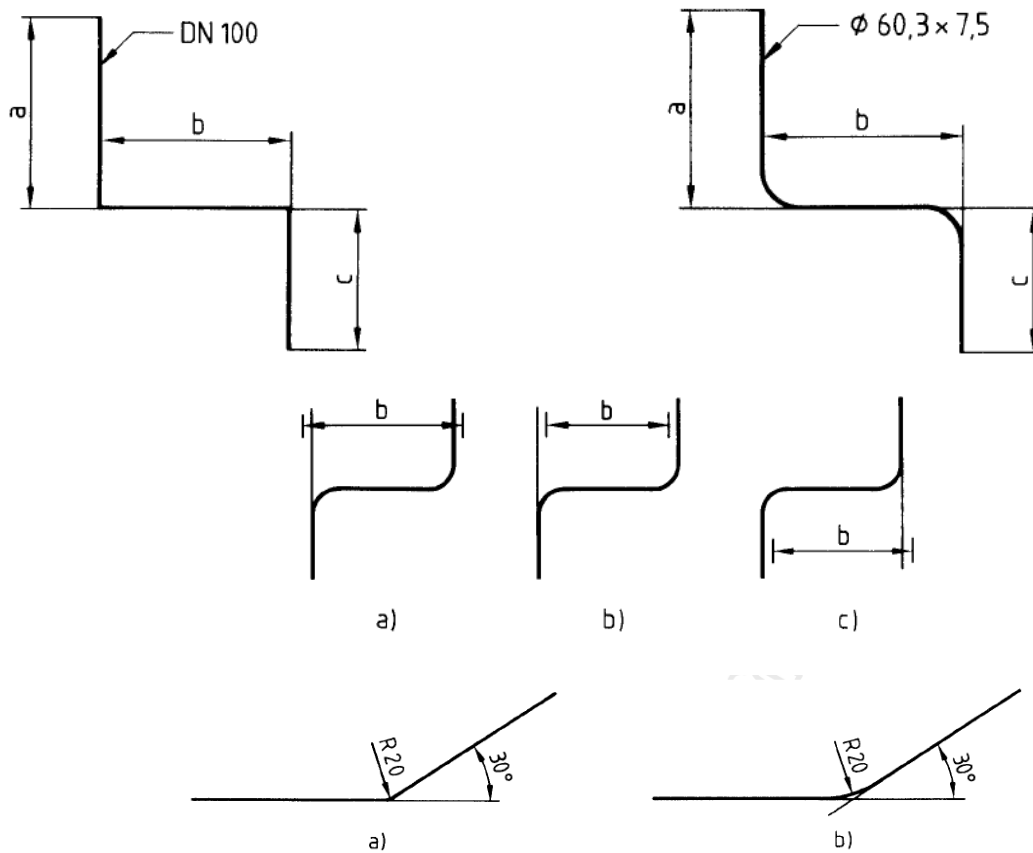
Vonalfajta az ISO 128 szerint	Leírás	Alkalmazás
A 	Vastag, folytonos vonal	A1 Áramlási vonalak és csatlakozó részek
B 	Vékony, folytonos vonal	B1 Vonalkázás (sraffozás) B2 Méretmegadás B3 Mutatóvonalak B4 Egyméretű axonometrikus koordinátaháló
C 	Vékony, folytonos szabad-kézi vonal	C1/D1 Rész- vagy megszakított nézetrajzok, metszetek határvonalai
D 	Vékony, folytonos egyenes törésvonal	
E 	Vastag, szaggatott vonal	E1 Más rajzon előírt áramlási vonal
F 	Vékony, szaggatott vonal	F1 Födém F2 Falak F3 Mennyezetek F4 Nyílások (nyílások áttörései)
G 	Pontvonal	G1 Középvonalak
EJ 	Nagyon vastag pontvonal ¹⁾	EJ1 Építési határvonal
K 	Vékony kétpont-vonal	K1 Csatlakozó részek körvonalai K2 A metszősík előtt levő részek

1) A G típusú vonal vastagságának négyszerese.

A párhuzamos vonalak közötti távolság (ide tartozik a vonalkázás is) nem lehet kisebb a legvastagabb vonal vastagságának kétszeresénél, de legalább 0,7 mm legyen. Az egymás mellett levő áramlási vonalak közötti, valamint az áramlási vonalak és az egyéb vonalak közötti legkisebb távolsága 10 mm legyen. A felirat feleljen meg az ISO 3098-1 szerinti előírásoknak, előnyben részesítve a B típusú álló feliratot

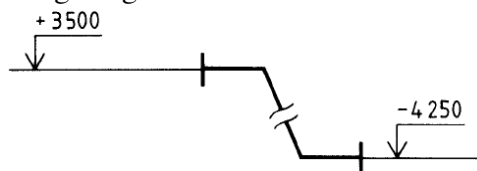
A hajlított csövek méreteit általában középvonaltól középvonalig kell megadni

Ha a méretet a cső felületvédelmének külső vagy belső síkjától vagy a cső felületétől kell megadni, akkor a méret olyan nyilakkal adható meg, amelyet a méretsegédvonallal párhuzamos, rövid, vékony vonalkák határolnak. A hajlítások sugarai és szögei a 180. ábra szerint jelölhetők. A funkcionális szöveget jelölni kell; azonban a 90°-os szögeket általában nem kell jelölni.



