



SZÉCHENYI 2020

# SZERELÉSAUTOMATIZÁLÁS

Készítette:

**Dr. Bodzás Sándor**

**Dr. Tóth János**

Készült: Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Debrecen

Terjedelem: 217 oldal

Kézirat lezárva: 2017. június 08.

*A tananyag elkészítését a Munkaerő-piaci igényeknek megfelelő, gyakorlatorientált képzések, szolgáltatások a Debreceni Egyetemen Élelmiszeripar, Gépészet, Informatika, Turisztika és Vendéglátás területen (Munkaalapú tudás a Debreceni Egyetem oktatásában) **TÁMOP-4.1.1.F-13/1-2013-0004** számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.*

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**

## SZERZŐK

	<p><b>Dr. Bodzás Sándor, Ph.D.</b>, a gépészeti tudományok területén Ph.D. doktor, főiskolai docens. 2009-ben szerzett egyetemi gépészmérnöki oklevelet a Miskolci Egyetemen minőségbiztosítási szakon. 2009-től 2011-ig nappali tagozatos doktorandusz a Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszékén. 2011-től 2014-ig főiskolai adjunktus a Nyíregyházi Főiskolán. Géptan, Komplex tervezés, Megmunkálási eljárások, Szereléstechnológia, Szerszám- és készüléktervezés, Gyártórendszerek minőségbiztosítása, Gyártás minőségbiztosítása tantárgyakat oktatta. 2014-től a Debreceni Egyetem Műszaki Karán adjunktus, majd főiskolai docens. Gyártástechnológia I., II. és III. tárgyak tantárgyfelelőse, Általános Géptan tárgyból gyakorlatvezető. Folyamatos kutatómunkát végez gyártástechnológia tématerületen a csigahajtópárok geometriája, gyártása és modellezése témában.</p>
	<p><b>Dr. Tóth János, Ph.D.</b>, az anyagtudományok és technológiák doktora, docens. 1998-ban szerzett főiskolai villamosmérnöki, 2002-ben egyetemi kohómérnöki oklevelet a Miskolci Egyetemen. 2008-ban védte meg doktori disszertációját. 2006-2009 között a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán oktatott képlékeny alakító tantárgyakat. 2009-től a Debreceni Egyetem Műszaki Karán több villamos tantárgy magyar nyelvű és angol nyelvű tantárgyfelelőse, előadója. Kutatási területei a nagy alakváltozások tana, valamint pneumatikus és hidraulikus automatizált műszaki rendszerek.</p>



## BEVEZETÉS

A szerelés a gyártási eljárások egyik főcsoportja. Szerelés során a különféle gyártási technológiákkal előállított alkatrészeket meghatározott sorrendben egyesítik szerelési egységgé, illetve gyártmányokká.

A jegyzet első fele tartalmazza a tűréstechnikai ismereteket és a méretlancok törvényszerűségeit mind elméleti szinten, mind mintapéldákon keresztül, melyek elengedhetetlenül fontosak a megfelelő szerelési technológiák tervezéshez. Ismertetésre kerülnek a szerelési családfák típusai és tulajdonságai, melyek során egy szerelési technológiai folyamat megtervezhető és könnyedén átlátható. Konkrét példán keresztül bemutatásra kerül egy szerelt gyártmány szerelési technológiájának megtervezése. A jegyzet kitér beépítési példákon keresztül a gépelemek (csavarkötések, ék- és reteszkötések, fogazatok, csapágyak) szerelésére, melyek gyakorlatilag minden gépészeti termékben, berendezésben megtalálhatóak.

A jegyzet második fele az automatizálási ismeretekkel foglalkozik. Bemutatásra kerülnek a szerelésautomatizálás előfeltételi, gyakorlati szempontjai. A mai modern gyártási műveletek, szerelések, gyártástechnológiák elképzelhetetlenek automatizált rendszerek nélkül. Az olyan elvárások, mint a pontosság a megbízhatóság, a termelékenység mind-mind az automatizált gyártás megteremtését, fenntartását hivatott szolgálni. Az elektropneumatikus és az elektrohidraulikus rendszerek ma már szinte minden nagyobb termelő cégnél megtalálhatóak, melyek segítségével a hatékonyságot nagymértékben lehet fokozni. Egyszerű, konkrét gyakorlati példánkon keresztül vannak bemutatva az elektropneumatikus, -hidraulikus, automatizálási ismeretek. A feladatmegoldások során tapasztalt gyakori hibák is összegyűjtésre kerültek, amelyek kiküszöbölésével a gyártás, szerelésautomatizálási rendszerek még hatékonyabbá tehetők.

A jegyzetet kitűnően használhatják a gépészmérnök és a mechatronikai mérnök szakos BSc és MSc képzésben résztvevő hallgatók, illetve azok a szakemberek, akik szeretnék szakmai tudásukat bővíteni ezekkel az ismeretanyagokkal.

Debrecen, 2015. július

A szerzők



## TARTALOMJEGYZÉK

<b>BEVEZETÉS .....</b>	<b>3</b>
<b>1. A SZERELÉS HELYE ÉS SZEREPE A GYÁRTÁSBAN .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1. FOGALMI MEGHATÁROZÁSOK .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2. A GYÁRTÁSI ELJÁRÁSOK JELLEMZÉSE.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3. A GYÁRTMÁNY RÉSZEI ÉS JELLEMZŐI.....</b>	<b>16</b>
<b>1.4. A SZERELÉSI FOLYAMAT ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE .....</b>	<b>18</b>
<b>2. TŰRÉSTECHNIKAI ISMERETEK.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1. TŰRÉSTECHNIKAI ALAPFOGALMAK.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2. A TŰRÉS EGYSÉGE ÉS A MINŐSÉGI FOKOZATOK .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3. ILLESZTÉSEK .....</b>	<b>26</b>
<b>2.4. TŰRÉSSZÁMÍTÁSI FELADATOK [3].....</b>	<b>28</b>
<b>3. MÉRETLÁNCOK.....</b>	<b>38</b>
<b>3.1. MÉRETLÁNCFAJTÁK, MÉRETLÁNC CSATLAKOZÁSOK.....</b>	<b>39</b>
<b>3.2. A MÉRETLÁNCOK ÁLTALÁNOS TÖRVÉNYEI [1, 24, 26] .....</b>	<b>41</b>
<b>3.3. SZERELÉSI MÉRETLÁNC MEGOLDÁSOK.....</b>	<b>42</b>
3.3.1. <i>Teljes cserélhetőség módszere .....</i>	<i>43</i>
3.3.2. <i>Részleges cserélhetőség módszere.....</i>	<i>44</i>
3.3.3. <i>Válogató - párosítás módszere .....</i>	<i>46</i>
3.3.4. <i>Az utólagos illesztés módszere .....</i>	<i>48</i>
3.3.5. <i>Beállító szabályozás módszere .....</i>	<i>49</i>
<b>3.4. MÉRETLÁNC SZÁMÍTÁSI FELADATOK [3] .....</b>	<b>51</b>
3.4.1. <i>Példa I. ....</i>	<i>51</i>
3.4.2. <i>Példa II. ....</i>	<i>52</i>
3.4.3. <i>Példa III.....</i>	<i>54</i>
3.4.4. <i>Példa IV. ....</i>	<i>55</i>
<b>4. A SZERELÉSI FOLYAMAT TERVEZÉSE .....</b>	<b>60</b>
<b>4.1. SZERELÉSTECHNOLÓGIA TERVEZÉSÉNEK LÉPÉSEI.....</b>	<b>60</b>
4.1.1. <i>A szerelési folyamat előtervezése .....</i>	<i>60</i>
4.1.1.1. <i>A szerelés technikai feltételeinek körvonalazása.....</i>	<i>60</i>
4.1.1.2. <i>A gyártás tömegességének meghatározása .....</i>	<i>60</i>
4.1.1.3. <i>A gyártmány tagolása.....</i>	<i>61</i>
4.1.1.4. <i>Funkcionális és technológiai helyesség biztosítása .....</i>	<i>62</i>
4.1.2. <i>Műveleti sorrendtervezés.....</i>	<i>65</i>



4.1.3. Műveletek tervezése .....	66
4.1.4. Műveletelemek tervezése.....	67
4.1.5. A tervezési eredmények illesztése.....	68
<b>4.2. A SZERELÉSI CSALÁDFA.....</b>	<b>68</b>
4.2.1. Mennyiségi családfa .....	69
4.2.2. Szerkezeti felépítést tükröző családfa.....	70
4.2.3. Építőkocka elvet tükröző családfa .....	71
4.2.4. Kombinált családfa .....	72
<b>4.3. PÉLDA SZERELÉSTECHNOLÓGIA TERVEZÉSÉRE.....</b>	<b>76</b>
<b>4.4. SZERELÉSI RENDSZEREK .....</b>	<b>97</b>
<b>4.5. A SZERELÉS MŰVELETEI.....</b>	<b>101</b>
<b>5. GÉPELEMEK SZERELÉSE .....</b>	<b>103</b>
<b>5.1. CSAVARKÖTÉSEK .....</b>	<b>106</b>
5.1.1. Csavarkötések biztosítása.....	109
<b>5.2. CSAPSZEG KÖTÉSEK.....</b>	<b>113</b>
<b>5.3. TÖMÍTÉSEK.....</b>	<b>114</b>
<b>5.4. ÉK- ÉS RETESZKÖTÉSEK.....</b>	<b>115</b>
<b>5.5. BORDÁS KÖTÉS.....</b>	<b>121</b>
<b>5.6. SZEGECSKÖTÉSEK.....</b>	<b>122</b>
<b>5.7. HEGESZTETT KÖTÉSEK .....</b>	<b>126</b>
<b>5.8. FORRASZTOTT KÖTÉSEK .....</b>	<b>126</b>
<b>5.9. RAGASZTOTT KÖTÉSEK .....</b>	<b>126</b>
<b>5.10. SAJTOLT KÖTÉSEK .....</b>	<b>127</b>
<b>5.11. FOGASKERÉK ÁTTÉTELEK SZERELÉSE.....</b>	<b>129</b>
5.11.1. Homlokfogaskerék áttételek szerelése .....	130
<b>5.12. GÖRDÜLŐCSAPÁGYAK SZERELÉSE .....</b>	<b>132</b>
5.12.1. Radiális gördülőcsapágyak beépítése .....	132
<b>6. AZ AUTOMATIZÁLÁS HELYE ÉS SZEREPE A GYÁRTÁSBAN .....</b>	<b>136</b>
<b>7. SZERELÉS GÉPESÍTÉSE ÉS AUTOMATIZÁLÁSA .....</b>	<b>138</b>
7.1. MIÉRT SZÜKSÉGES A SZERELÉSAUTOMATIZÁLÁS?.....	138
7.2. A SZERELÉSAUTOMATIZÁLÁS ELŐFELTÉTELEI .....	139
7.3. GYAKORLATI SZEMPONTOK A SZERELÉSAUTOMATIZÁLÁSBAN .....	140
7.4. SZERELŐ AUTOMATÁK .....	142
7.5. HATÉKONYSÁG NÖVELÉSE SZERELÉSAUTOMATIZÁLÁSSAL .....	144
7.6. AZ AUTOMATIZÁLÁSHOZ SZÜKSÉGES MŰSZAKI SZAKTERÜLETEK..	145
<b>8. PNEUMATIKUS RENDSZEREK AUTOMATIZÁLÁSA .....</b>	<b>146</b>



<b>8.1. A PNEUMATIKUS RENDSZEREK ELŐNYEI .....</b>	<b>146</b>
<b>8.2. A PNEUMATIKUS RENDSZEREK HÁTRÁNYAI .....</b>	<b>147</b>
<b>8.3. ELEKTROPNEUMATIKUS RENDSZEREK .....</b>	<b>147</b>
<b>8.4. ELEKTROPNEUMATIKUS ÉRZÉKELÉS (JELADÓK) .....</b>	<b>148</b>
<b>8.5. KÖZELÍTÉSKAPCSOLÓK.....</b>	<b>150</b>
8.5.1. Mágneses (Reed) közelítés kapcsoló.....	151
8.5.2. Induktív közelítés kapcsoló .....	151
8.5.3. Kapacitív közelítés kapcsoló .....	152
8.5.3. Optikai érzékelők.....	152
<b>8.7. ELEKTROPNEUMATIKUS ALAPKAPCSOLÁSOK.....</b>	<b>155</b>
8.7.1. Direkt és indirekt vezérlés .....	155
8.7.2. Egyszeres működtetésű munkahenger vezérlése .....	157
8.7.3. Kettős működtetésű munkahenger vezérlése .....	157
8.7.4. Automatikus vezérlés.....	157
<b>8.8. FŰRÉSZGÉP ELEKTROPNEUMATIKUS VEZÉRLÉSE – ÉS, VAGY LOGIKAI MŰVELETEK .....</b>	<b>159</b>
8.8.1. Fűrészgép feladat megtervezése.....	159
8.8.2. Fűrészgép kapcsolás megépítése .....	160
<b>8.9. GYAKORI HIBA JELENSÉGEK.....</b>	<b>162</b>
<b>8.10. BÉLYEGZŐ BERENDEZÉS ELEKTROPNEUMATIKUS VEZÉRLÉSE-DOMINÁNS TÖRLŐ, DOMINÁNS BEÍRÓ KAPCSOLÁS.....</b>	<b>167</b>
8.10.1. Bélyegző feladat megtervezése.....	167
8.10.2. Bélyegző berendezés megépítése.....	169
<b>8.11. RAGASZTÓ BERENDEZÉS ELEKTROPNEUMATIKUS VEZÉRLÉSE – IDŐKÖVETŐ VEZÉRLÉSEL.....</b>	<b>172</b>
8.11.1. A ragasztó feladat megtervezése .....	173
8.11.2. A ragasztó berendezés megépítése .....	175
<b>8.12. FESTÉKSZÓRÓ BERENDEZÉS ELEKTROPNEUMATIKUS VEZÉRLÉSE</b>	<b>176</b>
8.12.1. A festékszóró feladat megtervezése .....	177
8.12.2. A festékszóró feladat megépítése.....	178
8.12.3. A kapcsolás áttervezése monostabil szelepekkel .....	179
<b>8.13. LYUKASZTÓ BERENDEZÉS ELEKTROPNEUMATIKUS VEZÉRLÉSE KASZKÁD MÓDSZER.....</b>	<b>180</b>
8.13.1. Lyukasztó berendezés megtervezése.....	180
8.13.2. Lyukasztó berendezés megépítése .....	182
<b>8.14. TERMÉK SZILÁRDSÁGÁNAK ELLENŐRZÉSE.....</b>	<b>183</b>
8.14.1. Szilárdság ellenőrző berendezés megtervezése.....	184



8.14.2. Szilárdság ellenőrző berendezés megépítése .....	186
<b>9. HIDRAULIKUS RENDSZEREK AUTOMATIZÁLÁSA.....</b>	<b>187</b>
<b>9.1. A HIDRAULIKUS RENDSZEREK ELŐNYEI .....</b>	<b>187</b>
<b>9.2. A HIDRAULIKUS RENDSZEREK HÁTRÁNYAI .....</b>	<b>187</b>
<b>9.3. ELEKTROHIDRAULIKUS RENDSZEREK.....</b>	<b>188</b>
<b>9.4. AZ ELEKTROHIDRAULIKUS KÖRÖKBEN FELHASZNÁLT ELEMÉK.....</b>	<b>190</b>
<b>9.5. SAJTÓBERENDEZÉS ELEKTROHIDRAULIKUS VEZÉRLÉSE -   NYOMÁSKAPCSOLÓ ALKALMAZÁSA.....</b>	<b>192</b>
9.5.1. Hidraulikus sajtó feladat megtervezése, megépítése .....	192
9.5.2. Hidraulikus sajtó feladat működtetése, tesztelése .....	194
<b>9.6. GYAKORI HIBAJELENSÉGEK.....</b>	<b>195</b>
<b>9.7. KERESZTRETESZELÉS, HIDRAULIKUS MOTOR ÉS MUNKAHENGER   KAPCSOLATA .....</b>	<b>197</b>
9.7.1. Keresztretezelés feladat megtervezése, megépítése .....	197
9.7.2. Keresztretezelés feladat működése, tesztelése.....	199
<b>9.8. ÉLHAJLÍTÓ BERENDEZÉS - SORRENDI VEZÉRLÉS, MONOSTABIL   ÚTVÁLTÓ SZELEPEK ALKALMAZÁSÁVAL .....</b>	<b>201</b>
9.8.1. Sorrendi vezérlés megtervezése, megépítése .....	201
9.8.2. Sorrendi vezérlés működése, tesztelése .....	202
<b>9.9. KEMENCEAJTÓT MŰKÖDTETŐ ELEKTROHIDRAULIKUS VEZÉRLÉS... </b>	<b>203</b>
9.9.1. Kemenceajtó feladat megtervezése, megépítése.....	203
9.9.2. Kemenceajtó feladat kapcsolásának működése, tesztelése.....	205
<b>9.10. SZERELŐ AUTOMATA BERENDEZÉS ELEKTROHIDRAULIKUS   VEZÉRLÉSE .....</b>	<b>207</b>
9.10.1. Szerelőautomata feladat megtervezése, megépítése .....	207
9.10.2. Szerelőautomata feladat kapcsolásának működése, tesztelése.....	210
<b>10. AZ ELEKTROMOS ÉS A RELÉS VEZÉRLÉS KAPCSOLATA.....</b>	<b>212</b>
<b>11. P-, H-, V-, GÉPEK ÖSSZEHASZNÁLÁSA.....</b>	<b>215</b>



## ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra: A gyártástechnológia három fő területe.....	14
2. ábra: A gyártási költségek alakulása [21] .....	15
3. ábra: A szerelés helye a gyártásban [21].....	15
4. ábra: A gyártmány elvi felépítése [1] .....	16
5. ábra: Az alak-, méret- és tulajdonság előírások az alkatrész műhelyrajzán .....	17
6. ábra: Gauss görbe és az eloszlási görbe viszonya [3] .....	22
7. ábra: A tűrést határoló méretek [3] .....	22
8. ábra: Csapok tűrésének elhelyezkedése [3] .....	23
9. ábra: A furatok tűrésének elhelyezkedése [3] .....	24
10. ábra: A furatok tűrésének elhelyezkedése játékkal [3].....	26
11. ábra: A furatok tűrésének elhelyezkedése fedéssel [3] .....	27
12. ábra: A tűrésmezők elhelyezkedései az alapvonalhoz képest .....	28
13. ábra: H7/e6 laza illesztés [3] .....	29
14. ábra: H9/m8 átmeneti illesztés [3].....	33
15. ábra: H6/s6 szilárd illesztés [3] .....	35
16. ábra: Lineáris méretlanc .....	38
17. ábra: Lineáris méretlanc [24] .....	39
18. ábra: Síkbeli, nem lineáris méretlanc [26].....	39
19. ábra: Párhuzamos méretlanc .....	40
20. ábra: Soros méretlanc .....	40
21. ábra: Vegyes méretlanc .....	41
22. ábra: Méretlanc megoldás [1, 24] .....	43
23. ábra: A kétoldali válogatás elve .....	47
24. ábra: Méretlanc utólagos illesztéssel történő megoldásának vázlata [1] .....	49
25. ábra: A beállító szabályozás megoldásai .....	50
26. ábra: Mértelanc példa-I. [3] .....	51
27. ábra: Mértelanc példa-II. [3].....	52
28. ábra: Mértelanc példa-III. [3].....	54
29. ábra: Gördülőcsapágyazású tengelybeépítés [3] .....	55
30. ábra: A csapágybeépítés szerelési méretlanc .....	56
31. ábra: Az alkatrészek számának csökkentése .....	64
32. ábra: Hozzáférhetőség.....	64
33. ábra: Mennyiségi családfa .....	70
34. ábra: Szerkezeti felépítést tükröző családfa.....	71
35. ábra: Építőkocka elvet tükröző családfa .....	72
36. ábra: A kombinált családfa jelölései .....	73
37. ábra: Külső felületen szorító, rögzítés nélküli önbeálló részegység .....	74
38. ábra: A külső felületen szorító, rögzítés nélküli önbeálló részegység kombinált szerelési családfája .....	75
39. ábra: Két irányban szorító részegység .....	76
40. ábra: Két irányban szorító részegység működése.....	77
41. ábra: Példa tengerjáró állószerelésére .....	97
42. ábra: Példa szerszám gép esetenkénti mozgó szerelésre.....	98
43. ábra: Példa Audi személygépkocsi szakaszosan vagy folyamatosan mozgó szerelésére .....	98
44. ábra: Fogaskerék hajtómű szerelése egyedi munkahelyen .....	99



45. ábra: Körasztalos elrendezés (a) és zárthurkú elrendezés (b) [1, 19] .....	100
46. ábra: Szalag rendszerű szerelés .....	100
47. ábra: Erőzáró kapcsolatok [21].....	104
48. ábra: Alakzáró kapcsolatok [21] .....	105
49. ábra: Kötőcsavarok .....	106
50. ábra: Támasztócsavarok .....	107
51. ábra: Tokos tengelykapcsoló hernyócsavarral [2].....	107
52. ábra: Különleges csavarok [19] .....	108
53. ábra: Csavarkötések hagyományos biztosítása [19] .....	110
54. ábra: Csavarkötések biztosítása speciális anya segítségével [19].....	111
55. ábra: Csavarkötések biztosítása speciális csavar segítségével [19].....	112
56. ábra: Pontos csaphelyzet biztosítása .....	113
57. ábra: Csapszeg kötés hengeres illeszkedő párnál .....	114
58. ábra: Csapszeg kötés kúpos illeszkedő párnál.....	114
59. ábra: O – gyűrűs tömítések.....	115
60. ábra: A retesz alakja a beépítéstől függően [2].....	116
61. ábra: A reteszhorony méretei és megmunkálási módjai .....	117
62. ábra: Retesz beépítési példák [2].....	118
63. ábra: Az ékek típusai [2] .....	119
64. ábra: Ék beépítési példák [2] .....	120
65. ábra: A bordás kötés kialakítása .....	121
66. ábra: Bordáskötés vezetése [27, 28].....	121
67. ábra: Jellegzetes szegecstípusok.....	124
68. ábra: A szegecselés műveletei.....	125
69. ábra: Szegecselési hibák.....	125
70. ábra: Axiális sajtolás .....	128
71. ábra: Zsugorkötés.....	128
72. ábra: Táguló kötés .....	129
73. ábra: Nyílfogú homlokfogaskerekek fogainak kapcsolódása [22] .....	130
74. ábra: Fogaskerekek kapcsolódása [22] .....	131
75. ábra: Az olajkenéshez használatos tömítések [6].....	133
76. ábra: Gyűrűs csapágycsapágyak beszerelése váll nélküli furatba [6].....	133
77. ábra: Csapágyrögztítés hornyos anyával és fogazott biztosító lemezzel [6] ...	134
78. ábra: Belső gyűrű rögzítése alátét tárcsával [6].....	134
79. ábra: Seeger gyűrűs biztosítás .....	135
80. ábra: Támasztógyűrű szorítóhüvelyes csapágyazásnál [6].....	135
81. ábra: Kézi-, atomata-, szerelőcellák [9].....	141
82. ábra: Robotizált szerelőcella [10].....	142
83. ábra: Érintkezők általános jelölései: záró (NO), bontó (NC), váltó (Morze) ...	149
84. ábra: Záró (NO), bontó (NC) és váltó nyomógombok.....	149
85. ábra: Záró (NO), bontó (NC) és váltó kapcsolók .....	149
86. ábra: Festo Didactic kapcsoló és nyomógomb doboza .....	150
87. ábra: Váltó kontaktusú görgős végállás kapcsoló és jelképi jelölése.....	150
88. ábra: Mágneses (Reed) közelítés kapcsoló és jelképi jelölése.....	151
89. ábra: Induktív közelítés kapcsoló és jelképi jelölése .....	151
90. ábra: Kapacitív közelítés kapcsoló és jelképi jelölése .....	152
91. ábra: Tárgyreflexiós optikai érzékelő és jelképi jelölése .....	152
92. ábra: Relé belső felépítése és jelképi jelölése .....	154
93. ábra: Relés és időrelés kapcsoló doboz .....	154



94. ábra: 5/2-es monostabil, pneumatikus útváltó szelep és szimbolikus jelölése	155
95. ábra: 5/2-es bistabil, pneumatikus útváltó szelep és szimbolikus jelölése.....	156
96. ábra: Egyszeres-, és kettősműködésű munkahengerek direkt és indirekt vezérlése.....	156
97. ábra: Kettősműködésű munkahenger automatikus visszatérése.....	158
98. ábra: Végállás kapcsolók működtetett állapotainak szimbolikus jelölése, nyitott, zárt és váltó érintkezők esetén.....	158
99. ábra: Fűrészgép kapcsolási rajza .....	160
100. ábra: Nyomógombok bekötése .....	161
101. ábra: Védőburkolat helyettesítése .....	161
102. ábra: A Fűrészgép megépített kapcsolása.....	162
103. ábra: Levegőelőkészítő egység .....	163
104. ábra: Kompresszor .....	163
105. ábra: Csőcsatlakozások.....	164
106. ábra: Lökévtévi csillapítás beállítása .....	164
107. ábra: Pneumatikus csatlakozások felcserélése.....	165
108. ábra: 24 V-os elektromos tápegység .....	165
109. ábra: Tápfeszültség kiosztása .....	165
110. ábra: Szelepek vezérlőkábelének felhelyezése .....	166
111. ábra: Szenzor kimeneti jelének felhasználása .....	166
112. ábra: Végállás kapcsolók felhelyezése.....	166
113. ábra: Szelepek vezérlővezetéke .....	167
114. ábra: Relé segédérintkezői .....	167
115. ábra: Domináns beíró öntartó kapcsolás működése .....	168
116. ábra: Domináns beíró öntartó kapcsolás működése-2 .....	168
117. ábra: KITOL záró érintkezője, VISSZA bontó érintkezője, csomópontok létrehozása.....	169
118. ábra: A bélyegző berendezés megépített domináns beíró kapcsolása .....	170
119. ábra: Domináns törlő öntartó kapcsolás működése.....	170
120. ábra: Domináns törlő öntartó kapcsolás működése-2.....	171
121. ábra: A bélyegző berendezés megépített domináns törlő kapcsolása.....	172
122. ábra: Bekapcsolásra késleltető (TON) relé és állapot-idő diagramja .....	173
123. ábra: Kikapcsolásra késleltető relé és az állapot-idő diagramja .....	173
124. ábra: Időzítés állapot idő diagramja .....	174
125. ábra: Monostabil útváltó szelepekkel megtervezett ragasztó készülék kapcsolási rajza.....	174
126. ábra: A munkahenger véghelyzet érzékelőinek beállítása .....	175
127. ábra: Felhasznált kapcsolódobozok.....	175
128. ábra: Időrelé bekötése.....	175
129. ábra: A ragasztó berendezés megépített kapcsolása .....	176
130. ábra: Festékszóró berendezés elvi vázlata.....	176
131. ábra: Út-lépes diagram indítási feltételei.....	177
132. ábra: Festékszóró berendezés kapcsolási rajza .....	178
133. ábra: Festékszóró berendezés megépített kapcsolása .....	179
134. ábra: Festékszóró berendezés kapcsolási rajza monostabil szelepekkel .....	180
135. ábra: Lyukasztó útlépes diagramja és indítási feltételei.....	180
136. ábra: Kaszkád mozgási szektorok meghatározása .....	181
137. ábra: Lyukasztó berendezés kaszkád kapcsolási rajza.....	182
138. ábra: Elektromos kapcsolódobozok bekötése .....	182



139. ábra: Lyukasztó berendezés megépített kapcsolási rajza .....	183
140. ábra: Kaszkád csoportok, indító feltételek meghatározása .....	184
141. ábra: A berendezés kapcsolási rajza .....	185
142. ábra: A megépített kapcsolat .....	186
143. ábra: Hidraulikus tápegység .....	188
144. ábra: 4/2-es elektromosan vezérelt monostabil (rugó visszatérítéses) útváltó szelep .....	189
145. ábra: 4/3-as elektromosan vezérelt monostabil (rugóközpontosítású) útváltó szelep .....	189
146. ábra: Zárószelep .....	189
147. ábra: Hidrohenger .....	189
148. ábra: Hidromotor .....	190
149. ábra: Kapcsoló- /nyomógombtábla .....	190
150. ábra: Relé doboz .....	191
151. ábra: Elektromechanikus nyomáskapcsoló .....	191
152. ábra: Sajtóberendezés - alkalmazott eszközök .....	192
153. ábra: Sajtóberendezés - hidraulikus és elektromos kapcsolat .....	193
154. ábra: Sajtóberendezés - megépített hidraulikus kapcsolat .....	194
155. ábra: Sajtóberendezés - működési folyamat .....	195
156. ábra: Nyomáskapcsoló .....	196
157. ábra: Csőcsatlakozás helytelen bekötése .....	196
158. ábra: 4/2-es útváltó szelep csőcsatlakozásai .....	196
159. ábra: Relé doboz .....	197
160. ábra: Leállító gomb .....	197
161. ábra: Keresztreteszeléshez felhasznált hidraulikus eszközök .....	198
162. ábra: Keresztreteszelés - hidraulikus és elektromos kapcsolat .....	198
163. ábra: Keresztreteszelés - működési folyamat .....	200
164. ábra: Keresztreteszelés - megépített hidraulikus és elektromos kapcsolat ..	200
165. ábra: Élhajlító berendezéshez használt elemek .....	201
166. ábra: Sorrendi vezérlés - Elektromos kapcsolási rajz .....	202
167. ábra: Sorrendi vezérlés működési folyamata .....	203
168. ábra: Kemenceajtót működtető feladathoz használt eszközök .....	204
169. ábra: Kemenceajtót működtető feladat hidraulikus és elektromos kapcsolása .....	204
170. ábra: Kemenceajtó feladat működési folyamata .....	206
171. ábra: Kemenceajtó feladat megépített hidraulikus kapcsolat .....	207
172. ábra: Szerelő automata - felhasznált eszközök .....	208
173. ábra: Szerelő automata feladat hidraulikus és elektromos kapcsolat .....	209
174. ábra: Szerelő automata - működési folyamat .....	210
175. ábra: Szerelő automata megvalósított hidraulikus és elektromos kapcsolása .....	211
176. ábra: Számláló megvalósítása elektropneumatikus vezérléssel .....	212
177. ábra: Számláló feladat megvalósítása Zelio Soft 2 szoftverben elektromos szimbólumokkal .....	213
178. ábra: Számláló feladat megvalósítása Zelio Soft 2 szoftverben PLC-s szimbólumokkal .....	214



## TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: A szerelés technológiai folyamata .....	19
2. táblázat: A q tényező értékei I. [3] .....	25
3. táblázat: A q tényező értékei II. [3] .....	25
4. táblázat: Laza illesztések alapeltéréseinek meghatározása [3] .....	30
5. táblázat: Átmeneti illesztések alapeltéréseinek meghatározása [3] .....	30
6. táblázat: Szilárd illesztések alapeltéréseinek meghatározása [3] .....	31
7. táblázat: A kockázathoz tartozó t érték [1, 24] .....	45
8. táblázat: A bordáskötés vezetése [27, 28] .....	122
9. táblázat: Pneumatikus és elektropneumatikus hálózatok összehasonlítása .....	148
10. táblázat: A gépek működési módjuk szerinti összehasonlítása [11] .....	215



# 1. A SZERELÉS HELYE ÉS SZEREPE A GYÁRTÁSBAN

## 1.1. FOGALMI MEGHATÁROZÁSOK

**A gépgyártástechnológia** a műszaki tudományoknak az a része, amely a gépek gyártásával kapcsolatos részeket foglalja magába [1].

**A gépgyártástechnológia alapvető célja** az előgyártmányok (hengerelt, öntött, kovácsolt, stb. áruk) termelékeny és hatékony feldolgozása üzemszerű használatra alkalmas gépipari gyártmányokká [1].

**Gyártás:** azon tevékenységeknek az összessége, amelyek alaktalan anyagból vagy szilárd testből ipari terméket állítanak elő [1].

**Megmunkálás:** a gyártás részterülete, a munkadarabok állapotát tudatosan megváltoztató hatás [1].

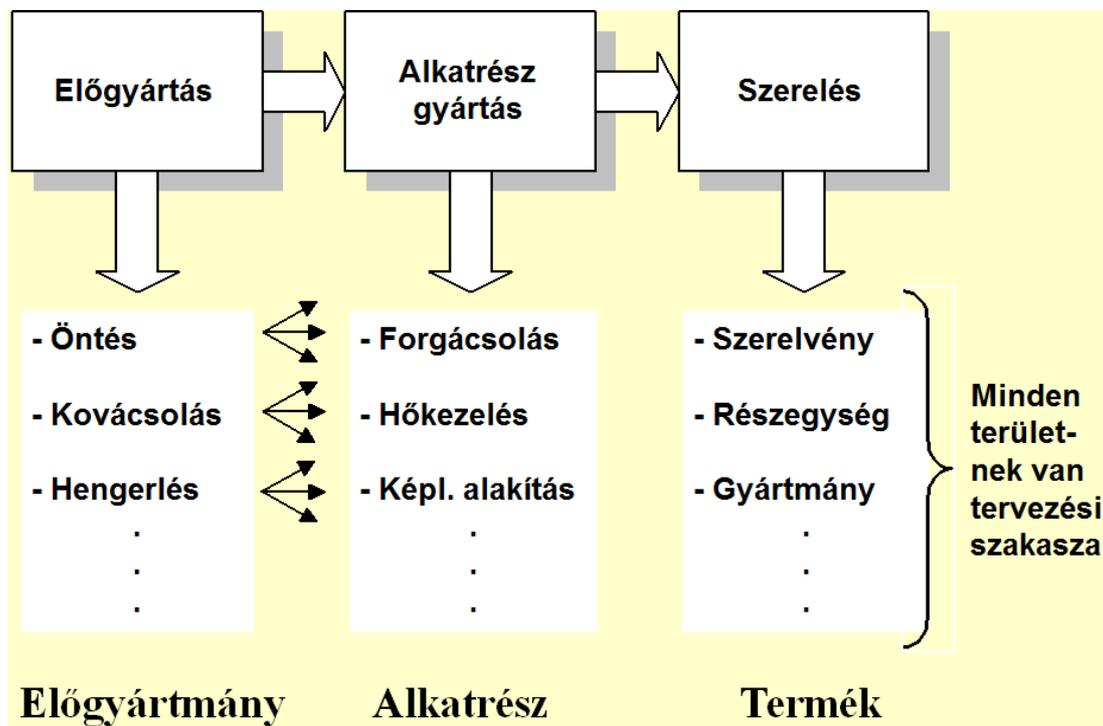
**Szerelés:** a gyártási folyamat része, amellyel a gyártmány egyes részeinek (szerelési részegység, egység, stb.) összes elemét és egyes részek egymáshoz való kapcsolódását a megfelelő szilárdsági és pontossági előírások, valamint egyéb műszaki feltételek megtartásával összeállítjuk és rögzítjük. A szerelés így az egyesítési főcsoportba tartozik.

## 1.2. A GYÁRTÁSI ELJÁRÁSOK JELLEMZÉSE

A gyártás a nyersanyagok munkába vételével kezdődik és a késztermék kiszállításával fejeződik be.

A termék feldolgozottsági foka, illetve a készletléti állapota szerint a gyártási eljárások az alábbi csoportokba sorolhatók (1. ábra):

- előgyártás;
- alkatrészgyártás;
- szerelés.



1. ábra: A gyártástechnológia három fő területe

**Az előgyártás célja** az alkatrész kiinduló (előgyártmány) állapotának előállítása.

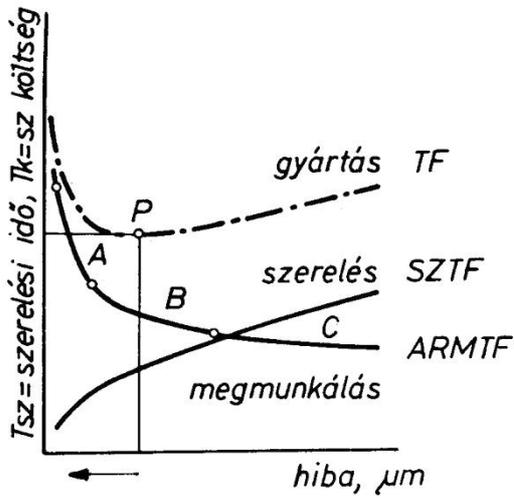
**Az alkatrészgyártás célja** az előgyártmánynak kész alkatrészé alakítása.

**A szerelés** olyan gyártási eljárás, amelyben az alkatrészeket szerelési egységgé illetve gyártmánnyá egyesítik.

A gyártás költségeit az alkatrész megmunkálási és szerelési költségei határozza meg (2. ábra).

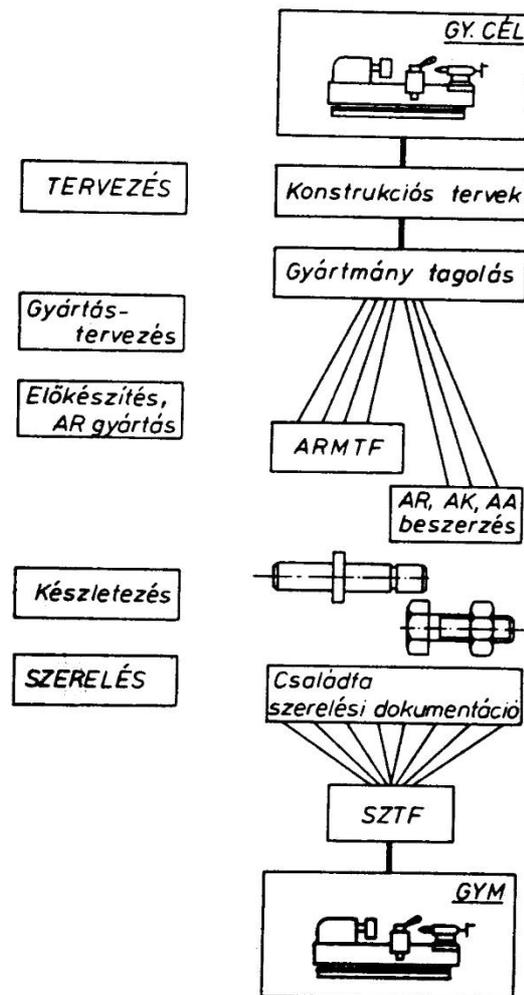
Az alkatrészek megmunkálási költségei a tűrések szigorodásával – hiperbolikus függvény szerint – növekednek. Ezért a konstruktőrnek igen gondos mérlegelés alapján csak a feltétlen szükséges és indokolt tűréseket szabad előírni. A szükséges és elégséges tűrések be nem tartása a gyártás során az alkatrészek szerelhetetlenségét, a gyors elhasználódását, zajos működését és nehézkes értékesítését vonja maga után.

Törekedni kell arra, hogy a gyártás a költség optimumot (P pont) biztosító jellemzőkkel történjen.



TF	Technológiai folyamat
SZTF	Szerelés technológiai folyamata
ARMTF	Alkatrész megmunkálás technológiai folyamata

2. ábra: A gyártási költség alakulása [21]



3. ábra: A szerelés helye a gyártásban [21]

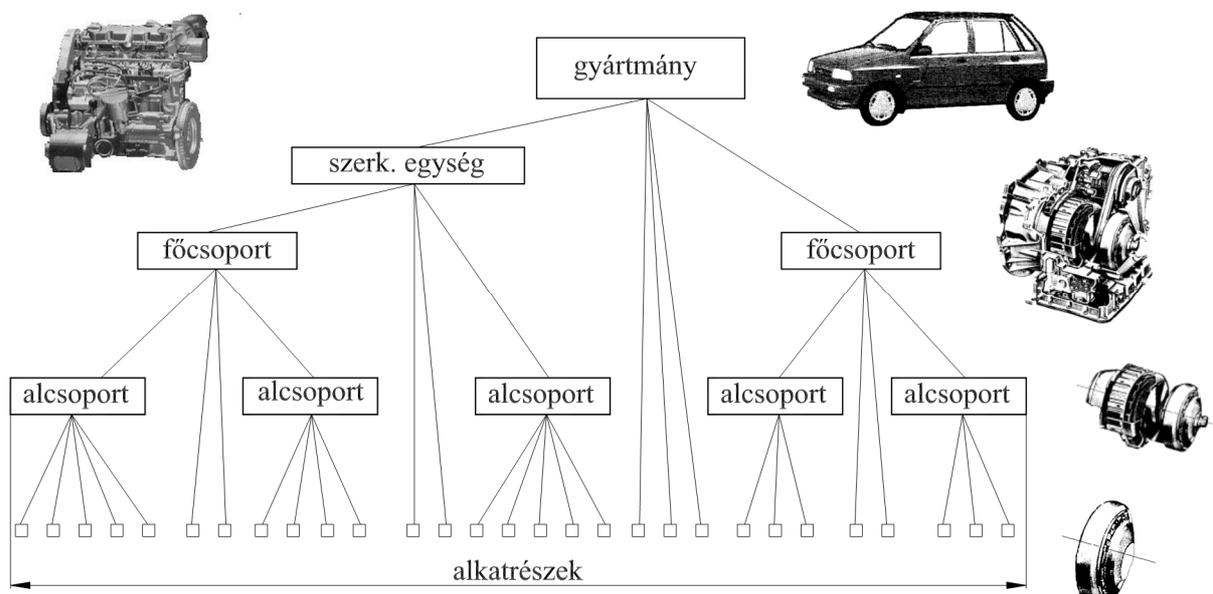
Az előgyártás, az alkatrészgyártás és a szerelés az adott vállalat profiljától függően akár egy cégen belül is megvalósulhat.