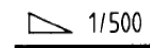
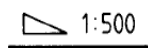
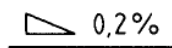
180. ábra Csővezeték ábrázolási példák

A magassági méretek általában a cső középvezetékére utalnak. Ha különleges esetben meg kell adni a cső alsó részének a magassági méretét, rövid, vékony vonalra mutató referencianyíllal kell jelölni. A cső felső részének a magassági méretét hasonlóan kell megadni.



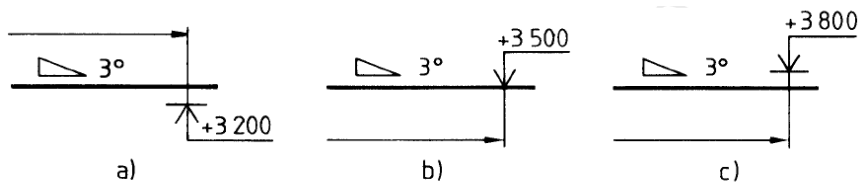
181. ábra Csővezeték magassági méretének megadása

A lejtés irányát az áramlási vonal fölött elhelyezett, a magasabb szint felől az alacsonyabb szint felé mutató derékszögű háromszöggel kell jelölni. Cél szerű a lejtő cső magassági méretét vagy a magasabban levő, vagy az alacsonyabban levő végénél, vagy bármely alkalmas pontjában az alapszintre vonatkoztatva megadni. A csővégek helyzetét a végek homloklapfelületének a középpontjára vonatkozó koordináták megadásával kell jelölni.



a)

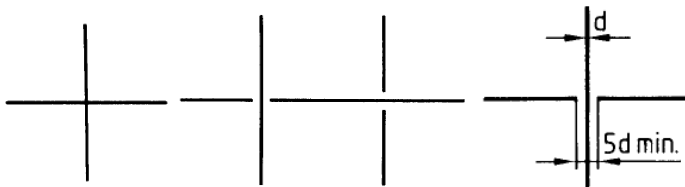
b)



182. ábra Csővezeték lejtésének megadási lehetőségei

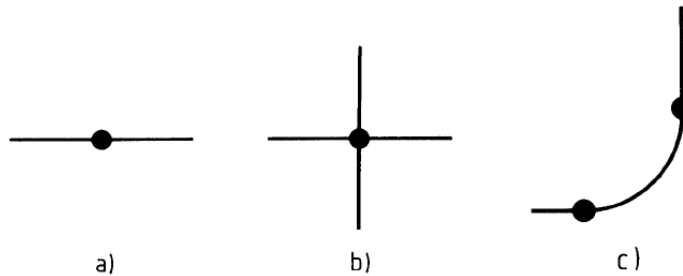
Kereszteződő csövek és csőcsatlakozások

A csatlakozás nélkül kereszteződő csöveket általában a takart csövet ábrázoló áramlási vonal megszakítása nélkül kell ábrázolni, ha azonban feltétlenül jelölni kell azt, hogy az egyik cső a másik mögött halad, akkor a takart csövet ábrázoló áramlási vonalat meg kell szakítani (lásd a 183. ábrát). Az egyes megszakítások mérete nem lehet kisebb a folytonos vonal vastagságának ötszörösénél.



183. ábra Csővezetékek kereszteződésének jelölése

Oldhatatlan (hegesztett vagy más eljárással készített) kötéseket ponttal kell megjelölni (lásd a 184. ábrát). A pont átmérője a vonalvastagság ötszöröse legyen.

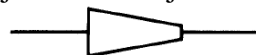


184. ábra Oldhatatlan kötések jelölése

8.8.1 A berendezések ábrázolása

A berendezések, a gépek, a szelepek stb. összes elemét rajzjelekkel kell ábrázolni, ugyanazzal a vonalvastagsággal, mint az áramlási vonal. A csőcsatlakozásokat, a csővégeket, T idomokat, csőíveket az áramlási vonal vastagságával azonos vastagságú vonallal kell ábrázolni.

A megfelelő névleges méreteket a rajzjel felett kell jelölni.



Koncentrikus, egyszeres



Koncentrikus, többszörös

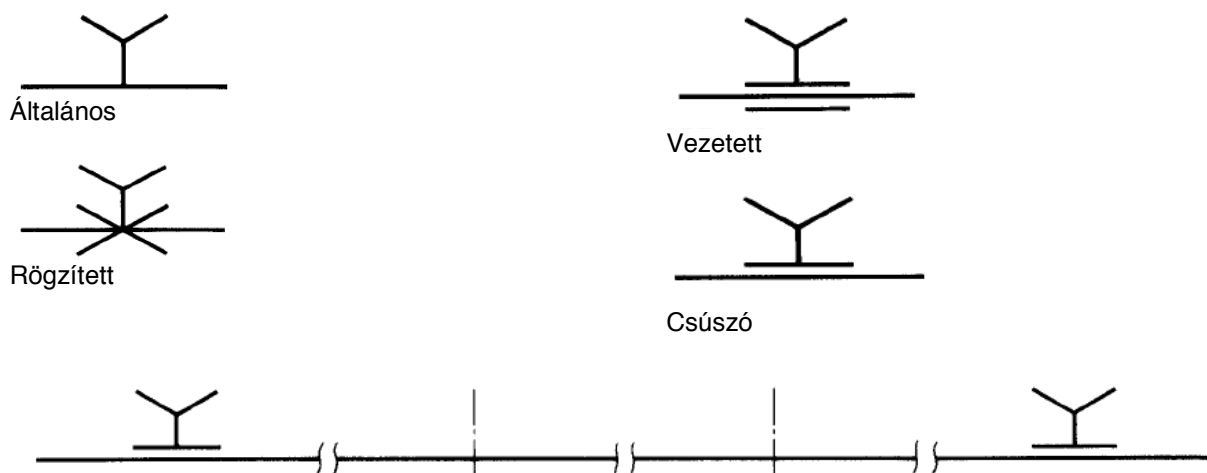


Excentrikus, egyszeres

185. ábra Csőcsatlakozások jelölése

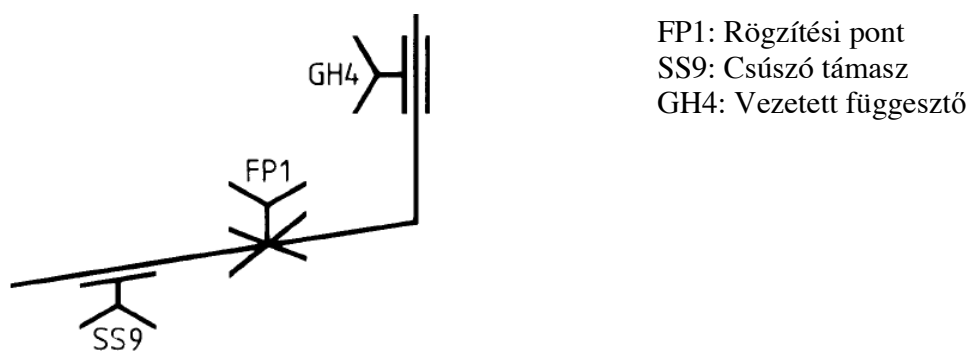
A támaszokat és a felfüggesztőket a 186. ábra szerinti, a célnak megfelelő rajzjelekkel kell ábrázolni.

MEGJEGYZÉS: támaszok esetén ugyanezeket a rajzjeleket kell alkalmazni, fordított állásban.



186. ábra Függesztékek ábrázolása

Ha szükséges, a támaszok és felfüggesztők 187. ábra szerinti rajzjelei kiegészíthetők a több tájékoztatást adó, számozást tartalmazó alfanumerikus kóddal. A számozást tartalmazó kódot a rajzon vagy a vele kapcsolatos dokumentumon meg kell adni.



187. ábra Támaszok kiegészítése kóddal

Írásban lehet megadni az olyan kiegészítő előírásokat, mint a szigetelés, a felületbevonat, az áramlásjelző vonalak.

Ha szükséges, akkor az olyan csatlakozó szerkezeteket, mint a tartályok, a gépek, amelyek nem tartoznak közvetlenül a csővezetékhez, körvonalakkal lehet ábrázolni, vékony kétpont-vonallal.



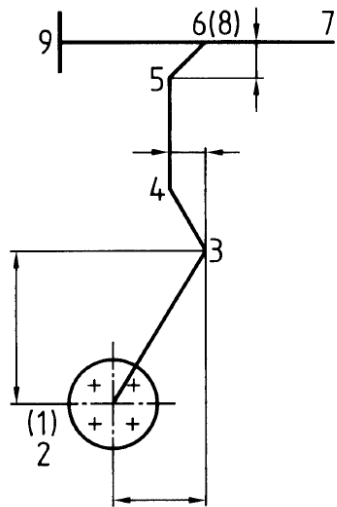
188. ábra Cstalakozó alkatrész ábrázolása

Az áramlási irányt nyílhegygel kell ábrázolni, a nyílhegyet az áramlási vonalon vagy a nyilat a szelepet ábrázoló rajzjel közelében elhelyezve:

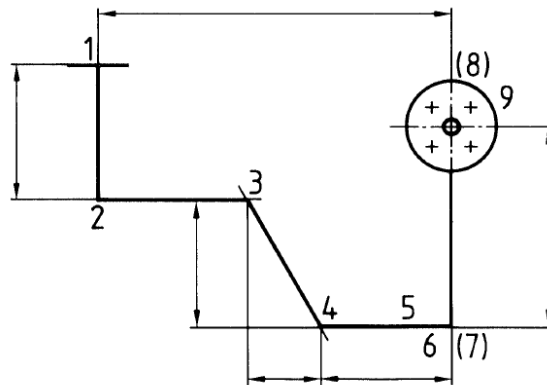
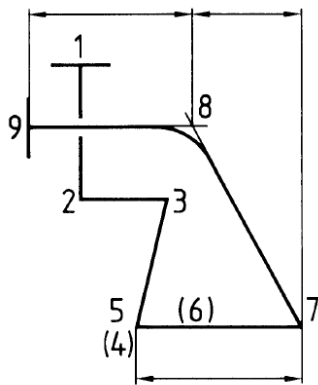


A csőkarimákat, fajtájuktól és méretüktől függetlenül, a következők szerint kell ábrázolni:

- két koncentrikus körrel, előlnézetben,
- egy körrel, hátnézetben,
- egy vonallal, oldalnézetben, az alkalmazott vonalvastagság a cső ábrázolásakor alkalmazott vonalvastagsággal azonos legyen. A karimafuratok egyszerűsítve, a középvonalaikon megfelelő számú kereszttel ábrázolhatók.



Hivatkozási szám	A végpontok koordinátái		
1	$x_1 = -8$	$y_1 = +72$	$z_1 = +50$
9	$x_9 = -20$	$y_9 = 0$	$z_9 = +40$



189. ábra Ábrázolási példák

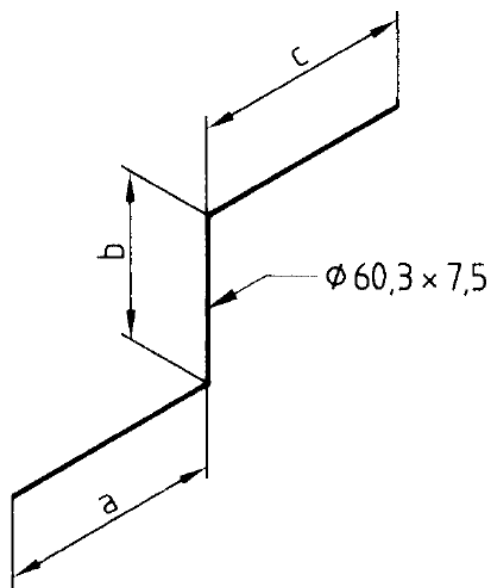
MEGJEGYZÉS: Azokat a helyeket, ahol a cső iránya változik, valamint a csőkapcsolatok helyét hivatkozási számok jelölik. Az eltakart helyekre vonatkozó hivatkozási számok zárójelben vannak.

8.8.2 Méretmegadás és különleges szabályok

A csövek külső átmérőjének (d) és falvastagságának (t) jelölése a 190 ábra szerinti lehet. A névleges méreteket a „DN” rövidített megnevezéssel lehet megadni.

A hossz- és a szögméreteket általában az ISO 129 szerint kell jelölni. A hosszméretek a csővégek, a karimák külső homloklfelületétől, vagy az illesztés középvonalától kezdődjenek, a célnak megfelelően.

A hajlított csövek méreteit középvonaltól középvonalig vagy középvonaltól csővégig kell megadni.

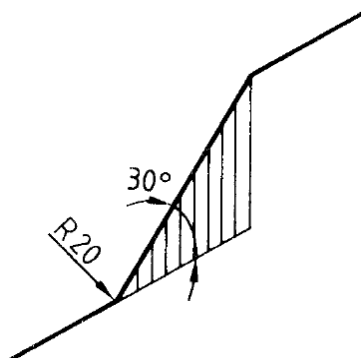


190. ábra Példa méretmegadásra

A hajlítási sugarak és szögek a 191. ábra szerint jelölhetők. A funkcionális szöget jelölni kell.

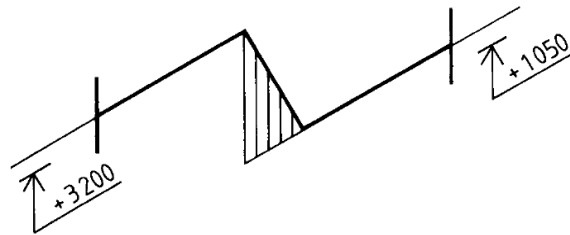
MEGJEGYZÉS: A hajlítások ábrázolása egyszerűsíthető az áramlási vonal egyenes szakaszának az ív csúcspontjáig való meghosszabbításával.

Az érthetőség érdekében azonban ábrázolható a csövek tényleges hajlítása. Ebben az esetben, ha a hajlítások vetületei egyébként ellipszis alakúak lennének, akkor ezek a vetületek egyszerűsítve, körívvel ábrázolhatók.



191. ábra Hajlítási sugár ábrázolása

A magassági méreteket 192. ábra szerint kell jelölni. A mutatóvonalak vízszintes részének követnie kell az ahhoz tartozó áramlási vonal irányát.