A gyártmány fő műszaki jellemzői, konstrukciója és felépítése a gyártmánytervezés folyamán fogalmazódik meg (3. ábra).

### 1.3. A GYÁRTMÁNY RÉSZEI ÉS JELLEMZŐI

**A gyártmány** a gyártási folyamat végső terméke (pl. gépkocsi, szivattyú, szerszám, stb.).

A gyártmány struktúráját az ún. gyártmány családfa tükrözi, ugyanis rögzíti a gyártmány részegységeit és kapcsolódásait.



4. ábra: A gyártmány elvi felépítése [1]

A gyártmány elvi felépítése (4. ábra):

- szerkezeti egység (pl. hajtómű, motor + sebességváltó, stb.);
- főcsoport (szerelvény) (pl. sebességváltómű);
- alcsoport (részegység) (pl. kapcsoló mechanizmus);
- alkatrész (pl. tárcsa).

**A szerkezeti egység** két vagy több alkatrészcsoporthból álló szerelési vagy konstrukciós egység önálló feladat ellátására (pl. motor).

**A főcsoport és alcsoport** a szerkezeti egység nagyobb illetve kisebb alkatrészcsoporthjai önálló részfeladatok ellátására (pl. porlasztó, légszűrő).





- a helyzettűréseket (párhuzamosság, merőlegesség, egytengelyűség, ütés, tengelyhelyzet, szimmetria, metsződő tengelyek kitérése, stb.) a vonatkozó szabványok szerint írjuk elő;
- 3.) a tulajdonságokra vonatkozó előírások az anyagminőségre, hőkezelési állapotra, esetleg a szükséges szakítószilárdságra- és felületi minőségi követelményekre terjednek ki.

#### **1.4. A SZERELÉSI FOLYAMAT ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE**

A szerelési folyamat (1. táblázat) általános jellemzése során áttekintjük az alkatrészgyártás és szerelés közötti lényeges különbségeket:

- a szerelési folyamat döntő többségében reverzibilis (megfordítható) – pl. szétszerelés –, míg az alkatrészgyártás folyamata irreverzibilis;
- a szerelési folyamat olyan szakaszokra bontható, amelyek térben és időben egymástól függetlenül végrehajthatók, azaz soros és párhuzamos tevékenységek sorozatából felépíthető. Az alkatrészgyártási folyamat soros tevékenységekből áll.
- az alkatrészgyártásnál a durva tűrésű előgyártmány különböző műveletek hatására egyre finomabb és pontosabb alkatrésszé válik. A szerelésnél az adott pontosságú alkatrészeket építjük össze, hatására a szerelés után a termék illetve szerelési részegység működési minőségét meghatározó zárótag, fokozatosan durvul, mivel a tűrések összegződnek. Minél több alkatrészből áll a méretlánc, annál nagyobb lesz a zárótag tűrése.
- a szerelésnél nem jellemzőek az univerzális gépek, míg az alkatrészgyártásnál jelentős az arányuk. A szerelésnél alkalmazott gépek, berendezések, szerszámok leginkább a szerelési eljárástól függőek.



1. táblázat: A szerelés technológiai folyamata

<b>Tevékenység</b>	<b>Megnevezés</b>	<b>Leírás</b>
<b>A szerelés előkészítése</b>	Anyagösszegyűjtés, kommissiózás a raktárban.	A termelési tervnek megfelelően gyártmány, műszak, sorozat, tömeg, egyéb norma szerint.
	Az összeszerelendő alkatrészek mosása, zsírtalanítása, tisztítása.	A termelési programnak megfelelően, lehetőleg külön helyiségben.
	Ellenőrzés darabszámra, minőségre, azonosságra, teljességre.	A gyártási és ügyviteli dokumentációnak megfelelően.
	Kiadagolás, tárolás, sorrendbe rakás.	Az anyagmozgató berendezések és a segédeszközöknek, lehetőleg a szerelési helyzetnek megfelelően közvetlenül felfüggesztve, rakodólapon, ládában, stb.
	Szerszámok, készülékek, kigépek, berendezések előkészítése, kivitelezése.	Egyidejűleg a műszaki dokumentáció (rajzok, műszaki utasítások, bérutalvány, anyagcsekk, stb.) tanulmányozása.
<b>Szerelés</b>	Alkatrészek összerakása, majd beállítása helyzetre, méretre, működésre.	A művelet hibakereséssel és döntéssel is párosul. Ehhez kapcsolódó egyéb segédműveletek: az alkatrészek kezelése, szerelési helyzetbe forgatása, rendezése, tárolása a munkahelyen, adagolás, stb.
	Utómunkálása, illesztés, szerelés közbeni megmunkálása.	Csereszabatos gyártás esetén (teljes cserélhetőség) ez a művelet elmarad. Részleges cserélhetőség esetén ezt a tevékenységet a válogatás, ill. az alkatrész párosítás helyettesíti.
	Kötés, rögzítés, a szilárdsági, a tömörségi és a szigetelési szempontok figyelembe vételével.	Oldható (csavarozás, ék- és retesz-kötések, bepattintás) és nem oldható (hegesztés, forrasztás, ragasztás, szegecselés, sajtolás, peremezés, ráhajlítás, stb.) változatban.
<b>Ellenőrzés</b>	A szerelési előírások ellenőrzése, geometriai ellenőrzés, működési feltételek ellenőrzése: nyugalmi helyzetben, üresjáratban, terhelés alatt, üzemi és nyúzópróbákkal.	A művelet általában próbapadon próbateremben végzik. Zsírzással és üzemanyag feltöltéssel párosítják.



<p>Befejező munkák</p>	<p>Korrózió elleni védeleми munkák (festés, javítás, konzerválás), csomagolás, lázadás, expediálás. Díszítés.</p>	<p>Gyakran ezeket a műveleteket a készáru raktárban végzik.</p>
------------------------	---	---



## 2. TŰRÉSTECHNIKAI ISMERETEK

### 2.1. TŰRÉSTECHNIKAI ALAPFOGALMAK

A gép, a szerszám és az egyéb eszközök hibái, kopása, rugalmas deformációja, az emberi munka tökéletlensége és egyéb tényezők miatt a munkadarab alakja és méretei eltérnek az ideálistól.

**Megmunkálási pontosságon** értjük a megmunkálással előállított valóságos test (munkadarab) és a geometriai test megegyezésének mértékét.

A valóságos test eltérését az ideálistól **hibának** nevezzük. A hiba vonatkozhat a megmunkált felület:

- alakjára (makrohiba);
- méretére (makrohiba);
- helyzetére (makrohiba);
- felületminőségére (mikrohiba).

A munkadarabok gyártásánál tapasztalt különböző hibákat **előforduló hibáknak** nevezzük.

A **munkadarab, akkor tekinthető jónak**, ha az a gyártmány működési követelményei alapján meghatározott **megengedett hibán belül van**. Csak az előírt megengedett hibával készült alkatrészek építhetők be a szerkezetbe. Minden olyan munkadarab, amelynek hibája ennél nagyobb vagy kisebb: **selejt**.

**Tűrésen** értjük az eltérés megengedett mértékét, vagyis a megengedett hibát. A tűrés szigorítása növeli a gyártás költségeit.

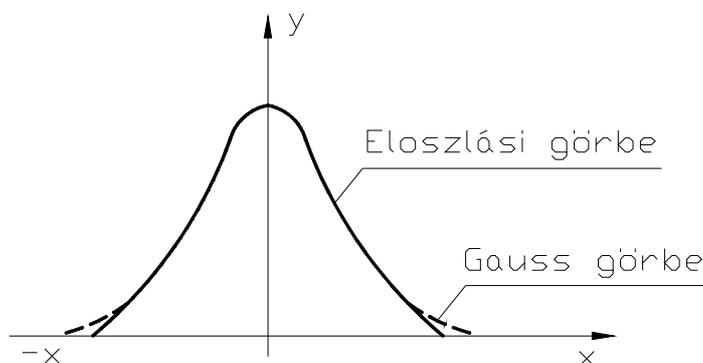
**Méret** az a számérték, amellyel az alkatrész méretét, alakját, vagy helyzetét meghatározzuk.

**Névleges méret** a tervezéskor kiszámított, esetleg egész számra kerekített méret.

**Tényleges méret** a megmunkálás során előállított méret. Egy szerszámelállítással, sorozatban legyártott munkadarabok tényleges méretei nem sikerülhetnek azonosra, hibájuk lehet nagyobb vagy kisebb, tehát szóródnak.

Ha a tényleges méreteket szóródásuk határán belül méretcsoportokba soroljuk és ezek gyakoriságát függvényszerűen ábrázoljuk megszerkeszthető a tényleges méretek gyakorisági (eloszlási) görbéje (6. ábra). Ha a mért

méretek száma elég nagy, az eloszlási görbe folytonos és a valószínűség törvényeinek megfelelően szimmetrikus haranggörbe.

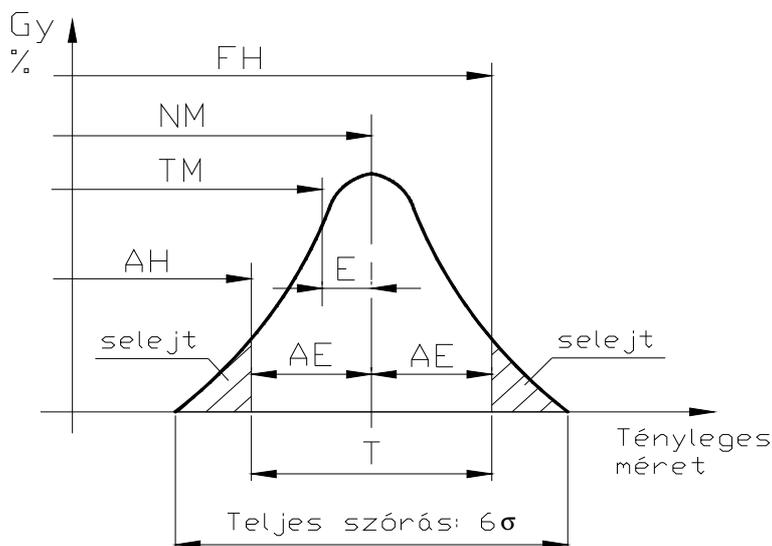


6. ábra: Gauss görbe és az eloszlási görbe viszonya [3]

Az így nyert eloszlási görbe matematikailag legjobban a Gauss-féle haranggörbével (6. ábra) helyettesíthető. Mivel a Gauss-görbe az abcissa tengelyt a végtelenben érinti, a tényleges méretek pedig véges határok között szóródnak, ezért annak csak azt a részét kell elfogadni, ami ezt a feltételt kielégíti. Az abszcisszára a tényleges méretek eltéréseit, az ordinátára pedig ezek gyakoriságát lehet felvenni %-ban.

Ha a Gauss-görbét a  $\pm 3\sigma$  érték között szerkesztjük meg ( $\sigma$  az eltérések négyzetes középértékének gyöke), majdnem „összefolyik” a normális eloszlás görbével.

Általában az alkatrészeknek nem minden  $6\sigma$  teljes szóródáson belül sikerült mérete fogadható el a szerkezeti beépítés (működés) szempontjából.



7. ábra: A túrést határoló méretek [3]

Ennek megfelelően a tényleges méretek megengedett szórását **tűrésnek** nevezzük, a tűrés kisebb, mint a teljes szóródás (7. ábra). A tűrés meghatározó méretek közül a nagyobbik az **FH felső határméret**, a kisebbik az **AH alsó határméret** [3].

Valamely méretet és tűrését a névleges mérettel, valamint a felső és alsó eltéréssel adjuk meg.

Az eltérés pozitív, ha az eltérés által meghatározott határméret a névleges méretnél nagyobb és negatív, ha a határméret a névleges méretnél kisebb. A tényleges és a névleges méret különbsége az eltérés [3]:

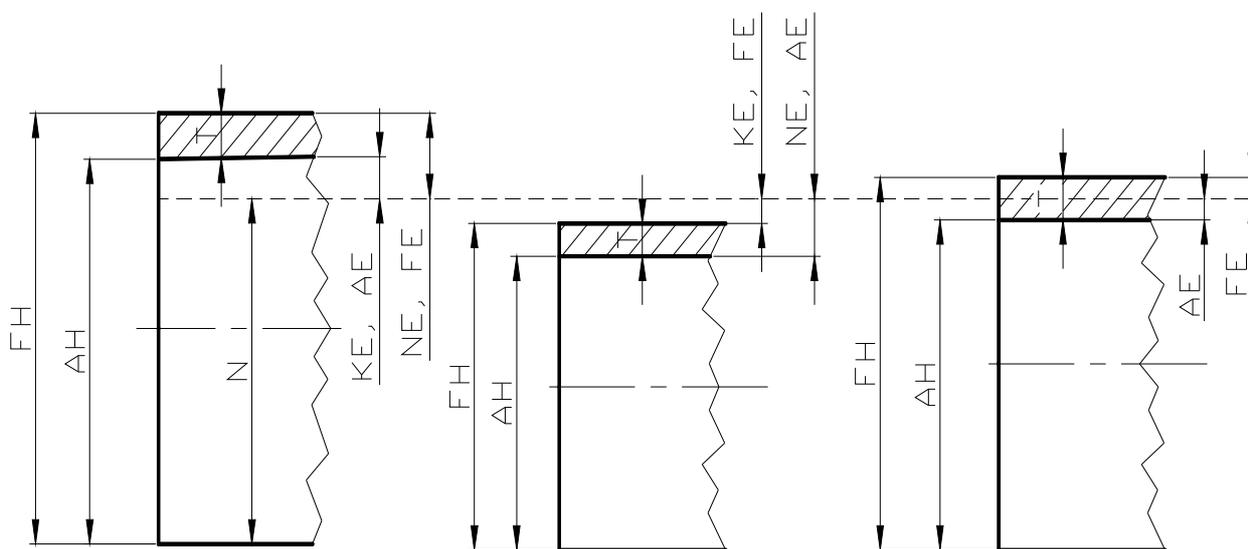
$$E = TM - NM \quad . \quad (2.1)$$

Az eltérés felső értéke [3]:

$$FE = FH - NM \quad . \quad (2.2)$$

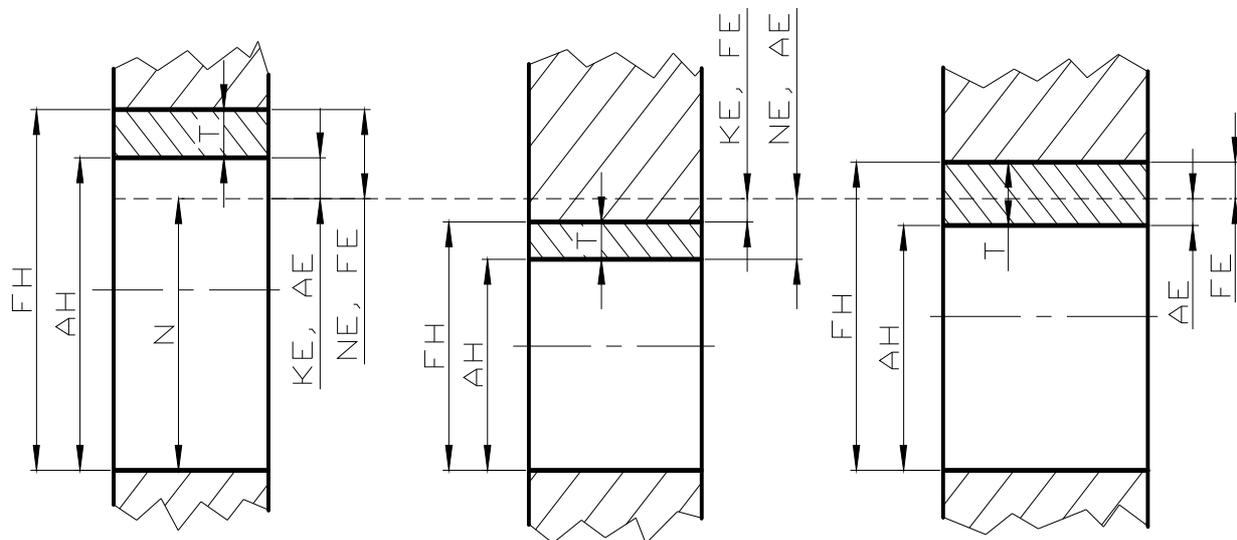
Az eltérés alsó értéke [3]:

$$AE = AH - NM \quad . \quad (2.3)$$



8. ábra: Csapok tűrésének elhelyezkedése [3]

A gyakorlatban mind a felső és alsó eltérés lehet pozitív vagy negatív előjelű (8 és 9. ábra) aszerint, hogy a vonatkozó határméret nagyobb vagy kisebb-e a névleges méretnél.



9. ábra: A furatok tűrésének elhelyezkedése [3]

**Tűrésmezőnek** nevezzük azt a méretsávot, amelyet a két határméret kijelöl, tehát a tűrés értéke egyenlő a határméreték különbségével [3]:

$$T = FH - AH \quad (2.4)$$

**Legkisebb eltérés (KE)** az az érték, amelynél a tényleges és a névleges méret különbsége (abszolút értékben) kisebb nem lehet [3].

**Legnagyobb eltérés (NE)** az az érték, amelynél a tényleges és névleges méret különbsége (abszolút értékben) nagyobb nem lehet [3].

Minden esetben:

$$NE = KE + T \quad (2.5)$$

## 2.2. A TŰRÉS EGYSÉGE ÉS A MINŐSÉGI FOKOZATOK

A gyakorlatban bebizonyosodott, hogy a forgácsolással előállított alkatrészeknél a szórás nagysága parabolikusan változik az átmérővel [3]:

$$SZ = A \cdot D^k \quad (2.6)$$

A nemzeti tűrésegység [3]:

$$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D \quad (2.7)$$



$$D = \sqrt{D_1 \cdot D_2} \quad (2.8)$$

A  $D_1$  és  $D_2$  az átmérőcsoportok határméretei.  
A szabvány (ISO 286-1:2010) 20 tűrésminőségi fokozatot rögzít [3]:

$$IT_0, IT_01, IT_1, IT_2, \dots, IT_{18} \quad (2.9)$$

A pontossági fokozat kisebb számértéke szigorúbb előírást, azaz kisebb tűrést jelent.

IT5 – IT6 között a tűrés, a tűrésegység egészszámú többszöröse [3]:

$$T = q \cdot i \quad (2.10)$$

IT1 – IT4 között a tűrés a mérési hibát figyelembe véve geometriai lépcsőzéssel van felépítve [3]:

$$IT_1 = 1,5 + 0,015 \cdot D \quad (2.11)$$

$$IT_2 = \sqrt{IT_1 \cdot IT_3} \quad (2.12)$$

$$IT_3 = \sqrt{IT_2 \cdot IT_4} \quad (2.13)$$

$$IT_4 = \sqrt{IT_3 \cdot IT_5} \quad (2.14)$$

2. táblázat: A q tényező értékei I. [3]

<b>IT</b>	1	2	3	4
<b>q</b>	1,7	2,2	3,7	4,5

IT5-höz q értékét felvették 7-re.

IT6 – IT16-ig a tűrésminőségek i egységekben kifejezett T tűrései a Renard számsor szerint növekednek (2. táblázat).

3. táblázat: A q tényező értékei II. [3]

<b>IT</b>	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>q</b>	7	10	16	25	40	64	100	160

<b>IT</b>	13	14	15	16
<b>q</b>	250	400	650	1000

## 2.3. ILLESZTÉSEK

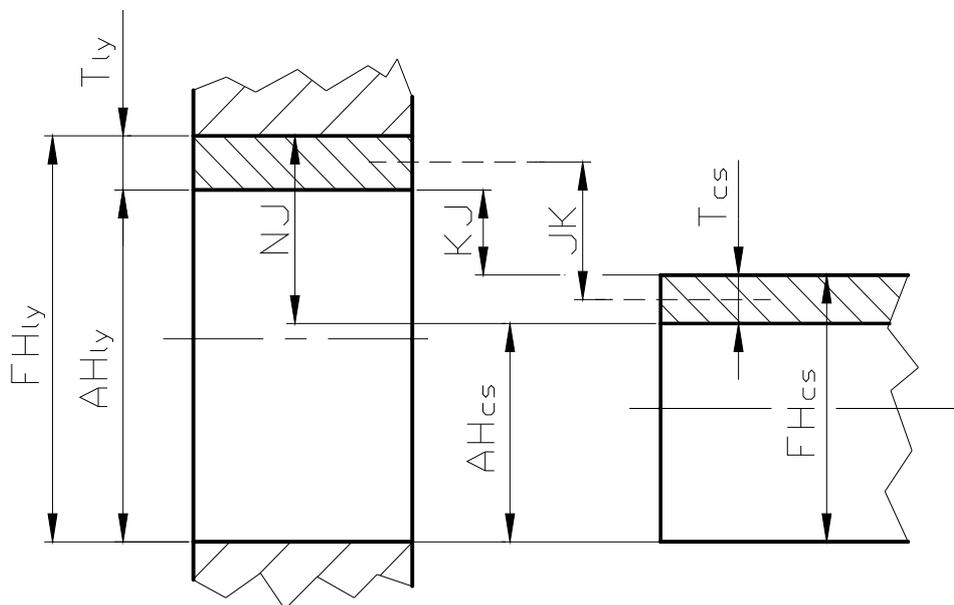
**Illesztés** két csatlakozó közös névleges méretű alkatrész tűréseit tartalmazó előírás, amely az illesztés jellegét határozza meg [3].

Az **illesztés jellege** a két összeszerelendő alkatrész közepes méretének különbsége, amely **lehet játék vagy fedés**.

Az illesztések fajtái [3]:

- **laza illesztés**, amelynél a két illesztett méret mindig játékkal illeszkedik;
- **átmeneteli illesztés**, amelynél a két illeszkedő méret játékkal és fedéssel is illeszkedhet aszerint, hogy az illeszkedő méretek hogyan sikerültek a tűrésmezőkön belül;
- **szilárd illesztés**, amelynél a két illesztett méret mindig fedéssel illeszkedik.

A tűrésmezőnek (a névleges mérethez) az alapvonalhoz közelebb eső határvonala és az alapvonal közötti távolságot **alapelértésnek** nevezzük [3].

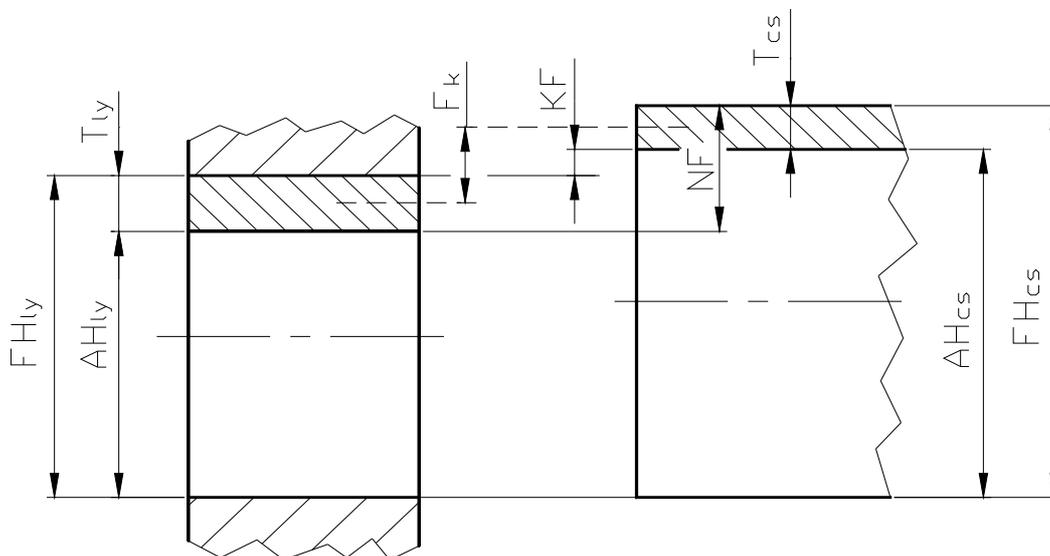


10. ábra: A furatok tűrésének elhelyezkedése játékkal [3]

Illeszkedő pároknál (10. és 11. ábra) a következő tényezőket különböztethetjük meg:

- nagyjáték [3]:

$$NJ = FH_{ly} - AH_{cs} \quad (2.15)$$



11. ábra: A furatok túrésének elhelyezkedése fedéssel [3]

- kisjáték [3]:

$$KJ = AH_{ly} - FH_{cs} \quad (2.16)$$

- közepes játék [3]:

$$JK = \frac{NJ + KJ}{2} = KJ + \frac{T_{ill.}}{2} \quad (2.17)$$

Egyes szakirodalmakban a JK közepes játékot MJ-vel is jelölik.

- nagyfedés [3]:

$$NF = FH_{cs} - AH_{ly} \quad (2.18)$$

- kisfedés [3]:

$$KF = AH_{cs} - FH_{ly} \quad (2.19)$$

- közepes fedés [3]:

$$FK = \frac{NF + KF}{2} = KF + \frac{T_{ill.}}{2} \quad (2.20)$$

Egyes szakirodalmakban az FK közepes fedést MF-vel is jelölik.

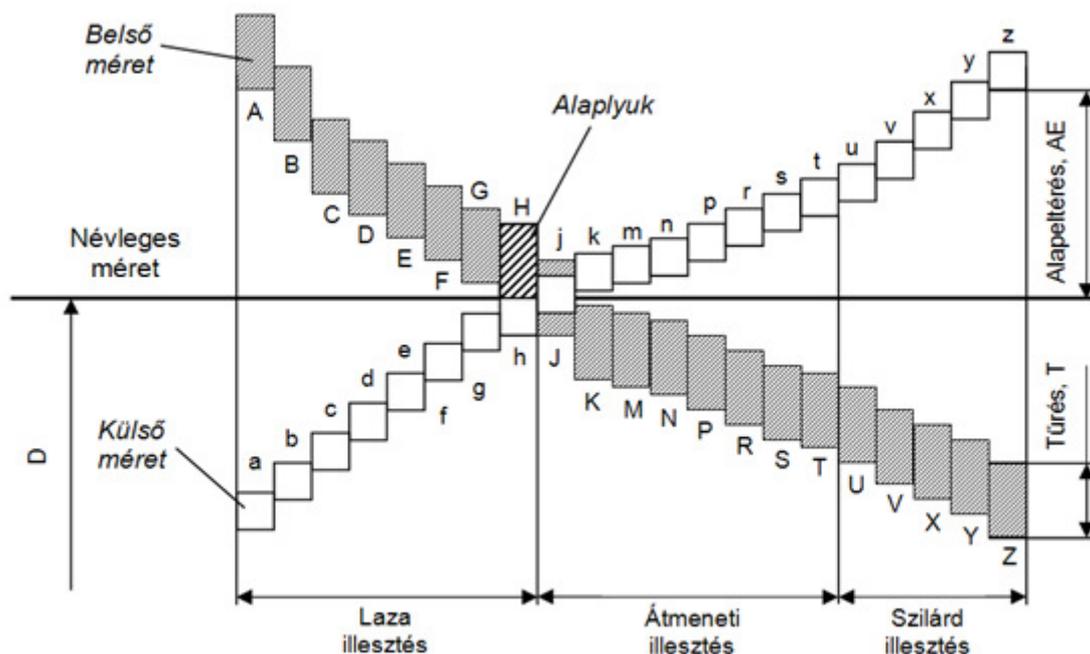
- az illesztés tűrése [3]:

$$T_{ill.} = T_{ly} + T_{cs} \quad (2.21)$$

A különböző illeszkedések jellegét meghatározó alapeltérések sorozatát a nemzetközi szabványokban a csapnál kisbetűvel, a lyuknál nagybetűvel jelölik (12. ábra).

**Alaplyuk csoportról** akkor beszélünk, ha mindig azonos szabványú H illesztésű elem a közrefogó (befogó) felület.

**Alapcsap csoportban** mindig a csap azonos szabványos h illesztésű. Alapcsap csoportnál a lyuk alapeltérését úgy kell meghatározni, hogy azonos jelű csap és furat illesztésnél, alaplyuk csoportból alapcsap csoportba való áttérésnél az illeszkedés jellege azonos legyen (pl. H7/n6=N7/h6).



12. ábra: A tűrésmezők elhelyezkedései az alapvonalhoz képest

## 2.4. TŰRÉSSZÁMÍTÁSI FELADATOK [3]

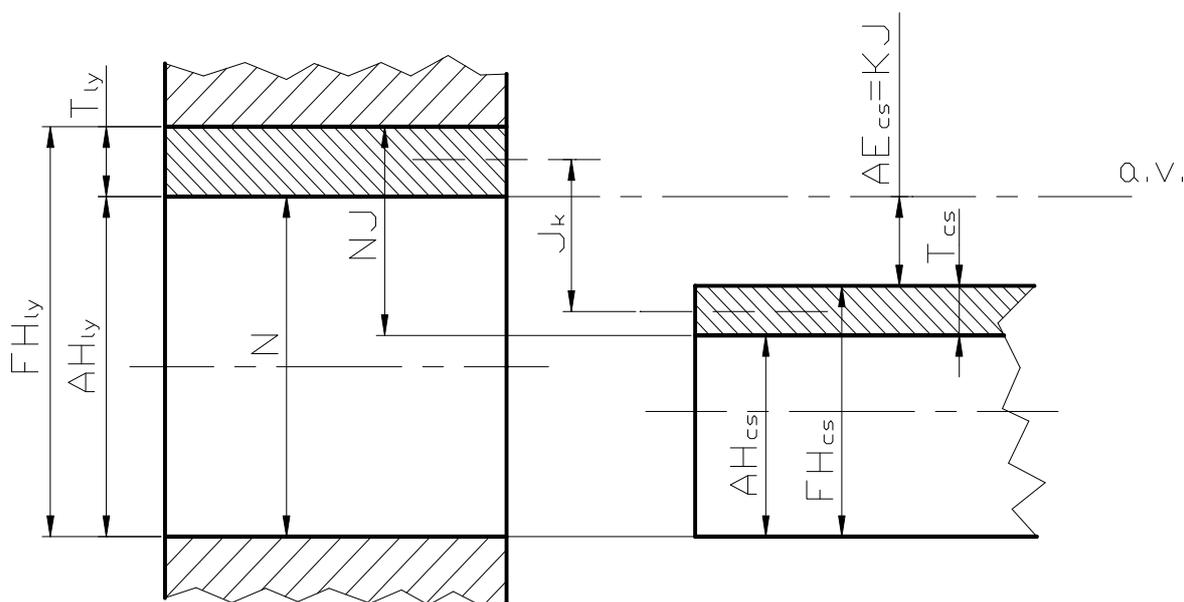
Megrajzolandó a tűrésmezők elhelyezkedése és meg kell állapítani az illeszkedés jellegét.

Kiszámítandók a tűrések, alapeltérések, felső- és alsó határméretetek, kisjátékok, nagyjátékok, közepes játékok, kisfedések, nagyfedések, középfedések, az illesztés tűrése és a névleges méretek a megadott illeszkedő

pár esetén. A FE felső- és az AE alsó eltéréssel meg kell adni a furatok és a csapok méreteit.

**a) Ø125 H7/e6**

Az illeszkedő pár az alapeltérések ismeretében egyértelműen felrajzolható. A 13. ábrán látható, hogy laza illesztésről beszélünk, mert a két illesztett méret mindig játékkal illeszkedik.



13. ábra: H7/e6 laza illesztés [3]

A tűrésegység:

$$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} = 0,45 \cdot \sqrt[3]{125} = 2,25 \mu m \quad (2.22)$$

A csap tűrése (3. táblázat): IT6-nál  $\longrightarrow$   $q=10$

$$T_{cs} = q \cdot i = 10 \cdot 2,25 = 22,5 \mu m \quad (2.23)$$

Az e alapeltérés nagyságát a 4. táblázat alapján megadott

$$AE_{cs,e} = 11 \cdot D^{0,41} \quad (2.24)$$

összefüggéssel számíthatjuk, azaz

$$AE_{cs,e} = 11 \cdot D^{0,41} = 11 \cdot 125^{0,41} = 79,75 \mu m \quad (2.25)$$

4. táblázat: Laza illesztések alapeltéréseinek meghatározása [3]

<b>Laza illesztések alapeltérései</b>			
<b>Jele</b>	<b>D mérete</b>	<b>Értéke <math>\mu\text{m}</math></b>	
<i>h</i>		0	<b>kisjáték</b>
<i>g</i>		$2,5 \cdot D^{0,34}$	
<i>f</i>		$5,5 \cdot D^{0,41}$	
<i>e</i>		$11 \cdot D^{0,41}$	
<i>d</i>		$16 \cdot D^{0,44}$	
<i>c</i>	40 mm-ig	$552 \cdot D^{0,28}$	<b>nagyjáték</b>
	40 mm felett	$95 + 0,8 \cdot D$	
<i>b</i>	160 mm-ig	$140 + 0,85 \cdot D$	
	160 mm felett	$1,8 \cdot D$	
<i>a</i>	120 mm-ig	$265 + 1,3 \cdot D$	
	120 mm felett	$3,5 \cdot D$	

5. táblázat: Átmeneti illesztések alapeltéréseinek meghatározása [3]

<b>Átmeneti illesztések alapeltérései</b>	
<b>Jele</b>	<b>Értéke <math>\mu\text{m}</math></b>
k	$+ 0,6 \cdot D^{1/3}$
m	$+ 2,8 \cdot D^{1/3}$
n	$+ 5 \cdot D^{0,34}$



6. táblázat: Szilárd illesztések alapeltéréseinek meghatározása [3]

Szilárd illesztések alapeltérései			
Jele	Értéke $\mu\text{m}$	Jele	Értéke $\mu\text{m}$
p	$+(0,03 \cdot D + IT7)$	v	$+(1,25 \cdot D + IT7)$
r	$+(0,16 \cdot D + IT7)$	x	$+(1,6 \cdot D + IT7)$
s	$+(0,4 \cdot D + IT7)$	y	$+(2,0 \cdot D + IT7)$
t	$+(0,63 \cdot D + IT7)$	z	$+(2,5 \cdot D + IT7)$
u	$+(1,0 \cdot D + IT7)$		

A csap felső határmérete:

$$FH_{cs} = N - AE_{cs,e} = 125 - 0,07975 = 124,92025 \text{ mm} \quad (2.26)$$

A csap alsó határmérete:

$$AH_{cs} = N - AE_{cs,e} - T_{cs} = FH_{cs} - T_{cs} = 124,92025 - 0,0225 = 124,89775 \text{ mm} \quad (2.27)$$

A furat tűrése (3. táblázat): IT7-nál  $\longrightarrow$  q=16

$$T_{ly} = q \cdot i = 16 \cdot 2,25 = 36 \mu\text{m} \quad (2.28)$$

A furat alapeltérése nulla, mert alaplyukcsoportban van illesztve (13. ábra). A furat felsőhatár mérete:

$$FH_{ly} = N + T_{ly} = 125 + 0,036 = 125,036 \text{ mm} \quad (2.29)$$

A furat alsóhatár mérete:

$$AH_{ly} = N = 125 \text{ mm} \quad (2.30)$$



A kisjáték:

$$KJ = AH_{ly} - FH_{cs} = AE_{cs,e} = 125 - 124,92025 = 0,07975 \text{ mm} \quad (2.31)$$

A nagyjáték:

$$NJ = T_{ly} + T_{cs} + KJ = FH_{ly} - AH_{cs} = 125,036 - 124,89775 = 0,13825 \text{ mm} \quad (2.32)$$

A közepes játék:

$$JK = \frac{NJ + KJ}{2} = KJ + \frac{T_{ill.}}{2} = KJ + \frac{T_{ly} + T_{cs}}{2} \quad (2.33)$$

$$JK = \frac{NJ + KJ}{2} = \frac{0,13825 + 0,07975}{2} = 0,109 \text{ mm} \quad (2.34)$$

Az illesztés túrése:

$$T_{ill} = T_{ly} + T_{cs} = 22,5 + 36 = 58,5 \mu\text{m} \quad (2.35)$$

A felső- és alsó eltérések számítása:

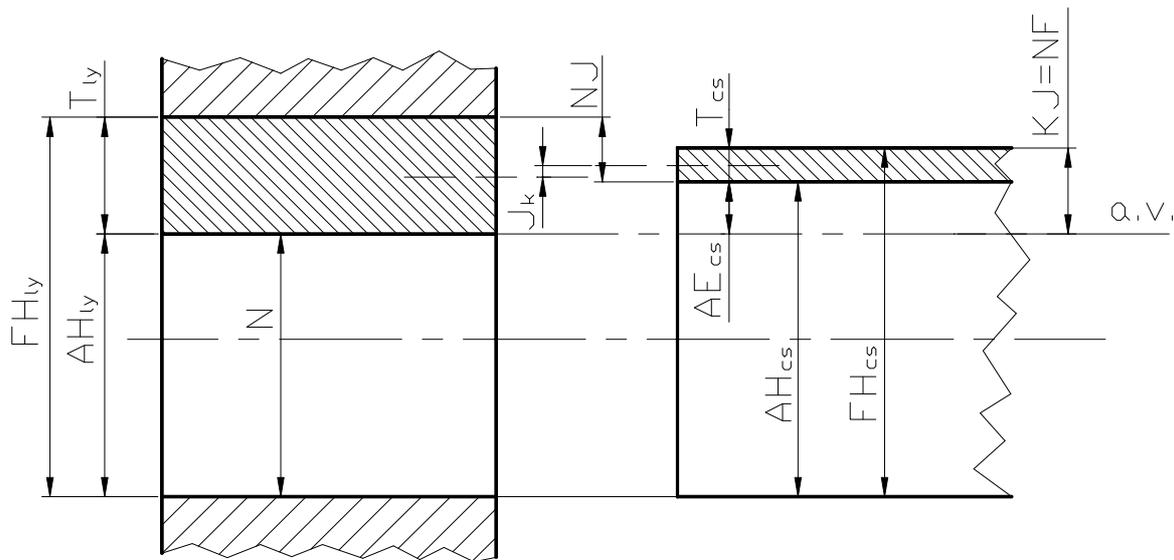
$$\begin{aligned} FE_{cs} &= FH_{cs} - N = 124,92025 - 125 = -0,07975 \text{ mm} \\ AE_{cs} &= AH_{cs} - N = 124,89775 - 125 = -0,10225 \text{ mm} \\ FE_{ly} &= FH_{ly} - N = 125,036 - 125 = +0,036 \text{ mm} \\ AE_{ly} &= AH_{ly} - N = 125 - 125 = 0 \text{ mm} \end{aligned} \quad (2.36)$$

A csap és a furat méretének megadása számértékekkel:

$$\begin{aligned} 125e6 &= 125_{-0,10225}^{-0,07975} \\ 125H7 &= 125_0^{+0,036} \end{aligned} \quad (2.37)$$

**b) Ø125 H9/m8**

Az illeszkedő pár az alapeltérések ismeretében egyértelműen felrajzolható. A 14. ábrán látható, hogy átmeneti illesztésről beszélünk, mert a két illesztett méret játékkal és fedéssel is illeszkedhet.