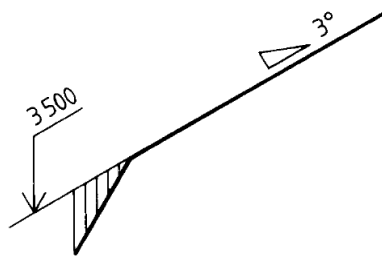


192. ábra Magassági méretek megadása

A lejtés irányát az áramlási vonal fölött elhelyezett derékszögű háromszöggel kell jelölni, amely a magasabb szint felől az alacsonyabb szint felé mutat, az áramlási vonal egyméretű axonometrikus irányának megváltoztatása nélkül.

A lejtés mértékét a 193. ábra szerint kell jelölni.

Azonban célszerű lehet a lejtést valamelyik alapszintre vonatkoztatva megadni.



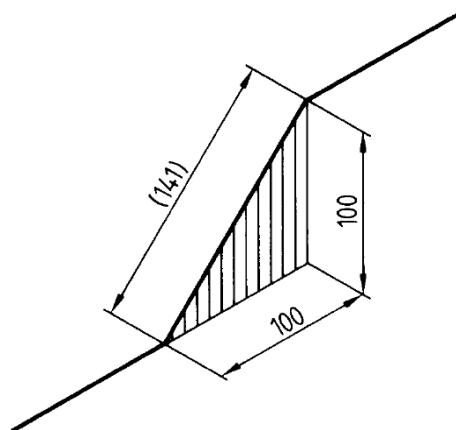
193. ábra Csővezeték lejtésének jelölése

Ha szükséges megadni a csővégek helyzetét is, akkor azt a végek homlokfelületének a középpontjára vonatkozó koordináták megadásával lehet jelölni.

Csatlakozó rajzok esetében tájékoztató hivatkozást kell adni. Például „az x rajzon folytatódik”.

Ha szükséges, akkor a vonalkázott segédvetítősíkok méretei megadhatók (lásd a 194. ábrát).

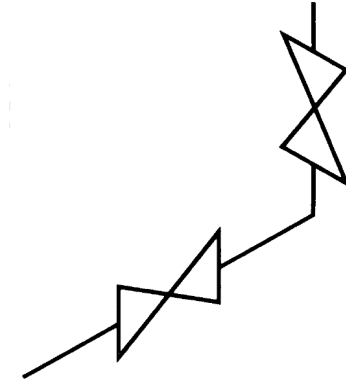
Ha gyártási és/vagy műszaki okokból kettős méretmegadás szükséges, akkor az egyik méretet zárójelbe kell tenni.



194. ábra Segéd vetítősík méreteinek megadása

8.8.3 Rajzjelek

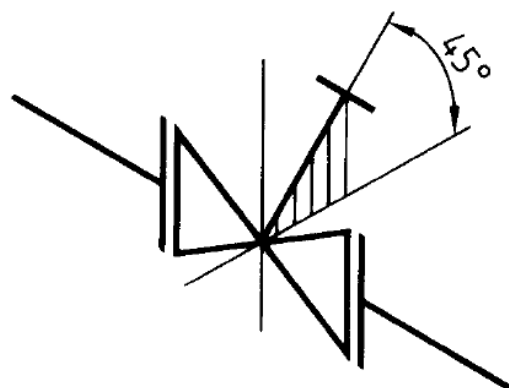
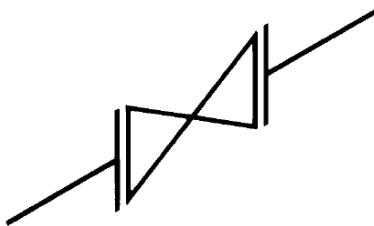
A csővezetékrendszerek rajzjeleinek ábrázolása egyméretű axonometrikus ábrázolási módszerrel történjen.



195. ábra Csővezeték rajzjeleinek ábrázolása

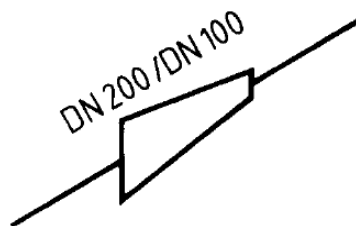
Ábrázolási példák:

Szelepek:

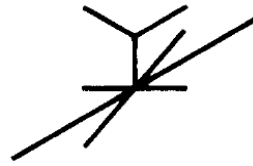
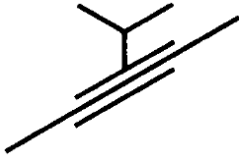


Átmeneti elemek (kúpok):