14. ábra: H9/m8 átmeneti illesztés [3]

A tűrésegység:

$$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} = 0,45 \cdot \sqrt[3]{125} = 2,25 \mu m \quad (2.38)$$

A csap tűrése (3. táblázat): IT8-nál  $\longrightarrow$   $q=25$

$$T_{cs} = q \cdot i = 25 \cdot 2,25 = 56,25 \mu m \quad (2.39)$$

Az  $m$  alapeltérés nagyságát a 5. táblázat alapján megadott

$$AE_{cs,m} = 2,8 \cdot D^{1/3} \quad (2.40)$$

összefüggéssel számíthatjuk, azaz

$$AE_{cs,m} = 2,8 \cdot D^{1/3} = 2,8 \cdot 125^{1/3} = 14,00 \mu m \quad (2.41)$$

A csap alsó határmérete:

$$AH_{cs} = N + AE_{cs,m} = 125 + 0,014 = 125,014 mm \quad (2.42)$$



A csap felső határmérete:

$$FH_{cs} = N + AE_{cs,m} + T_{cs} = AH_{cs} + T_{cs} = 125,014 + 0,05625 = 125,07025 \text{ mm} \quad (2.43)$$

A furat tűrése (3. táblázat): IT9-nél  $\longrightarrow$   $q=40$

$$T_{ly} = q \cdot i = 40 \cdot 2,25 = 90 \mu\text{m} \quad (2.44)$$

A furat alapelérése nulla, mert alaplyuk csoportban van illesztve (14. ábra).  
A furat felsőhatár mérete:

$$FH_{ly} = N + T_{ly} = 125 + 0,090 = 125,090 \text{ mm} \quad (2.45)$$

A furat alsóhatár mérete:

$$AH_{ly} = N = 125 \text{ mm} \quad (2.46)$$

A kisjáték:

$$KJ = AH_{ly} - FH_{cs} = 125 - 125,07025 = -0,07025 \text{ mm} \quad (2.47)$$

A kisjátéknál a (-) előjel arra mutat, hogy fedés van, mégpedig a kisjáték egyenlő a nagyfedéssel, tehát:

$$NF = FH_{cs} - AH_{ly} = 125,07025 - 125 = 0,07025 \text{ mm} \quad (2.48)$$

A nagyjáték:

$$NJ = FH_{ly} - AH_{cs} = 125,090 - 125,014 = 0,076 \text{ mm} \quad (2.49)$$

A közepes játék:

$$JK = \frac{NJ + KJ}{2} = \frac{0,076 - 0,07025}{2} = 0,002875 \text{ mm} \quad (2.50)$$

Az illesztés tűrése:

$$T_{ill} = T_{ly} + T_{cs} = 90 + 56,25 = 146,25 \mu\text{m} \quad (2.51)$$

Az eltérések számítása:

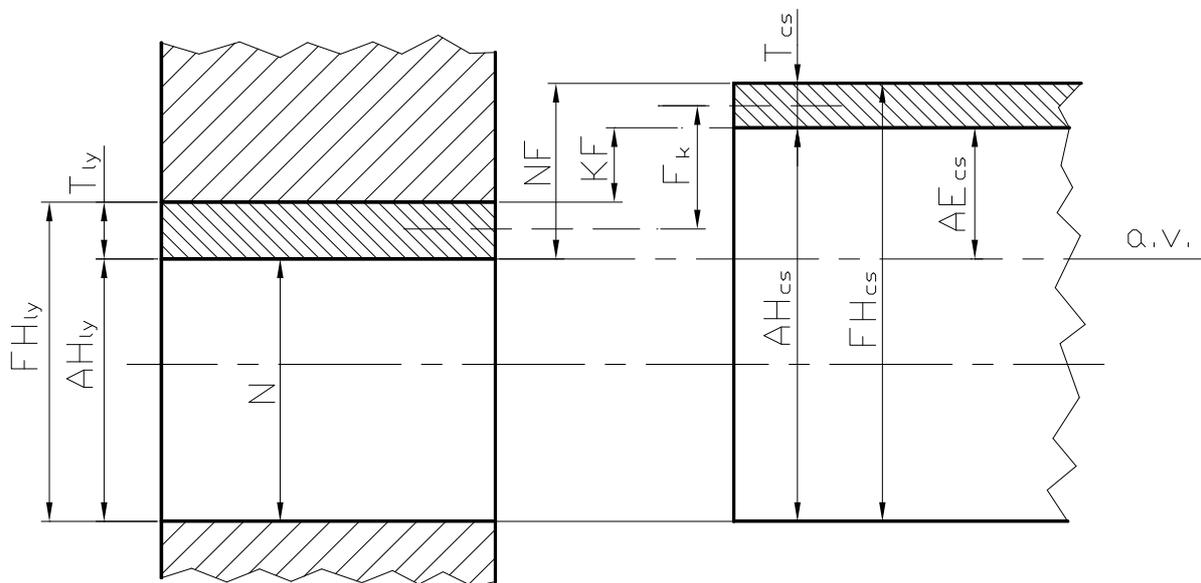
$$\begin{aligned}
 FE_{cs} &= FH_{cs} - N = 125,07025 - 125 = +0,07025\text{mm} \\
 AE_{cs} &= AH_{cs} - N = 125,014 - 125 = +0,014\text{mm} \\
 FE_{ly} &= FH_{ly} - N = 125,090 - 125 = +0,090\text{mm} \\
 AE_{ly} &= AH_{ly} - N = 125 - 125 = 0\text{mm}
 \end{aligned}
 \tag{2.52}$$

A csap és a furat mérete számértékekkel:

$$\begin{aligned}
 125\text{m}8 &= 125_{+0,014}^{+0,07025} \\
 125\text{H}8 &= 125_0^{+0,090}
 \end{aligned}
 \tag{2.53}$$

### c) Ø125 H6/s5

Az illeszkedő pár az alapeltérések ismeretében egyértelműen felrajzolható. A 15. ábrán látható, hogy szilárd illesztésről beszélünk, mert a két illesztett méret mindig fedéssel illeszkedik.



15. ábra: H6/s6 szilárd illesztés [3]

A tűrésegség:

$$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} = 0,45 \cdot \sqrt[3]{125} = 2,25\ \mu\text{m}
 \tag{2.54}$$



A csap tűrése (3. táblázat): IT5-nél  $\longrightarrow$   $q=7$

$$T_{cs} = q \cdot i = 7 \cdot 2,25 = 15,75 \mu m \quad (2.55)$$

Az  $s$  alapeltérés nagyságát a 6. táblázat alapján megadott

$$AE_{cs,s} = 0,4 \cdot D + IT7 \quad (2.56)$$

összefüggéssel számíthatjuk, azaz

$$AE_{cs,s} = 0,4 \cdot D + IT7 = 0,4 \cdot D + 16 \cdot i = 0,4 \cdot 125 + 36 = 86 \mu m \quad (2.57)$$

A csap alsó határmérete:

$$AH_{cs} = N + AE_{cs,s} = 125 + 0,086 = 125,086 \text{ mm} \quad (2.58)$$

A csap felső határmérete:

$$FH_{cs} = AH_{cs} + T_{cs} = 125,086 + 0,01575 = 125,10175 \text{ mm} \quad (2.59)$$

A furat tűrése (3. táblázat): IT6-nál  $\longrightarrow$   $q=10$

$$T_{ly} = q \cdot i = 10 \cdot 2,25 = 22,5 \mu m \quad (2.60)$$

A furat alapelérése nulla, mert alaplyuk csoportban van illesztve (15. ábra).  
A furat felsőhatár mérete:

$$FH_{ly} = N + T_{ly} = 125 + 0,0225 = 125,0225 \text{ mm} \quad (2.61)$$

A furat alsóhatár mérete:

$$AH_{ly} = N = 125 \text{ mm} \quad (2.62)$$

A kisfedés:

$$KF = AH_{cs} - FH_{ly} = 125,086 - 125,0225 = 0,0635 \text{ mm} \quad (2.63)$$



A nagyfedés:

$$NF = FH_{cs} - AH_{ly} = 125,10175 - 125 = 0,10175 \text{ mm} \quad (2.64)$$

A közepes fedés:

$$FK = \frac{KF + NF}{2} = \frac{0,0635 + 0,10175}{2} = 0,082625 \text{ mm} \quad (2.65)$$

Az illesztés túrése:

$$T_{ill} = T_{ly} + T_{cs} = 15,75 + 22,5 = 38,26 \mu\text{m} \quad (2.66)$$

Az eltérések számítása:

$$\begin{aligned} FE_{cs} &= FH_{cs} - N = 125,10175 - 125 = +0,10175 \text{ mm} \\ AE_{cs} &= AH_{cs} - N = 125,086 - 125 = +0,086 \text{ mm} \\ FE_{ly} &= FH_{ly} - N = 125,0225 - 125 = 0,0225 \text{ mm} \\ AE_{ly} &= AH_{ly} - N = 125 - 125 = 0 \text{ mm} \end{aligned} \quad (2.67)$$

A csap és a furat mérete számértékekkel:

$$\begin{aligned} 125\text{s}5 &= 125_{+0,086}^{+0,10175} \\ 125\text{H}6 &= 125_0^{+0,0225} \end{aligned} \quad (2.68)$$

### 3. MÉRETLÁNCOK

Az alkatrészek műhelyrajzán a felületek relatív helyzetét a mérethálózat határozza meg.

A gyártás során a munkadarabok minden mérete szóródással készül a megmunkálási hibák miatt. A szóródások viszont összegződnek és lehetséges, hogy selejtes alkatrészhez vagy szerelhetetlen alkatrészpárhoz illetve alkatrészcsoporthoz vezetnek.

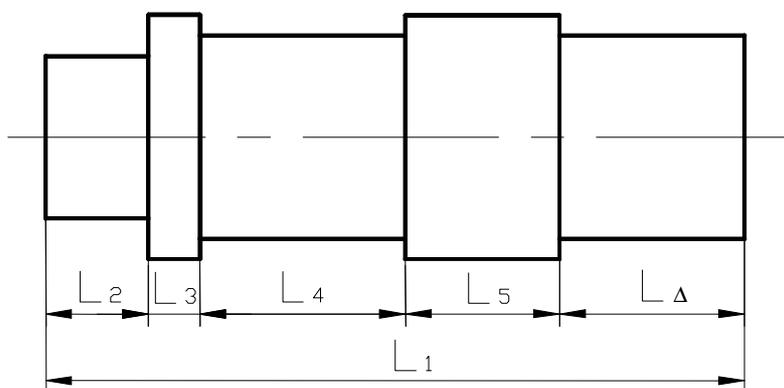
**Méretláncnak** nevezzük a zárt körvonal mentén meghatározott sorrendben elhelyezett méretek összességét, amelyek egy vagy több alkatrész (munkadarab) elemeinek kölcsönös helyzetét határozzák meg a szerkesztés, a gyártás és a szerelés követelményeinek megfelelően. A méretláncok alapvető tulajdonsága, hogy teljesen zártak [1, 24, 26].

A méretláncban szereplő méreteket **tagoknak** nevezzük. A tagok lehetnek [1, 24, 26]:

- összetevők;
- záró tag vagy eredő.

Minden méretláncban csak egy eredő és minimum két összetevő van. Így minden méretlánc legalább három tagból áll. Az összetevő tagok lehetnek növelő és csökkentő tagok attól függően, hogy a záró tagra milyen hatást fejtenek ki (16. ábra):

- **a növelő tag** ( $L_1$ ) növelésével a méretlánc többi tagjának változatlanul hagyása mellett a zárótag nőni fog. Ez fordítva is igaz.
- **a csökkentő tag** ( $L_2, L_3, L_4, L_5$ ) növelésével a méretlánc többi tagjának változatlanul hagyása mellett a záró tag csökkenni fog. Ez fordítva is igaz.

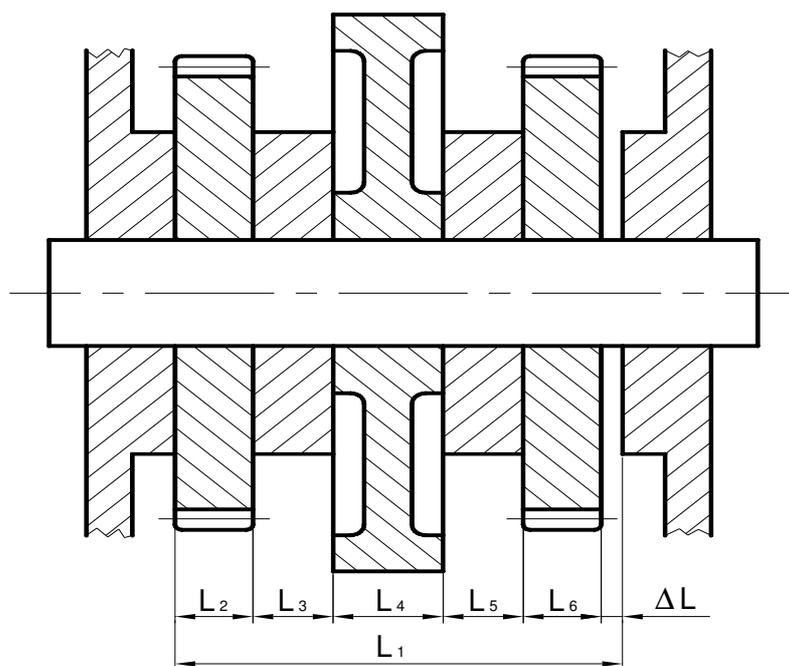


16. ábra: Lineáris méretlánc

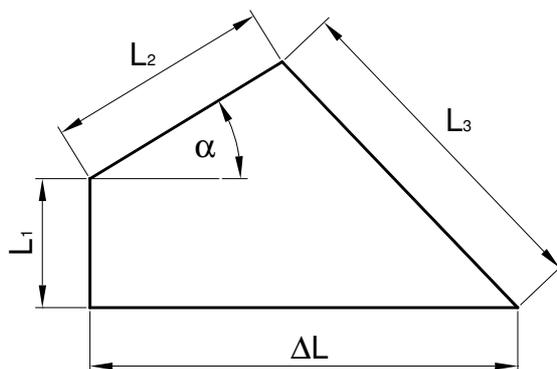
### 3.1. MÉRETLÁNCFAJTÁK, MÉRETLÁNC CSATLAKOZÁSOK

A gépgyártás területén a méretláncok fajtái a következők:

- **lineáris méretláncok**, amelyeknél az összes méretek egymással párhuzamosak (16. és 17. ábra);
- **síkméretláncok**, amelyeknél a méretek részben vagy egészében nem párhuzamosak, de valamennyi egy vagy több párhuzamos síkban fekszik (18. ábra);
- **térbeli méretláncok**, amelyeknél a méretek részben vagy egészében nem párhuzamosak, és egymással nem párhuzamos síkban fekszenek;
- **szögméretláncok**, amelyeknél a méretek szögméretek, és a szögek szára egy csúcsban találkozik (18. ábra).



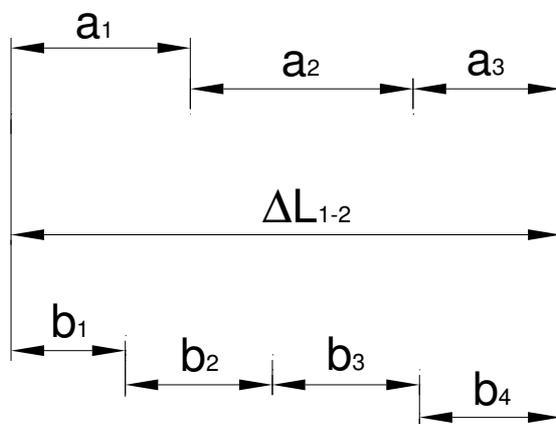
17. ábra: Lineáris méretlánc [24]



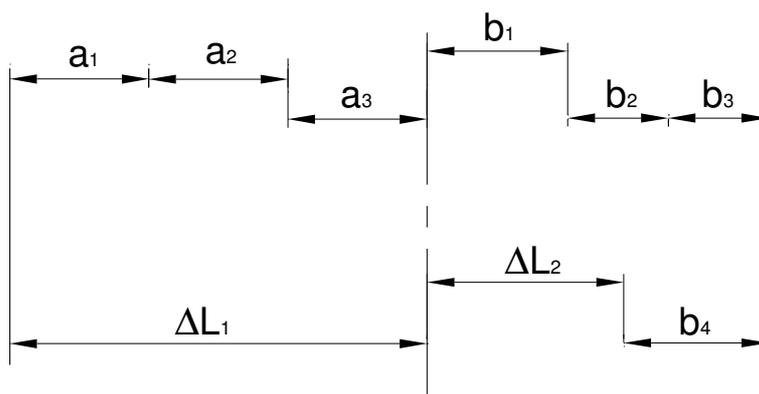
18. ábra: Síkbeli, nem lineáris méretlánc [26]

A különböző szerkezetekben rendszerint több méretlánc fordul elő, amelyek egymással kapcsolatban vannak, egymáshoz csatlakoznak. A méretlánccok csatlakozása lehet párhuzamos, soros és vegyes [1, 24, 26]:

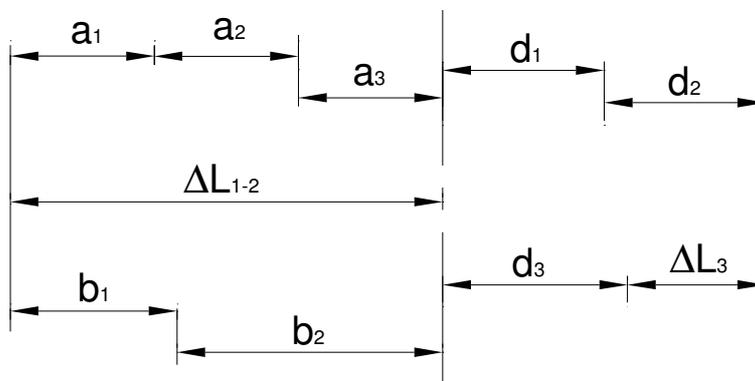
- **párhuzamosak** azok a méretlánccok, amelyeknek egy vagy több közös tagja van (19. ábra);
- **sorosak vagy sorba kapcsoltak** azok a méretlánccok, amelyeknek közös kiindulási bázisa van (20. ábra);
- **vegyes csatlakozásúak** azok a méretlánccok, amelyekben párhuzamos és soros méretlánccok egyaránt előfordulnak (21. ábra).



19. ábra: Párhuzamos méretlánc



20. ábra: Soros méretlánc



21. ábra: Vegyes méretlánc

### 3.2. A MÉRETLÁNCOK ÁLTALÁNOS TÖRVÉNYEI [1, 24, 26]

A méretláncok törvényszerűségei alapján az alábbi feladatokat lehet megoldani:

- az összetevők mérete és tűrése alapján a záró tag méretének és tűrésének meghatározása;
- a záró tag mérete és tűrése alapján az összetevők méretének és tűrésének meghatározása;
- a működési követelményekből kiindulva a záró tag – és az összetevők méretének és tűrésének meghatározása.

A záró tag névleges mérete:

$$L_{\Delta}^N = \sum_{i=1}^m L_{i,növ}^N - \sum_{i=m+1}^{n-1} L_{i,csök}^N \quad (3.1)$$

A növelő tagok névleges méretösszegéből kivonjuk a csökkentő tagok névleges méretösszegét. A különbség lesz a zárótag névleges mérete.

A záró tag maximális mérete:

$$L_{\Delta}^{\max} = \sum_{i=1}^m L_{i,növ}^{\max} - \sum_{i=m+1}^{n-1} L_{i,csök}^{\min} \quad (3.2)$$

A növelő tagok maximális méretösszegéből kivonjuk a csökkentő tagok minimális méretösszegét. A különbség lesz a zárótag maximális mérete.



A zárótag minimális mérete:

$$L_{\Delta}^{\min} = \sum_{i=1}^m L_{i,növ}^{\min} - \sum_{i=m+1}^{n-1} L_{i,csök}^{\max} \quad (3.3)$$

A növelő tagok minimális méretösszegéből kivonjuk a csökkentő tagok maximális méretösszegét. A különbség lesz a zárótag minimális mérete.

A zárótag tűrése és számításának ellenőrzése:

$$T_{\Delta} = L_{\Delta}^{\max} - L_{\Delta}^{\min} = \sum_{i=1}^{n-1} T_i \quad (3.4)$$

A zárótag tűrése az egyes összetevő tagok tűréstartományának összege.

Valamely összetevő tűrése:

$$T_x = T_{\Delta} - \sum_{i=1}^{n-2} T_i \quad (3.5)$$

A síkbeli nem párhuzamos tagú méretláncok számítását többféleképpen végezhetjük:

- a lineáris helyzetre való visszavezetés abból áll, hogy a derékszögű koordináta rendszerbe helyezve a méretláncot, a vetületképzéssel két lineáris méretláncot képezünk.
- az alapösszefüggés követelményei szerint felírjuk a zárótag függvényét és az alapösszefüggés szerint számolunk.

### 3.3. SZERELÉSI MÉRETLÁNC MEGOLDÁSOK

A szerelési méretlánc-megoldás a zárótag, vagy valamely összetevőtag tűrésének meghatározását jelenti. A szerelési méretláncok megoldásaira az alábbi módszerek ismeretesek [1, 19, 21, 22, 24, 26]:

- teljes cserélhetőség,
- részleges cserélhetőség,
- válogató-párosítás,
- utólagos illesztés,
- beszabályozás:
  - mozgó kompenzátorral,
  - álló kompenzátorral.

### 3.3.1. Teljes cserélhetőség módszere

**A teljes cserélhetőség** alatt azt értjük, hogy a méretlánc tagjai olyan tűréssel készülnek, hogy azok minden válogatás vagy külön illesztési munka nélkül összeszerelve biztosítják a méretlánc zárótagjának előírt pontosságát (22. ábra).

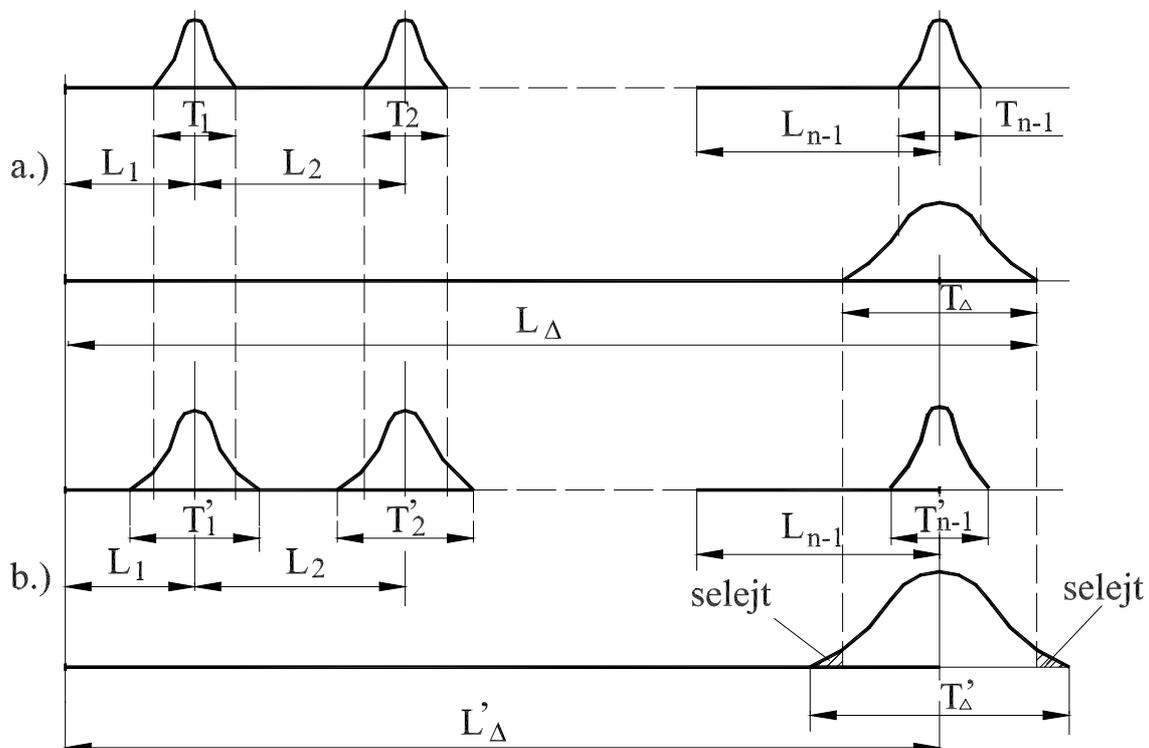
A méretláncoknak a teljes cserélhetőség módszere szerinti megoldása [1, 24]:

- a méretlánc minden tagjának tűrését az alábbi egyenletek szerint kell kiszámítani, aszerint, hogy záró (eredő) tag, illetve általános (összetevő) tag tűrését akarjuk-e megállapítani;

$$T_{\Delta} = L_{\Delta \max} - L_{\Delta \min} = \sum_{i=1}^{n-2} |T_i| \quad (3.6)$$

$$T_x = T_{\Delta} - \sum_{i=1}^{n-2} |T_i| \quad (3.7)$$

- az alkatrészeket az így megállapított tűréseknek megfelelő pontossággal kell elkészíteni.



22. ábra: Méretlánc megoldás [1, 24]

a) a teljes cserélhetőség elvén

b) a részleges cserélhetőség elvén



A számítás menete (22.a ábra) a következő [1, 24]:

- 1.) megállapítjuk az egyes méretláncokat;
- 2.) megkeressük minden méretlánc záró tagját;
- 3.) megállapítjuk az összetevő- és záró tagok névleges méreteit;
- 4.) a működési feltételek alapján meghatározzuk a záró tag megengedhető hibáját (tűrését);
- 5.) kiszámítjuk az összetevő tagok közepes tűrését, alábbiak szerint:

$$T_{köz} = \frac{T_{\Delta}}{n-1} \quad (3.8)$$

- 6.) minden tagra  $T_{köz}$  értéket helyesbítjük (szűkítjük vagy tágítjuk) a gyártástechnológiai és gazdaságossági követelményeknek megfelelően, de oly módon, hogy a helyesbített értékek behelyettesítésével is egyenlő maradjon az egyenlet két oldala.

A módszer alkalmazásának előnyei:

- minden gép előírt pontosságú;
- a szerelés egyszerű és gyors, nem kíván utólagos megmunkálásokat;
- az alkatrészgyártásban, a szerelésben széleskörű kooperáció lehetséges;
- a szerelés ütemezhető;
- egyszerű a tartalék alkatrészekkel való ellátás.

Elsősorban tömeggyártásban alkalmazzák.

A módszer alkalmazásának **hátrányai**:

- az alkatrészek nagy pontossága miatt nagyok a gyártási költségek;
- az alkatrészek megmunkálásához pontos gépek, készülékek, szerszámok szükségesek.

### 3.3.2. Részleges cserélhetőség módszere

**A részleges cserélhetőség** módszerénél az összetevők tűrését nagyobbra vesszük, mint a teljes cserélhetőségnél. Ez olcsóbbá teszi a gyártást, de számoljunk azzal a kockázattal, hogy szereléskor – az esetek előre megállapított % -ánál – zárótag szóródása nagyobb a tűrésnél és emiatt selejt keletkezik [1, 24].



A számítás menete (22.b ábra) a következő [1, 24]:

- 1.) kiszámítjuk az összetevő tagok közepes tűrésmező szélességét a teljes cserélhetőség elve alapján.
- 2.) megnöveljük a  $T_{köz}$  értéket  $T'_{köz}$  értékre ( $T'_{köz} > T_{köz}$ ), ami az eredő tag tűrésének növekedését eredményezi ( $T'_{\Delta} > T_{\Delta}$ ).
- 3.) a valószínűség számítás módszerével határozható meg az összetevő tagok közepes tűrései:

$$T'_{köz} = \frac{T_{\Delta}}{t \cdot \sqrt{\lambda_k \cdot (n-1)}} \quad (3.9)$$

ahol:

- $T_{\Delta}$  - a záró-tag előírt tűrése;
- $t$  - a kockázati (várható selejt) százaléktól függő érték (7. táblázat);
- $t = \frac{T_{\Delta}}{2 \cdot \sigma_{\Delta}}$  a záró tag előírt tűrésének viszonya a záró tag négyzetes középértékének kétszereséhez;

7. táblázat: A kockázathoz tartozó  $t$  érték [1, 24]

<b>A kockázat (várható selejt) százaléka</b>	$t = \frac{T_{\Delta}}{2 \cdot \sigma_{\Delta}}$
0,27	3,00
0,60	2,70
1,00	2,57
2,00	2,34
4,00	2,06
6,00	1,88
8,00	1,75
10,00	1,65
33,00	1,00

- $\lambda_k$  - az összetevő tagok eloszlási görbéinek jellegére utaló tényező, értékei:



- normális eloszlás esetén:  $\lambda = \left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{1}{9}$
  - Simpson - féle eloszlás esetén:  $\lambda = \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2 = \frac{1}{3}$
  - ismeretlen vagy egyenlő eloszlás esetén:  $\lambda = \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2 = \frac{1}{3}$
- n a méretlánc tagjainak száma (a záró-taggal együtt).
- 4.) a megállapított  $T'_{köz}$  értéket az egyes tagokra a gyártástechnológiai és gazdaságossági követelményeknek megfelelően helyesbítjük (szűkítjük vagy tágítjuk), de oly módon, hogy a helyesbített értékek behelyettesítésével az alábbi egyenlőség fennálljon:

$$\frac{T_{\Delta}^2}{t^2} = \sum_{i=1}^{n-1} \lambda_i \cdot T_i \quad (3.10)$$

A részleges cserélhetőség alkalmazásának előnyei:

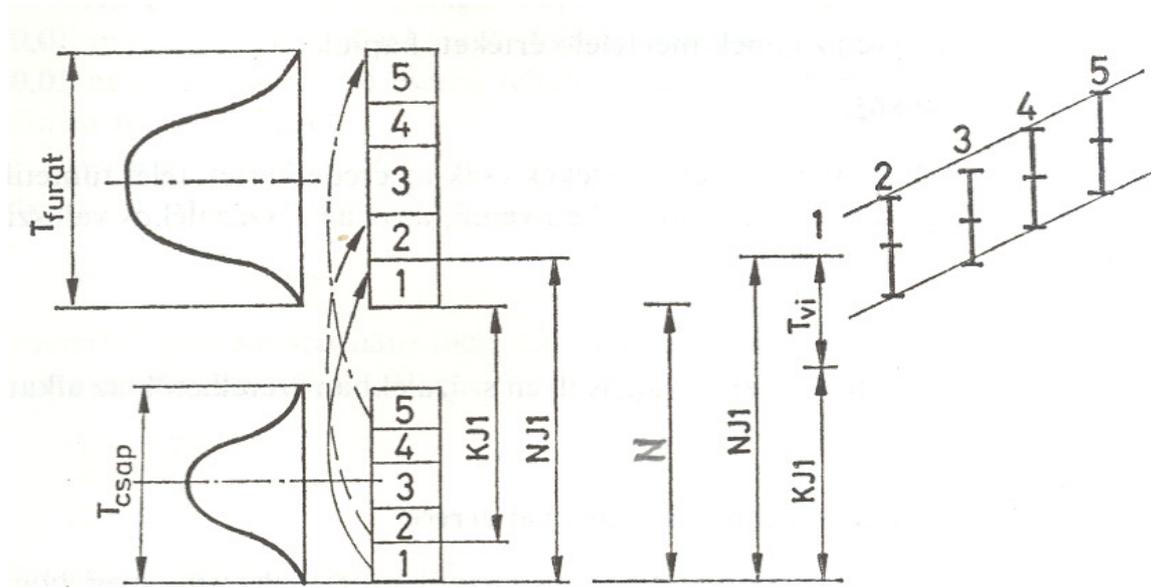
- kis darabszám esetén elősegíti az alkatrészek gazdaságos megmunkálását úgy, hogy kis selejtszázalék mellett 1,5÷5-szörös tűrésmező növelést enged meg a teljes cserélhetőség módszeréhez viszonyítva,
- nagyszámú méretlánc összetevő esetén és nagy pontosság esetén is gazdaságosan alkalmazható.

A módszer alkalmazásának hátrányai:

- a selejtes munkadarabok kiszűrése időigényes, melyek még tovább ellenőrizendők, hogy javíthatók-e vagy sem,
- a selejtszázalék tovább növekszik több kapcsolódó méretlánc esetén.

### 3.3.3. Válogató - párosítás módszere

A méretláncok kiválasztásos vagy válogatós módszerrel történő megoldásakor a záró-tag előírt tűrését úgy biztosítjuk, hogy az összetevő tagok m-szeresen megnövelt tűrését m csoportba osztjuk, és az azonos csoportba tartozó elemeket szereljük úgy, hogy az összekapcsolt alkatrészek illeszkedésének jellege ne változzék (23. ábra).



23. ábra: A kétoldali válogatás elve

Az összeválogató-párosítás módja lehet:

- **kétoldali válogató-párosítás:** mindkét alkatrészt tág tűrésmezővel gyártjuk, majd egyenlőszámú tűrésmezőre válogatjuk szét és az összetartozó csoportokat szereljük össze,
- **egyoldali válogató-párosítás:** az összetartozó alkatrészek közül az egyiket tágabb tűréssel gyártjuk, és ezen belül képezzük a csoportokat. A másik alkatrészt ezekhez a szűkebb csoportokhoz külön szűk tűrésmezővel - megfelelő darabszámban - legyártjuk, majd azokat szereljük.

A válogató-párosítás alkalmazhatóságának feltételei:

- kétoldali válogató-párosítás esetén mindkét alkatrész tűrésmező-szélessége azonos legyen;
- csoportok száma 2÷6 között változhat;
- alkatrészek csoportokba válogatása, azonosítása, az egyes csoportokban a hiányzó alkatrészek pótlása többletmunkával jár;
- soros és kevés tagszámú (2÷3) méretlánc megoldására alkalmas;
- az alaktűréseknek felületi érdességi követelményeknek összhangban kell lenniük az eredeti előírásokkal.

Tipikus alkalmazási területe a gördülőcsapágyak-, motorok és kompresszorok gyártása.



### 3.3.4. Az utólagos illesztés módszere

**Az utólagos illesztés módszerénél** az egyes tagokat a gazdaságosan előállítható tűréssel gyártjuk és a záró-tag előírt pontosságát egy előre kijelölt tag – szereléskor elvégzendő szükség szerinti - után munkálásával (utólagos illesztéssel) valósítjuk meg [1].

A számítás menete (24. ábra) a következő [1]:

- 1.) a  $T_{\Delta}$  ismeretében meghatározzuk a közepes tűrésmező szélességet:

$$T_{köz} = \frac{T_{\Delta}}{n-1} \quad (3.11)$$

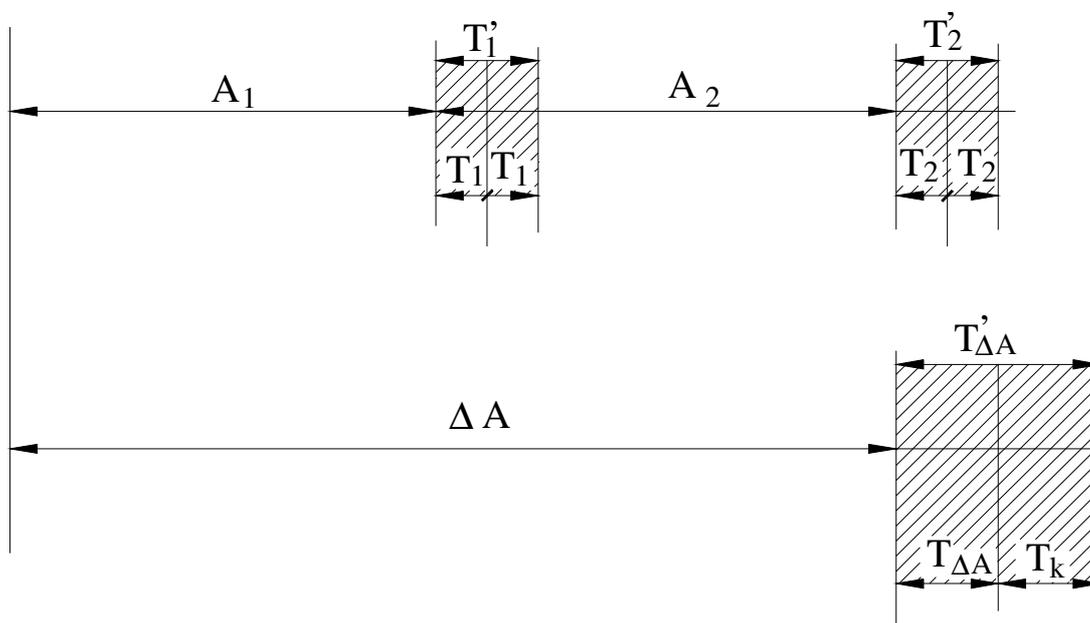
- 2.) a méretlánc tagjainak tűrését - a gazdaságos megmunkálás figyelembevételével -  $T'_i$ -re növeljük;
- 3.) megállapítjuk a  $T'_i$ -vel megnövelt tűrések figyelembevételével az eredő tag tűrését:

$$T'_{\Delta} = \sum_{i=1}^{n-1} |T'_i| \quad (3.12)$$

- 4.) meghatározzuk az eltávolítandó anyagréteg vastagságát a  $T_k = T'_{\Delta} - T_{\Delta}$  összefüggés alapján;
- 5.) kijelöljük a kompenzáló tagot úgy, hogy az lehetőleg utoljára beszerelhető legyen, és ne csatlakozzék más párhuzamosan kapcsolódó méretláncához;
- 6.) a kompenzáló tag eredeti méretéből ( $A_k$ ) eltávolítjuk a  $T_k$  méretet, így a kompenzáló tag mérete

$$A'_k = A_k - T_k \quad (3.13)$$

Egy három tagú méretlánc utólagos illesztéssel történő megoldásának vázlatát látható a 24. ábrán. Legyen a méretláncban az  $A_2$  a kompenzáló tag, amelynek méretét szereléskor  $T_k$ -val csökkenteni kell, hogy az eredővel az előírt  $T_{\Delta A}$  tűrésen belül maradjunk.



24. ábra: Méretlánc utólagos illesztéssel történő megoldásának vázlata [1]

Alkalmazási szempontok:

- az alkatrészek a megnövelt tűrések miatt olcsón előállíthatók;
- kompenzáló tag legyen egyszerű alakú, könnyen megmunkálható, de párhuzamos méretláncokban a közös tagok nem lehetnek;
- a szerelésnél helyszíni munkára van szükség;
- a módszer alkalmazása szakképzett munkaerőt igényel;
- a kompenzálási művelet megnöveli a szerelés időszükségletét;
- alkalmazása egyedi és kissorozatgyártásban gazdaságos.

### 3.3.5. Beállító szabályozás módszere

A záró-tag előírt pontosságát e megoldási módnál – az utólagos illesztéshez hasonlóan – a kompenzáló tag méretének változtatásával érjük el. A méretváltoztatás történhet:

- mozgó kompenzátorral;
- álló kompenzátorral.

**A mozgó kompenzátoros megoldásnál** (25. ábra) az eredő tag előírt pontosságát úgy biztosítjuk, hogy a kompenzáló tag elemeinek helyzetét változtatjuk (fordítás, eltolás, stb.).

A méretláncban a kompenzáló tag az  $A_3$ . Az  $A_1$  és  $A_2$  méreteket a gazdaságos megmunkálási pontossággal készítjük és az  $A_3$  méretet úgy változtatjuk, hogy a  $\Delta A$  az előírt méretűre adódjék.

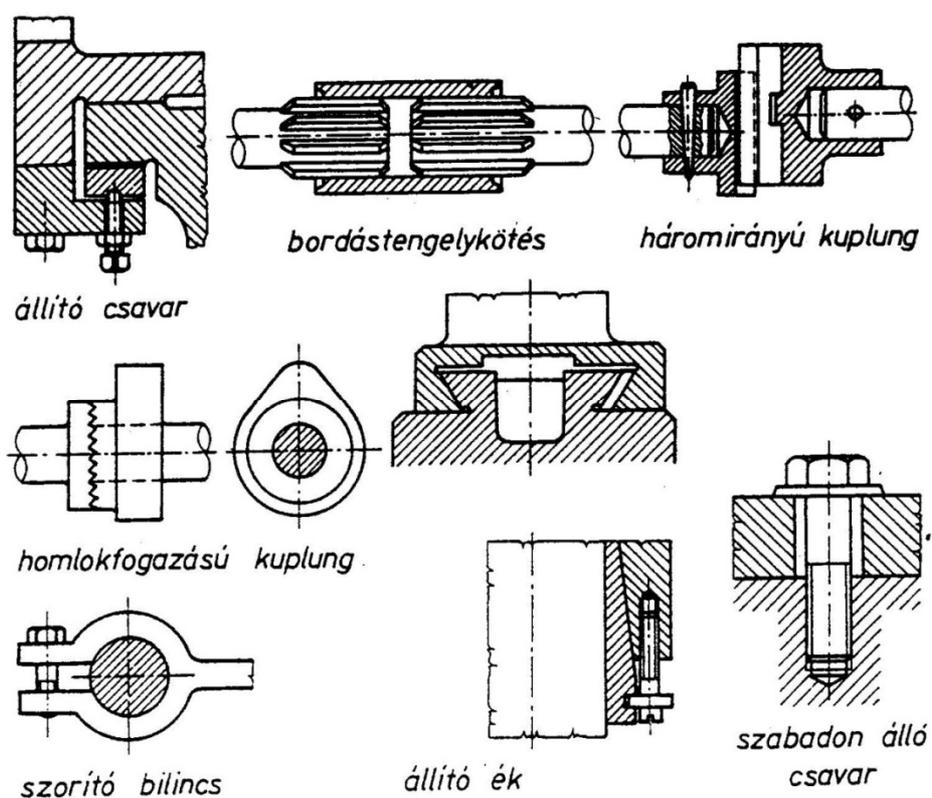
**Álló kompenzátoros megoldással** az eredő tag előírt pontosságát úgy biztosítjuk, hogy a méretláncba kompenzáló tagként egy egyszerű alkatrészt (pl. gyűrűt, alátétet, stb.) helyezünk. Ezt a tagot –előre tervezetten –többféle méretben kell legyártani. Szereléskor a záró-tag megmérése után olyan méretű kompenzátort kell behelyezni, amely a záró-tag előírt tűrését biztosítja.

Beállító szabályozás alkalmazásának előnyei:

- a záró-tag tűrése tetszőleges pontossággal biztosítható;
- a szerelés közbeni forgácsoló megmunkálásra nincs szükség;
- a szerkezet használata során a méretlánc utánszabályozható.

Beállító szabályozás alkalmazásának hátrányai:

- nő a méretlánc tagjainak száma;
- a kompenzátort le kell gyártani.