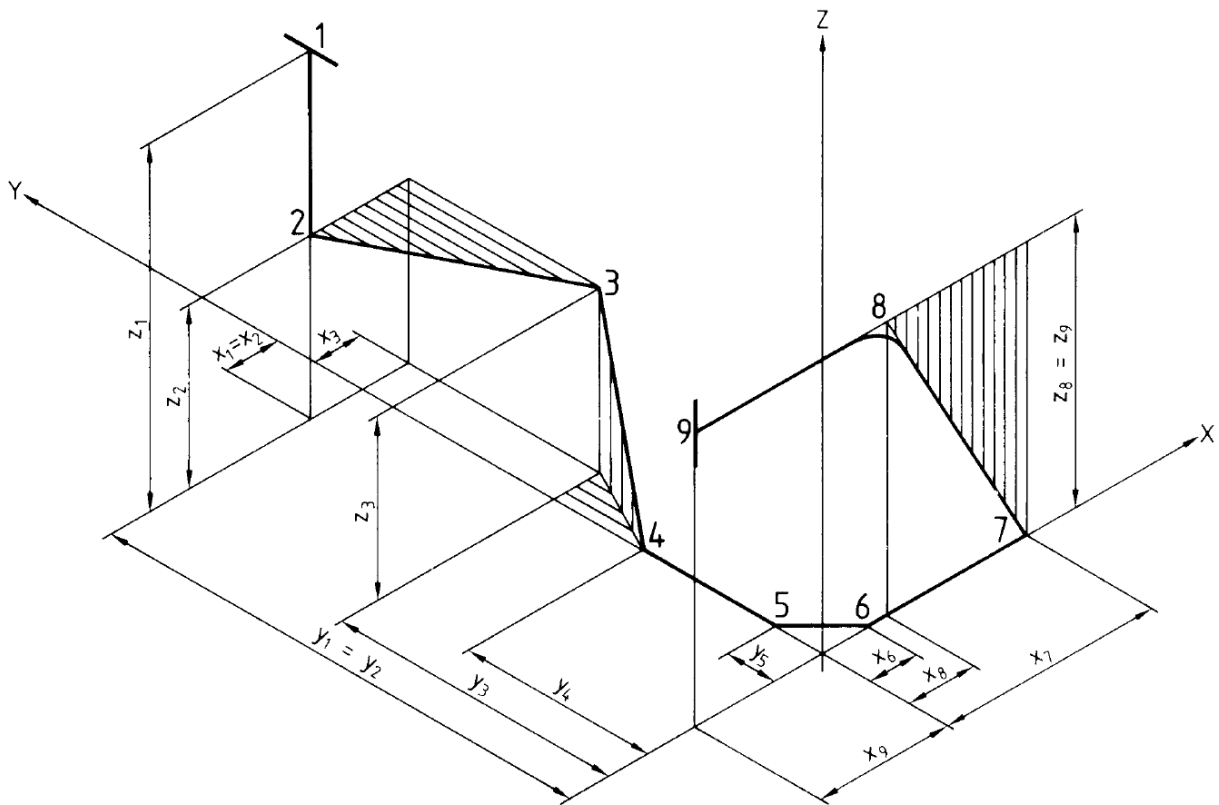
A vonatkozó névleges méreteket a rajzjel felett kell megadni.



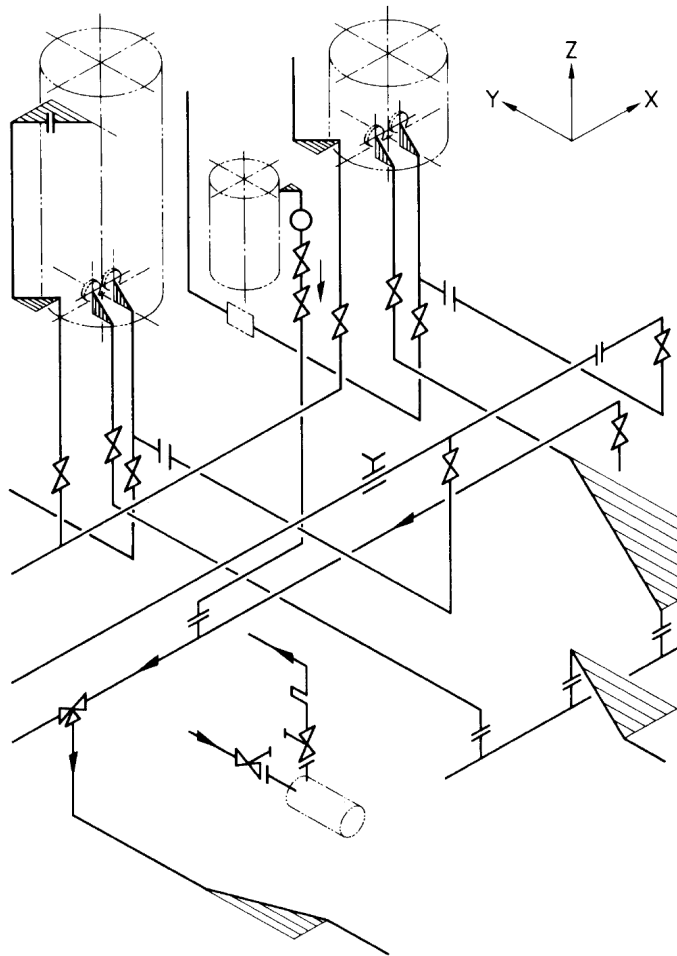
Támaszok és felfüggesztők:



Csővezeték:



Hivatkozási szám	Koordináták		
1	$x_1 = -8$	$y_1 = +72$	$z_1 = +50$
2	$x_2 = -8$	$y_2 = +72$	$z_2 = +25$
3	$x_3 = +7$	$y_3 = +42$	$z_3 = +25$
4	$x_4 = 0$	$y_4 = +28$	$z_4 = 0$
5	$x_5 = 0$	$y_5 = +7$	$z_5 = 0$
6	$x_6 = +7$	$y_6 = 0$	$z_6 = 0$
7	$x_7 = +32$	$y_7 = 0$	$z_7 = 0$
8	$x_8 = +10$	$y_8 = 0$	$z_8 = +40$
9	$x_9 = -20$	$y_9 = 0$	$z_9 = +40$



196. ábra Példa csővezeték ábrázolására

8.9 Rudak és idomok ábrázolása MSZ EN ISO 5261:2000



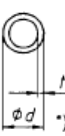


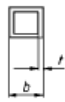
A rudak és az idomok egyszerűsített megadása áll a megfelelő ISO-szabványmegnevezésből és – szükség esetén – utána egymástól kötőjellel elválasztva a rudak és az idomok hosszából. Ez a megnevezés érvényes a darabjegyzékek kitöltésére is.










Példa:

Az ISO 657-1 szerinti 50 mm x 50 mm x 4 mm méretű és 1000 mm hosszúságú, egyenlő szárú L szelvény egyszerűsített megadásának ISO-megnevezése a következő:

L szelvény ISO 657-1 – 50 x 50 x 4 – 1000

A megnevezés az alábbi táblázatok szerinti rajzjelekből, valamint a szükséges méretekből áll, ha a nemzetközi vagy az egyéb szabványok más megnevezést nem írnak elő.

A rudak megnevezése	Méretek	Megnevezés	
		Rajzjel	Szükséges méretek
Kör szelvényű rúd			d
Cső			$d \times t$
Négyzet szelvényű rúd			b
Négyzet szelvényű cső			$b \times t$

A szelvény megnevezése	Megnevezés		
	Rajzjel	Rövid jel	Méretek
L szelvény		L	
T szelvény		T	
I szelvény		I	
H szelvény		H	
U szelvény		U	
Z szelvény		Z	
Sínszelvény			
Duzzasztott fejű L szelvény			
Duzzasztott fejű lapos szelvény			

A megnevezést a megfelelő rúd vagy szelvény közelében kell elhelyezni.

8.10 Fémszerkezetek vázlatos ábrázolása

A fémszerkezetek összeszerelt tartószerkezetei vázlatosan ábrázolhatók vastag, folytonos vonallal az elemek súlyvonalának helyét megadva. Ebben az esetben a súlyvonalak metszéspontjai közötti távolságokat közvetlenül az elemek ábrázolásain kell megadni. Zárt méretláncok képezhetők. Ha ezáltal a tűrések összegeződnek, akkor a méretek egyikének kiegyenlítéséről gondoskodni kell.

9 Irodalom

- 1 Dr. Vörös Imre: Géprajz Tankönyvkiadó, Budapest, 1974.
- 2 A. Frischherz, W. Dax, K. Gundelfinger, W. Häffner, H. Itschner, G. Kotsch, M. Staniczek: Fémtechnológiai táblázatok. B+V Lap- és Könyvkiadó Kft. 1997.
- 3 Háromi Ferenc, Kovács Gáborné: Gépszerkezettan I. (Műszaki ábrázolás). Elektronikus jegyzet. Győr, 2006.
- 4 Dr. Oldal György: Gépipari műszaki rajz. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1984.
- 5 Móricz József. Géprajz, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1979.
- 6 Bándy Alajos. Műszaki ábrázolás. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1999.
- 7 Tóth J., Lászlóné Pozsgai A., Háromi F.: Géprajz, gépelemek. Nemzeti tankönyvkiadó, Budapest, 1997.
- 8 Dr. Kósa Cs., Körtvélyesi G., Kriza K., Szabó E., Dr. Kósa Csabáné: Géprajz, Gépelemek I. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986.
- 9 Baráth F.: Géprajzi alapismeretek I. Egyetemi jegyzet, Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron, 1988.

Felhasznált szabványok:

MSZ ISO 10209-1:1995

Termékek műszaki dokumentációja. Fogalom meghatározások. 1. rész: A műszaki rajzok szakkifejezései: általános szakkifejezések és rajztípusok

MSZ 10-3:1984

Műszaki rajz. Géprajzfajták

MSZ EN ISO 2203:1999

Műszaki rajzok. Fogaskerekek ábrázolása (ISO 2203:1973)

MSZ EN ISO 5261:2000

Műszaki rajzok. Rudak és idomok egyszerűsített ábrázolása (ISO 5261:1995)

MSZ EN ISO 5456-1:2000

Műszaki rajzok. Vetítési módszerek. 1. rész: Áttekintés (ISO 5456-1:1996)

MSZ EN ISO 5456-2:2000

Műszaki rajzok. Vetítési módszerek.