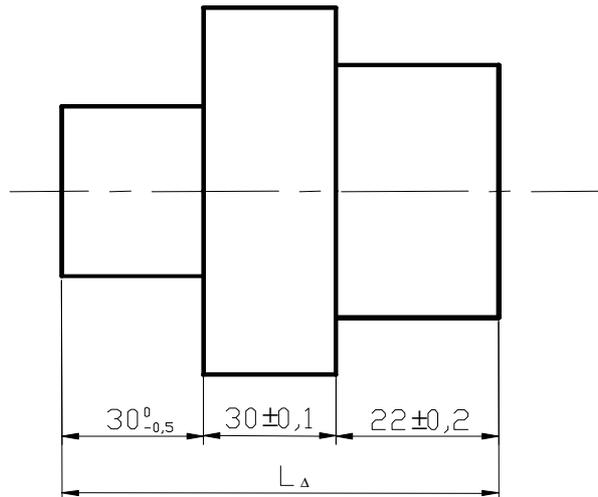


25. ábra: A beállító szabályozás megoldásai

### 3.4. MÉRETLÁNC SZÁMÍTÁSI FELADATOK [3]

#### 3.4.1. Példa I.

Számítsa ki a 26. ábrán látható szerkesztési méretlánc eredőjének névleges méretét és tűrését!



26. ábra: Méretlánc példa-I. [3]

A zárótag névleges mérete:

$$L_{\Delta}^N = \sum_{i=1}^m L_{i,növ}^N - \sum_{i=m+1}^{n-1} L_{i,csök}^N = (30 + 30 + 22) - 0 = 82 \text{ mm} \quad (3.14)$$

A zárótag maximális mérete:

$$L_{\Delta}^{\max} = \sum_{i=1}^m L_{i,növ}^{\max} - \sum_{i=m+1}^{n-1} L_{i,csök}^{\min} = (30 + 30,1 + 22,2) - 0 = 82,3 \text{ mm} \quad (3.15)$$

A zárótag minimális mérete:

$$L_{\Delta}^{\min} = \sum_{i=1}^m L_{i,növ}^{\min} - \sum_{i=m+1}^{n-1} L_{i,csök}^{\max} = (29,5 + 29,9 + 21,8) - 0 = 81,2 \text{ mm} \quad (3.16)$$

A zárótag tűrése:

$$T_{\Delta} = L_{\Delta}^{\max} - L_{\Delta}^{\min} = 82,3 - 81,2 = 1,1 \text{ mm} \quad (3.17)$$

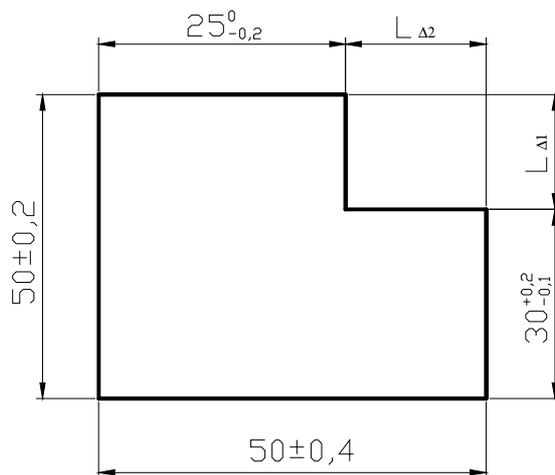
Ellenőrzés:

$$T_{\Delta} = \sum_{i=1}^{n-1} T_i = 1,1 = 0,5 + 0,2 + 0,4 \quad (3.18)$$



### 3.4.2. Példa II.

Kiszámítandó a 27. ábrán látható munkadarab két méretláncának eredője.



27. ábra: Méretlánc példa-II. [3]

1. méretlánc:    növelő tag:  $50 \pm 0,2$ ,    csökkentő tag:  $30^{+0,2}_{-0,1}$

2. méretlánc:    növelő tag:  $50 \pm 0,4$ ,    csökkentő tag:  $25^0_{-0,2}$

Az eredők névleges mérete:

$$L_{\Delta} = \sum L_{i,növ} - \sum L_{i,csökk} \quad (3.19)$$

$$L_{\Delta 1} = 50 - 30 = 20 \text{ mm} \quad (3.20)$$

$$L_{\Delta 2} = 50 - 25 = 25 \text{ mm} \quad (3.21)$$

Az eredők maximális mérete:

$$L_{\Delta}^{\max} = \sum L_{i,növ}^{\max} - \sum L_{i,csökk}^{\min} \quad (3.22)$$

$$L_{\Delta 1}^{\max} = 50 + 0,2 - (30 - 0,1) = 50 + 0,2 - 30 + 0,1 = 20,3 \text{ mm} \quad (3.23)$$

$$L_{\Delta 2}^{\max} = 50 + 0,4 - (25 - 0,2) = 50 + 0,4 - 25 + 0,2 = 25,6 \text{ mm} \quad (3.24)$$



Az eredők minimális mérete:

$$L_{\Delta}^{\min} = \sum L_{i,növ}^{\min} - \sum L_{i,csökk}^{\max} \quad (3.25)$$

$$L_{\Delta 1}^{\min} = 50 - 0,2 - (30 + 0,2) = 50 - 0,2 - 30 - 0,2 = 19,6mm \quad (3.26)$$

$$L_{\Delta 2}^{\min} = 50 - 0,4 - (25 + 0) = 50 - 0,4 - 25 = 24,6mm \quad (3.27)$$

Az eredők túrésezett mérete:

$$L'_{\Delta 1} = 20^{+0,3}_{-0,4} \quad L'_{\Delta 2} = 25^{+0,6}_{-0,4} \quad (3.28)$$

Az eredők túrése:

$$T_{\Delta} = L_{\Delta}^{\max} - L_{\Delta}^{\min} \quad (3.29)$$

$$T_{\Delta 1} = 20,3 - 19,6 = 0,7mm \quad (3.30)$$

$$T_{\Delta 2} = 25,6 - 24,6 = 1,0mm \quad (3.31)$$

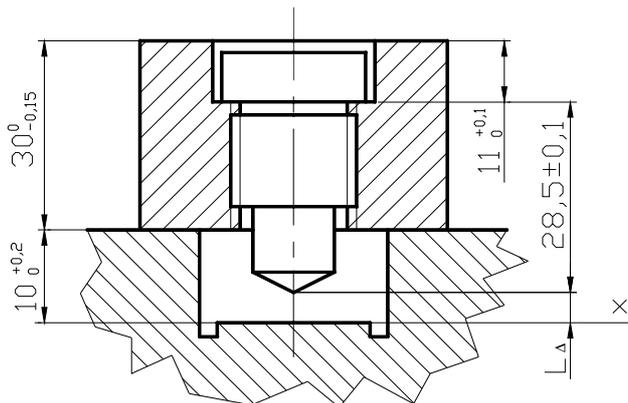
Ellenőrzés:

$$T_{\Delta} = \sum_{i=1}^{n-1} T_i \quad (3.32)$$

1. méretlánc:  $0,7 = 0,4 + 0,3 = 0,7$ ;      2. méretlánc:  $1,0 = 0,8 + 0,2 = 1,0$   
tehát a számítás jó.

### 3.4.3. Példa III.

A 28. ábrán egy szerelési méretlánc látható. Meg kell állapítani, hogy a megadott gyártási tűrésekkel a csavar beszerelhető-e anélkül, hogy a vége felütközne az x síkon.



28. ábra: Méretlánc példa-III. [3]

Növelő tagok:  $10_{0}^{+0,2}$ ,  $30_{-0,15}^0$

Csökkentő tagok:  $11_{0}^{+0,1}$ ,  $28,5 \pm 0,1$

Az eredő maximális mérete:

$$L_{\Delta}^{\max} = \sum_{i=1}^m L_{i,növ}^{\max} - \sum_{i=m+1}^{n-1} L_{i,csök}^{\min} = (10 + 0,2 + 30) - (11 + 28,5 - 0,1) = 0,8mm \quad (3.33)$$

Az eredő minimális mérete:

$$L_{\Delta}^{\min} = \sum_{i=1}^m L_{i,növ}^{\min} - \sum_{i=m+1}^{n-1} L_{i,csök}^{\max} = (10 + 30 - 0,15) - (11 + 0,1 + 28,5 + 0,1) = 0,15mm \quad (3.34)$$

Az eredő tűrésezett mérete:

$$L_{\Delta} = 0,5_{-0,35}^{+0,3} \quad (3.35)$$

Az eredő tűrése:

$$T_{\Delta} = L_{\Delta}^{\max} - L_{\Delta}^{\min} = 0,8 - 0,15 = 0,65mm \quad (3.36)$$

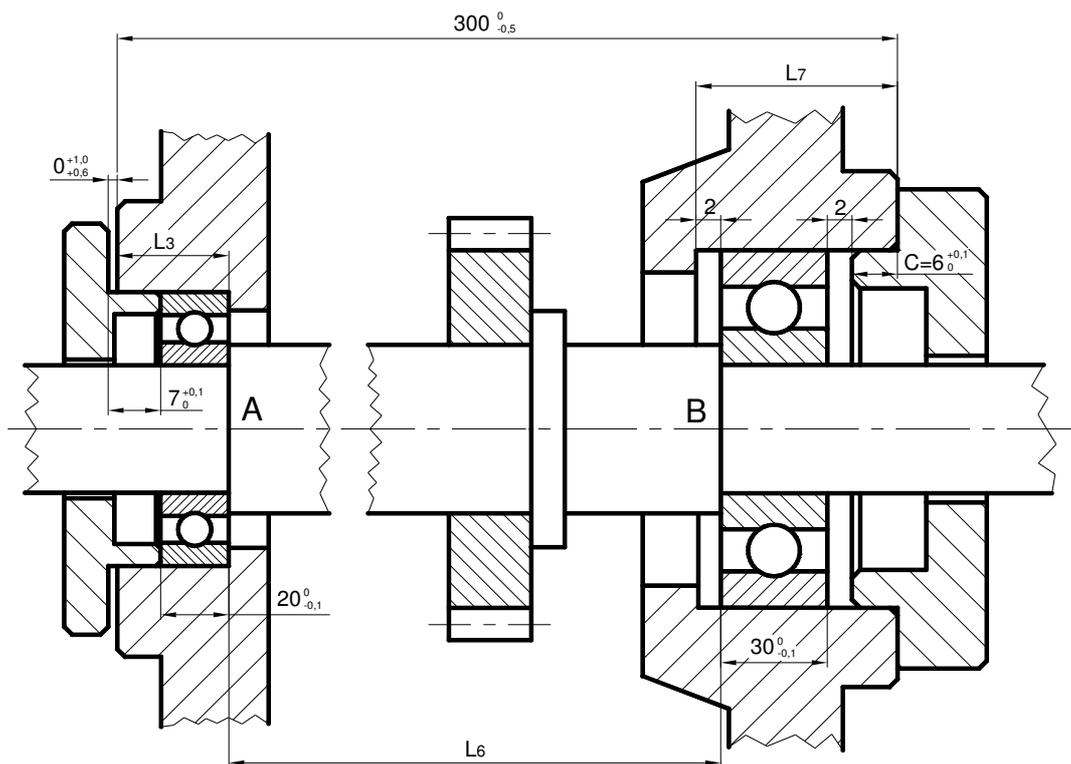
Ellenőrzés:

$$T_{\Delta} = \sum_{i=1}^{n-1} T_i = 0,65 = 0,2 + 0,15 + 0,1 + 0,2 \quad (3.37)$$

Ha az alkatrészek tűréssel megadott méreteit tűrésükön belül készítik el, a csavar vége nem fog felütközni az x síkon, mert minimális esetben 0,15 mm, maximális esetben 0,8 mm játék lehetséges az x sík és a csavar vége között.

### 3.4.4. Példa IV.

Gördülőcsapágyazású tengelybeépítés szerelési méretláncának vizsgálata (29. ábra).



29. ábra: Gördülőcsapágyazású tengelybeépítés [3]

A két végén csapágyazott tengelynél az egyik csapágy tengelyirányban mindig elmozdulhat (kúszó csapágy), ez a csapágy veszi fel a szerelési pontatlanságokat, hőtágulásból adódó méretváltozást, stb. A másik csapágy beépítésénél három esetet lehet megkülönböztetni:

- A csapágy külső gyűrűjét fedéllel a ház falához szorítjuk, ilyenkor tengelyirányú játék nincs.



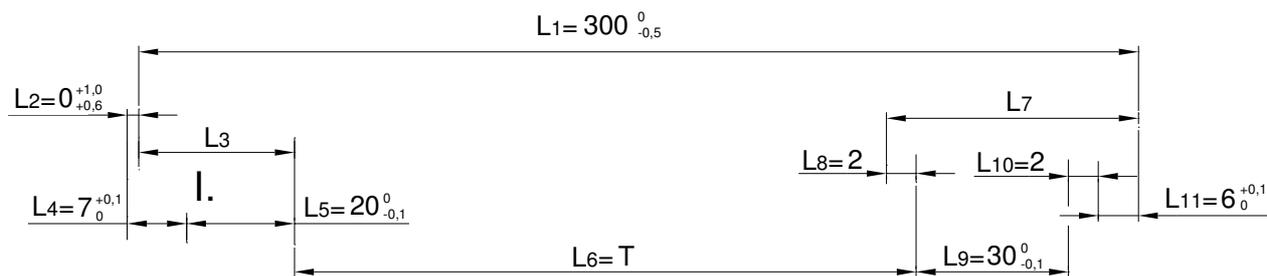
- b) A külső gyűrű nincs teljesen a ház falához szorítva, ekkor mindig van lehetőség egy kis tengelyirányú elmozdulásra.
- c) Attól függően, hogy a csapágyfedél C mérete hogyan áll elő az a) és b) lehetőségek fordulhatnak elő.

A tűrés helyes megválasztásával a fenti eseteket megvalósíthatjuk.

Gördülőcsapágyaknál a csapágy szélességi mérete a szabványok alapján adott. A fedelek  $L_4$  és  $L_{11}$  méretét a rajzok alapján megválasztjuk, ezen kívül ismert általában a csapágyház  $L_1$  mérete is (29. ábra). A csapágyak  $L_6$  távolságát, valamint a csapágyfészkek  $L_3$  és  $L_7$  mélységét az a), b) és c) eseteknek megfelelően (működési követelmények) kell megválasztani.

Vizsgáljuk meg a 29. ábrán látható csapágybeépítést az a) pontnak megfelelően.

A jobb áttekinthetőség miatt a 29. ábrából külön kirajzoljuk a hosszmeretlánc rendszert (30. ábra).



30. ábra: A csapágybeépítés szerelési méretlánc

A működési követelményeknek megfelelően az A csapágyat rögzítjük a fészkekben. A terhelések és egyéb működési követelményeknek megfelelően egysoros mélyhornyú keskeny golyóscsapágyat kell alkalmazni.

Az I. méretláncot vizsgálva adott a csapágy  $L_5$  szélességi mérete. Adott a bal oldali fedél szorító peremének  $L_4$  hossza a szerkesztés alapján. Ezenkívül előírjuk, hogy a csapágyház külső fala és a fedél pereme között ( $L_2$ ) maximálisan 0,6 mm, minimálisan 1 mm játék lehet. Ezek alapján az  $L_2$  méret úgy fogható fel, mint aminek 0 mm a névleges mérete, +1 mm a felső- és +0,6 mm az alsó eltérése.

Mivel a szerelési méretláncban a játék mindig, mint eredő (zárótag) szerepel, ezért az  $L_3$  mélység összetevő és a méretláncok törvénye alapján számítható azaz:

Növelő tagok:  $L_4 = 7_{0}^{+0,1}$  ;  $L_5 = 20_{-0,1}^0$  ;      Eredő:  $L_{\Delta 2} = 0_{+0,6}^{+1,0}$

Csökkentő tag:  $L_3 = ?$



Az eredő tag névleges méretére felírható összefüggésből az összetevő tag névleges mérete számítható:

$$L_{\Delta}^N = \sum_{i=1}^m L_{i,növ}^N - \sum_{i=m+1}^{n-1} L_{i,csök}^N = (L_4 + L_5)^N - L_3^N = L_{\Delta 2}^N \quad (3.38)$$

$$0 = 7 + 20 - L_3^N \quad (3.39)$$

$$L_3^N = 27 \text{ mm} \quad (3.40)$$

Az eredő maximális méretére felírható összefüggésből az összetevő (csökkentő tag) minimális mérete számítható:

$$L_{\Delta}^{\max} = \sum_{i=1}^m L_{i,növ}^{\max} - \sum_{i=m+1}^{n-1} L_{i,csök}^{\min} = (L_4 + L_5)^{\max} - L_3^{\min} = L_{\Delta 2}^{\max} \quad (3.41)$$

$$0 + 1 = 7 + 0,1 + 20 - L_3^{\min} \quad (3.42)$$

$$L_3^{\min} = 26,1 \text{ mm} \quad (3.43)$$

Az eredő minimális méretére felírható összefüggésből az összetevő (csökkentő tag) maximális mérete számítható:

$$L_{\Delta}^{\min} = \sum_{i=1}^m L_{i,növ}^{\min} - \sum_{i=m+1}^{n-1} L_{i,csök}^{\max} = (L_4 + L_5)^{\min} - L_3^{\max} = L_{\Delta 2}^{\min} \quad (3.44)$$

$$0 + 0,6 = 7 + 20 - 0,1 - L_3^{\max} \quad (3.45)$$

$$L_3^{\max} = 26,3 \text{ mm} \quad (3.46)$$

Az  $L_3$  túrésezett mérete:

$$L_3 = 27_{-0,9}^{+0,7} \quad (3.47)$$

Az  $L_6$  (csapágytáv) méret megállapításánál abból a feltételezésből indulunk ki, hogy a B csapágy  $L_{10} = 2$  mm-es játékát a legkedvezőtlenebb esetben is biztosítani kell. A szerelési méretláncban az  $L_{10}$  méret zárótagként adódik, tehát felírható rá a méretláncokra vonatkozó szabály (29., 30. ábra):

A méretlánc tagjai:  $L_1, L_3, L_6, L_9, L_{10}, L_{11}$



Növelő tag:  $L_1 = 300_{-0,5}^0$       Eredő:  $L_{\Delta 10}^{\min} = 2mm$

Csökkentő tagok:  $L_3 = 27_{-0,9}^{-0,7}$ ,  $L_9 = 30_{-0,1}^0$ ,  $L_{11} = 6_0^{+0,1}$ ,  $L_6 = ?$

Mivel az eredő minimális értéke van megadva és a keresendő  $L_6$  méret csökkentő tag, ezért annak maximális értéke számítható:

$$L_{\Delta}^{\min} = \sum_{i=1}^m L_{i,növ}^{\min} - \sum_{i=m+1}^{n-1} L_{i,csök}^{\max} = L_1^{\min} - (L_3 + L_6 + L_9 + L_{11})^{\max} = L_{\Delta 10}^{\min} \quad (3.48)$$

$$2 + 0 = 300 - 0,5 - (27 - 0,7 + 30 + 6 + 0,1 + L_6^{\max}) \quad (3.49)$$

$$L_6^{\max} = 235,1mm \quad (3.50)$$

A csapágyak távolságát felvesszük 235 mm-re és így a csapágytáv túrésezett mérete:

$$L_6 = 235_0^{+0,1} \quad (3.51)$$

Az előzőek alapján a maximális játék számítható:

$$L_{\Delta}^{\max} = \sum_{i=1}^m L_{i,növ}^{\max} - \sum_{i=m+1}^{n-1} L_{i,csök}^{\min} = L_1^{\max} - (L_3 + L_6 + L_9 + L_{11})^{\min} = L_{\Delta 10}^{\max} \quad (3.52)$$

$$L_{\Delta 10}^{\max} = 300 - (27 - 0,9 + 30 - 0,1 + 6 + 235) = 3mm \quad (3.53)$$

Az eredő túrése:

$$T_{\Delta 10} = L_{\Delta 10}^{\max} - L_{\Delta 10}^{\min} = 3 - 2 = 1mm \quad (3.54)$$

Az  $L_7$  méret megállapításánál abból a feltételből indulunk ki, hogy a szerelés után az  $L_8$  méret eredőként adódik és legalább 2 mm-nek kell lennie, tehát:

$$L_{\Delta 8}^{\min} = 2mm \quad (3.55)$$

Az előzőek alapján a méretláncok törvényével  $L_7$  számítható. Mivel  $L_7$  növelő tag, ezért a maximális mérete határozható meg.