2. rész: Merőleges vetítések (ISO 5456-2:1996)

MSZ EN ISO 5456-3:2000

Műszaki rajzok. Vetítési módszerek.

3. rész: Axonometrikus ábrázolás (ISO 5456-3:1996)

MSZ EN ISO 5845-1:2000

Műszaki rajzok. Kötőelemek egyszerűsített ábrázolása összeszereléshez.
1. rész: Általános előírások (ISO 5845-1:1995)

MSZ EN ISO 6411:2000

Műszaki rajzok. Központfuratok egyszerűsített ábrázolása (ISO 6411:1982)

MSZ EN ISO 6412-1:2003

Műszaki rajzok. Csővezetékek egyszerűsített ábrázolása.

1. rész: Általános előírások és a merőleges ábrázolás (ISO 6412-1:1989)

MSZ EN ISO 6412-2:2003

Műszaki rajzok. Csővezetékek egyszerűsített ábrázolása.

2. rész: Egyméretű axonometrikus ábrázolás (ISO 6412-2:1989)

MSZ EN ISO 7083:2000

Műszaki rajzok. Az alak- és a helyzettűrés rajzjelei. Arányok és méretek
(ISO 7083:1983)

MSZ EN ISO 8826-1:2000

Műszaki rajzok. Gördülőcsapágyak. 1. rész: Általános, egyszerűsített ábrázolás
(ISO 8826-1:1989)

MSZ EN ISO 8826-2:2000

Műszaki rajzok. Gördülőcsapágyak. 2. rész: Részletes, egyszerűsített ábrázolás
(ISO 8826-2:1994)

MSZ ISO 406:1994

Műszaki rajzok. Hossz- és szögméretek tűrésezése

MSZ ISO 1101:1995

Műszaki rajzok. Alak- és helyzettűrésezés. Alak-, irány-, helyzet- és ütéstűrésezés.
Általános előírások, fogalom meghatározások, jelek és jelölések rajzokon

MSZ ISO 1660:1994

Műszaki rajzok. Profilok méretmegadása és tűrésezése

MSZ ISO 2692:1995

Műszaki rajzok. Alak- és helyzettűrésezés. A legnagyobb és a legkisebb
anyagterjedelem elve

MSZ ISO 3040:1994

Műszaki rajzok. Méretmegadás és tűrésezés. Kúpok

MSZ ISO 4067-1:1998

Műszaki rajzok. Rendszerek. 1. rész: A vízellátás, a fűtés, a szellőzés és a vízelvezetés
rajzjelei

MSZ ISO 5459:1995

Műszaki rajzok. Alak- és helyzettűrésezés. Bázisok és bázisrendszerek alak- és
helyzettűrésekhez

MSZ ISO 6410-1:1995

Műszaki rajzok. Csavarmenetek és menetes alkatrészek.

1. rész: Általános előírások

MSZ ISO 6410-2:1995

Műszaki rajzok. Csavarmenetek és menetes alkatrészek.

2. rész: Csavarmenetes betétek

MSZ ISO 6410-3:1995

Műszaki rajzok. Csavarmenetek és menetes alkatrészek.

3. rész: Egyszerűsített ábrázolás

MSZ ISO 8015:1994

Műszaki rajzok. A tűrésezés alapelvei

MSZ ISO 10578:1995

Műszaki rajzok. Irány- és helyzettűrésezés. Kilépő tűrésmező

MSZ ISO 10579:1995

Műszaki rajzok. Méretmegadás és tűrésezés. Nem merev alkatrészek

MSZ ISO 5455:1992

A műszaki rajzok méretaránya

MSZ EN ISO 128-20:2002

Műszaki rajzok. A műszaki ábrázolás általános előírásai. 20. rész: Vonalakra vonatkozó alapszabályok

MSZ ISO 3098:1992

Műszaki rajzok felirata

MSZ ISO 128:1992

Műszaki ábrázolás általános előírásai

MSZ ISO 129:1992

Méretmegadás műszaki rajzokon

MSZ ISO 1302:2002

Műszaki rajzok. A felületi minőség jelölése

MSZ EN ISO 7083:2000

Műszaki rajzok. Az alak- és helyzettűrés rajzjelei. Arányok és méretek

MSZ EN 24063:1999

Fémek hegesztése, lágy- és keményforrasztása, valamint forrasztóhegesztése. A hegesztési eljárások jelölési rendszere és osztályozása műszaki rajzokon a jelképes ábrázoláshoz (ISO 4063:1990)

MSZ EN ISO 6413:2001

Műszaki rajzok. Bordás tengelykötések ábrázolása (ISO 6413:1988)

MSZ 693:1987

Felületkikészítés és hőkezelés megadása műszaki rajzokon

MSZ 23003: 1992

Műszaki rajzok módosítása

MSZ ISO 7200:1992

Feliratmezők műszaki rajzon

MSZ ISO 5457:1992

A rajzlapok kialakítása és méretei

MSZ ISO 6433

Tételszámok műszaki rajzon