A méretlánc tagjai:  $L_1, L_3, L_6, L_7, L_8$



Növelő tag:  $L_6 = 235_{0}^{+0,1}$ ;  $L_3 = 27_{-0,9}^{-0,7}$ ;  $L_7 = ?$

Csökkentő tag:  $L_1 = 300_{-0,5}^0$       Eredő:  $L_{\Delta 8}^{\min} = 2mm$

$$L_{\Delta}^{\min} = \sum_{i=1}^m L_{i,növ}^{\min} - \sum_{i=m+1}^{n-1} L_{i,csök}^{\max} = (L_3 + L_6 + L_7)^{\min} - L_1^{\max} = L_{\Delta 8}^{\min} \quad (3.56)$$

$$2 + 0 = (27 - 0,9 + 235 + L_7^{\min}) - 300 \quad (3.57)$$

$$L_7^{\min} = 40,9mm \quad (3.58)$$

Az  $L_7$  maximális értékét felvesszük 41 mm-re és ha  $L_7$  néveleges mérete 40 mm, akkor a tűrésezett mérete:

$$L_7 = 40_{+0,9}^{+1} \quad (3.59)$$

ezt azonban felírhatjuk

$$L_7 = 41_{-0,1}^0 \quad (3.60)$$

alakban is (a tűrés szélessége és a határméretek nem változnak meg).  
A maximális játék számítható:

$$L_{\Delta}^{\max} = \sum_{i=1}^m L_{i,növ}^{\max} - \sum_{i=m+1}^{n-1} L_{i,csök}^{\min} = (L_3 + L_6 + L_7)^{\max} - L_1^{\min} = L_{\Delta 8}^{\max} \quad (3.61)$$

$$L_{\Delta 8}^{\max} = 27 - 0,7 + 235 + 0,1 + 41 - 300 + 0,5 = 2,9mm \quad (3.62)$$

Az  $L_8$  tűrésezett mérete:

$$L_8 = 2_0^{+0,9} \quad (3.63)$$



## 4. A SZERELÉSI FOLYAMAT TERVEZÉSE

### 4.1. SZERELÉSTECHNOLÓGIA TERVEZÉSÉNEK LÉPÉSEI

A szereléstechológia tervezési lépései az alábbi pontokban foglalhatók össze:

#### 4.1.1. A szerelési folyamat előtervezése

##### 4.1.1.1. A szerelés technikai feltételeinek körvonalazása

Azért fontos, mert nagymértékben meghatározza a technológus döntési szabadságát.

Három tipikus eset lehetséges:

- meglévő géppark és gyártóeszközök;
- bővíthető géppark és gyártóeszközök;
- teljes technológiai rekonstrukció, esetleg bővíthető üzem.

##### 4.1.1.2. A gyártás tömegességének meghatározása

A gyártás volumenének (egyedi vagy kissorozat, középsorozat, nagyszorozat vagy tömeggyártás) megítéléséhez szükséges.

$$K_s = \frac{q}{\bar{t}_n} \quad (4.1)$$

$$q = \frac{I_m}{Q} \quad (4.2)$$

ahol:

- $K_s$ : tömegszerúségi együttható;
- $q$ : a kibocsátási ütem [min/db], (az ütemidő még elégséges értéke, amely mellett a kívánt termékmennyiség előállítható);
- $Q$ : az alkatrészekből egy év alatt gyártandó mennyiség [db/év];
- $I_m$ : a termelőberendezések munkarend szerinti időalapja;
- $\bar{t}_n$ : a technológiai folyamat mechanikai megmunkálásokat tartalmazó műveleteinek becsült átlagos normaideje.



A gyártás jellege és ahhoz tartozó, a gépiparban ma még általános, gyártásszervezési típusok  $K_s$  függvényében a következők:

- $K_s > 20$ : **egyedi és kissorozatgyártás**, műhelyrendszerű, igen ritkán szakaszos csoportrendszerű gyártásszervezéssel;
- $10 < K_s < 20$ : **középsorozat-gyártás**, csoportrendszerű, ritkán szakaszos folyamrendszerű gyártásszervezéssel,
- $2 < K_s < 10$ : **nagysorozatgyártás**, szakaszos folyamrendszerű gyártásszervezéssel,
- $K_s \sim 1$ : **tömeggyártás**, folyamrendszerű gyártásszervezéssel.

#### 4.1.1.3. A gyártmány tagolása

A gyártmány szerkezete (struktúrája) tágabb értelmezésben

- a gyártmány elemeit;
- az elemek kapcsolódását meghatározó relációk összességét (egymásba épülés hierarchiája, közvetett és közvetlen kapcsolódása);
- a gyártmány megvalósításának módjára vonatkozó információkat (a gyártmány funkciójára és e funkció részfunkciójaként értelmezett uniójaként) foglalja magában.

A gyártmány tagolása a szereléstechológiai folyamat tervezésének szükséges feltétele. A tagolás a gyártmány részekre bontásával történik. Szétszerelés felülről lefelé (Felbontás komponensekre – „robbantás”) történik. A célszerű tagolás elve annak felismerése, hogy:

- a végtermék részeiben önállóan előszerelhető egységekből épül fel;
- ezek az egységek sokszor funkcionálisan is önállóak;
- egy kitüntetett (bázis) alkatrészhez az alkatrészek folyamatosan, egymáshoz illeszkedve, egymást követve hozzák létre a kapcsolatot, ezáltal egy magasabb szintű egységet.

Az egymáshoz rendelés jól kezelhető hierarchikus gyártmányszerkezetet valósít meg. Kedvező a tagolás, ha

- ennek révén az összetettebb egységet:
  - egyszerű majd fokozatosan bonyolultabb elemekből;
  - egy geometriai irányból;
  - rá-, be- ill. hozzárendeléssel lehet felépíteni.
- a szerelés minél rövidebb technológiai folyamatban történik (részletes tagolás, elemek kis száma, homogén műveletek)
  - hozzáférhetőséget, ellenőrizhetőséget biztosítja,



- minőségi követelmények betarthatóságát segíti,
- közbeeső megmunkálás, valamint szét- és összeszerelés nélkül lehet a gyártmányt összeállítani, ellenőrizni, beállítani, üzembe helyezni.
- a szerelést egyszerűbbé teszi (idő, technika, stb.).

#### 4.1.1.4. Funkcionális és technológiai helyesség biztosítása

A gyártandó (szerelendő) alkatrész és szerelvények funkciójának ismerete a technológiai tervezéskor azért fontos, hogy a lehetséges technológiai megoldások közül funkcióinak való megfelelését javító megoldást lehessen választani.

A technológiai helyességet javító módosítási javaslatoknak is egyidejűleg szolgálni kell a funkcionális követelmények teljesítését és az önköltség csökkentését is.

Hangsúlyozni kell, hogy a kapcsolódásnak nemcsak geometriai funkciója van. A cél nemcsak az egymáshoz rögzítésen van, hanem pl. egyéb fizikai vagy kémiai funkciók ellátása vagy közvetítése:

- hogyan befolyásolja az alkatrész, a szerelési egység helyzet meghatározása az őt befogadó egység működését?
- hogyan befolyásolja a bázisalkatrész helyzet-meghatározása a szerelvény, gyártmány működését?
- hogyan függ az alkatrészek és a szerelvények terhelése, a terhelés (igénybevétel) jellege a szerelő megmunkálás (vagy szerelési) pontosságtól, ill. milyen ez utóbbi hatása a működési pontosságra és megbízhatóságra?
- milyen a szerelvények működés közbeni terhelése, hőállapota, környezeti állapota?
- milyen a szerelvények szerepe az egész gyártmány minősége, megbízhatósága, terhelhetősége tekintetében?

A technológiai helyesség elemzésének fontosabb szempontjai:

- érvényesül-e az egységesítés, tipizálás és szabványosítás követelménye (szabványos méretsorok, alak-elemek stb.)?
- a szükséges minimumra szorították-e a forgácsolással megmunkálendő felületek számát és nagyságát (pl. az előgyártmány anyagának, az előgyártás módjának, pontosságának célszerű megválasztásával)?
- az illesztett felület jól hozzáférhető-e és kiterjedése nem nagyobb-e a szükségesnél?
- nincsenek-e feleslegesen dekoratív, bonyolult, vagy funkció nélküli felületek?
- az átmeneti felületek (lekerekítések, élettörések, beszúrások) egységesekek-e?



- az egytengelyű és/vagy azonos átmérőjű felületek egy gépbeállítással megmunkálhatók-e?
- a szerszám iránytartása biztosított-e?
- biztosítva van-e a szerszám kifutási lehetősége?
- a méretláncok felépítése megfelelő-e?
- az alkatrész konstrukciója nem gátolja-e a nagy termelékenységgű megmunkálások alkalmazását?
- az előírt pontossági és felületminőségi követelmények indokoltak-e és teljesülésük ellenőrizhető-e?
- kellően indokolhatók-e az alakpontosság tűrései?
- a felületi érdesség előírása indokolt-e, összhangban van-e a tűréssel?
- nem egyszerűsíti-e a gyártást, ha monolit konstrukció helyett szerelt vagy hegesztett kivitel választunk?

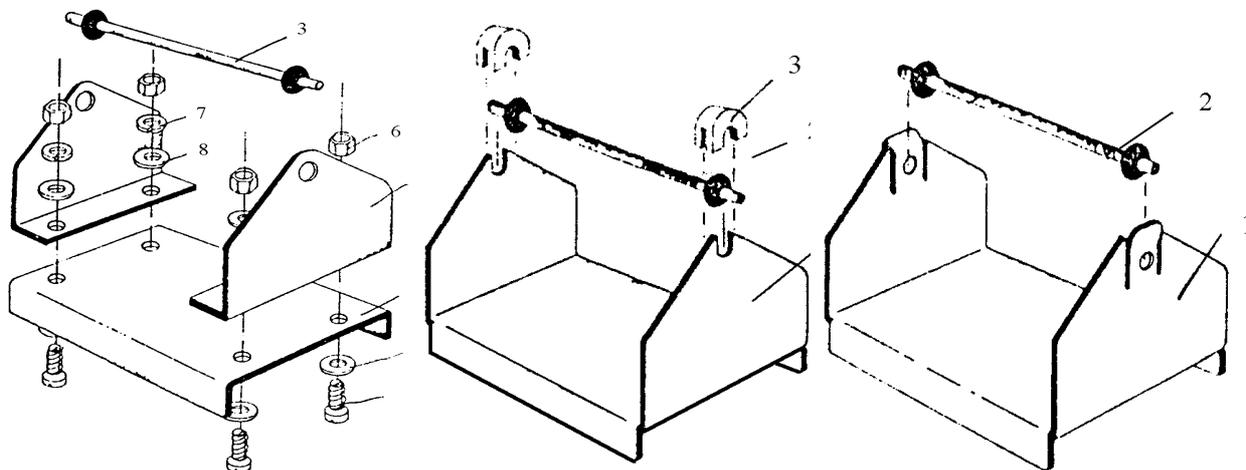
Szerelési szempontból kiemelt jellemzők:

- a szerkezeti egység, bázisalkatrészek, gyártmány technológiai helyessége;
- a csatlakozó alkatrészek technológiai helyessége;
- tagolás, családfa felépítés, szerelhetőség;
- méretlánc megoldás módja, gazdaságossága;
- a megmunkálás és szerelés kölcsönhatásának érvényesülése;
- a konstrukció, a megmunkálás és a szerelés kölcsönhatásának érvényre jutatása;
- a szerelэшelyes konstrukció elveinek alkalmazása;
- a szerelés technológiai folyamat reverzibilitásának biztosítása;
- optimális-e szerelés szempontjából a konstrukció;
- termelékeny, kevés szerelést igénylő kivitel (konstrukció);
- minél jobban gépesíthető legyen;
- készülékek, gépi szerszámok jó alkalmazási lehetősége;
- dolgozók kímélése (monotonitás, szellemi - fizikai terhelés csökkentése);
- gazdaságos szerelésnek való megfelelés (vizsgálat, ellenőrzés) konstrukciós szempontból;
- a folyamatos szerelés biztosítása;
- hatékony szerelési szervezet kialakítása;
- stb.

Könnyű szerelhetőség biztosítása:

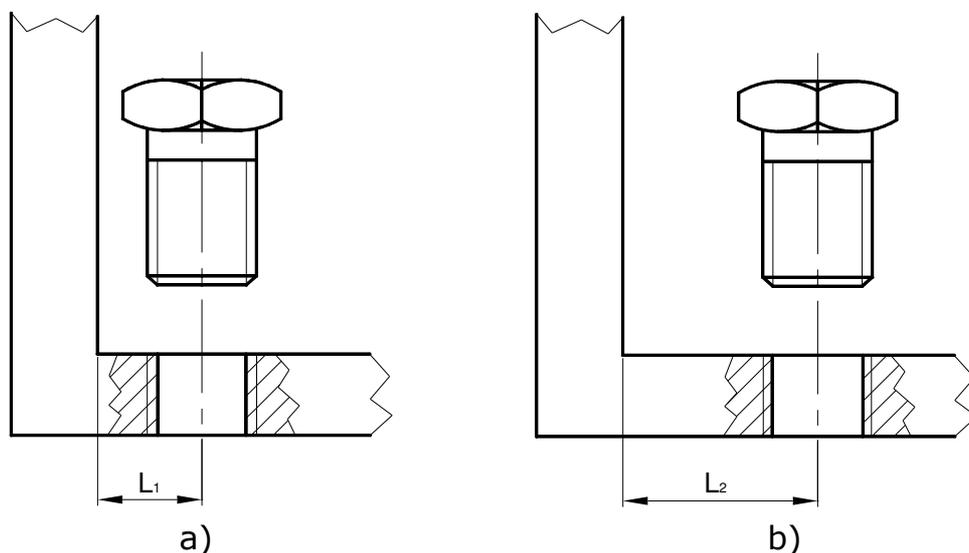
- helyes kötésmód megválasztása;
- rugalmas elemek alkalmazása;
- kézi, gépi, robotos szereléshez alkalmazkodás;
- szerelés közbeni megmunkálás csökkentése, kerülése;
- szerelés helyigényének biztosítása;

- alkatrészek számának csökkentése (31. ábra);



31. ábra: Az alkatrészek számának csökkentése

- egyirányú szerelés biztosítása;
- pozícionálási igény csökkentése hozzáférhetőség, pozícionálás, illeszthetőség (32. ábra);



32. ábra: Hozzáférhetőség  
a) nem megfelelő szabad tér b) megfelelő szabad tér

- támasztás igénye;
- bevezető elem kiképzése;
- alkatrész megvezetése, irányítása;
- helyezés, helyező elemek;
- alaktalan, nehezen szerelhető elem kerülése a gyártmányban;



- alkatrészek kezelhetősége.

A részegységekre való bonthatóság igénye:

Ahol lehet, végezzük el a részegységekre bontást. A szimmetriákat és asszimmetriákat egyértelműen kell meghatározni.

A részegységekre tagolás:

- függetlenül szerelhető és vizsgálható zártfunkciójú részegységekre bontás;
- minél egyszerűbben csatlakozzanak, kötődjenek egymáshoz a részegységek (felfekvési síkok, központosító peremek, illesztőszegek); a közvetítő tag szükségessége esetén minél rugalmasabb legyen;
- teljes cserélhetőség biztosítása;
- párhuzamos szerelhetőség.

#### 4.1.2. Műveleti sorrendtervezés

Gyártásnál a szerelés minden olyan művelet összessége, amelynek az a célja, hogy készre munkált alkatrészeket meghatározott sorrendben kapcsoljunk össze, hogy valamilyen szerkezetet vagy gépet állítsunk elő, amely teljes mértékben megfelel a vele szemben támasztott követelményeknek.

**Műveleti sorrend:** a munkadarabnak (alkatrész, szerelési egység, szerelési részegység) azt a technológiai útját határozza meg, melynek során a kiinduló előgyártmányból gyártási technológiák során a kész alkatrészt kapunk. Feltételeire a folyamatelemek egymás közti logikai függősége jellemző. Ezek a feltételek levezethetők:

- munkadarab alakja, mérete,
- technológiai eljárások,
- géppark összetétele,
- szervezési folyamat alapján.

**Célja:** a szerelési folyamat műveletekre tagolása, a műveletek hozzárendelése munkahelyekhez és a műveletek sorrendjének meghatározása.

#### Lépései:

1.) *A technológiai folyamat elvi vázlatának kidolgozása*

Főbb lépések:



- a) a gyártmányra vonatkozó technológiai folyamat szakaszok, műveletek kiválasztása;
- b) a szerelési csoportok (szerelvények) megkülönböztetése;
- c) a szerelési csoportok és megmunkálási módok összerendelése;
- d) TF szakaszok kijelölése;
- e) elvi folyamatábra.

2.) *Kötésmódok elemzése*

3.) *Műveleti sorrend tervezése:*

A szerelési folyamat a feladat végrehajtásához szükséges tevékenységek összessége. Egy gyártmányra a tevékenységek idősorrendben a szerelési családfa alapján határozhatók meg. A családfa minden egyes eleméhez tartozik legalább egy tevékenység, amellyel a kívánt állapot megvalósítható, de más esetekben többféle tevékenység is szükséges.

4.) *Sorrendváltozatok*

5.) *Kötésmódok szerszámainak megválasztása*

6.) *Kötésmódok berendezésének megválasztása*

7.) *Előzetes műveleti idő meghatározása*

8.) *Anyagmozgatás szervezése*

9.) *Műhelyelrendezés szervezése*

#### 4.1.3. *Műveletek tervezése*

##### **Lépései:**

1.) *A részműveletek képzése, tartalmának elemzése*

2.) *Részműveletek sorrendje:*

A részműveletek lehetséges sorrendváltozatait kell elemezni a megvalósíthatóság, a pontosság, a megfelelő minőség, stb. szempontjából és ezek alapján az optimálisnak ítélt változatot kell meghatározni.

3.) *Szerszámok, készülékek, mérőeszközök megválasztása:*

A szerelési műveletek elvégzéséhez szükséges szerszámok, készülékek (berendezések) ill. mérőeszközök kiválasztása az alkatrész, ill. szerelési részegységek méretei, tömege, stb. alapján.

Szükség esetén készülékszerkesztést kérő nyomtatványt kell kitölteni, melyben rögzíteni kell, hogy melyik művelethez, milyen feladat



megoldásához, milyen követelmények teljesítésével mennyi készülékre van szükség.

4.) *Munkahely szervezés:*

A művelet tartalma alapján meg kell határozni az egyes műveletek elvégzéséhez szükséges szerelő munkahelyek kialakítását (pl. egyedi, gépesített, félautomata, stb.), az egyes munkahelyek kapcsolatát illetve elrendezését, stb.

5.) *A szerelési műveleti idő meghatározása:*

Becslés alapján, normatívák segítségével, időmérés alapján esetleg számítással határozható meg a szükséges szerelési idő.

6.) *A szerelés ütemezése, átfutási idő:*

Egyéb szerelési feladatok ismeretében a szerelő munkahelyek kapacitásának és az esetleges előzési lehetőségek függvényében lehetséges az egyes műveletek ütemezése.

7.) *A műveletterv dokumentálása:*

Megfelelő nyomtatványok értelemszerű kitöltése (megfelelő vázlatok készítése, a műveletek leírása, a szükséges szerszámok, készülékek, mérőeszközök, berendezések, segédanyagok, stb. felsorolása, az alkatrészek, egységek jelének és darabszámának feltüntetése, stb.).

#### 4.1.4. *Műveletelemek tervezése*

A művelet műveletelemből tevődik össze. Egy műveletelembe azok a folyamatrészek sorolhatók, amelyekben állandó a

- a munka tárgya: alkatrész, alkatrészcsoport, egység, stb.;
- a szerelési eljárás;
- a szerszám vagy a szerelőeszköz.

Ha ezek közül egy is változik, a folyamatrészt más műveletelembe kell sorolni.

#### **Lépései:**

- 1.) *Részműveletek tartalmának, a műveletelemek tervezése,*
- 2.) *Műveletelemek, mozdulatok sorrendje,*



- 3.) *Munkahely szervezés,*
- 4.) *Időmeghatározás,*
- 5.) *Dokumentálás.*

#### 4.1.5. *A tervezési eredmények illesztése*

A technológiai tervezőrendszerek célszerűen általános, könnyen konvertálható alakban ábrázolják a tervezés eredményeit.

Ezeket a felhasználó igényei, szokásai, dokumentációs rendszere, a szerszámgép automatizáltsági szintje, a gépkezelő szaktudása, a vezérlés utasításrendszere által meghatározott alakra, formátumra, adathordozóra kell konvertálni.

Általános elvként kell elfogadnunk, hogy a processzorhoz - bármilyen tervezési szinteket is testesít meg - posztprocesszort kell kapcsolni.

#### **Lépései:**

- 1.) *Posztprocesszálas*
- 2.) *Adatok illesztése*
- 3.) *NC program készítés*
- 4.) *Gazdasági számítások*

## **4.2. A SZERELÉSI CSALÁDFA**

A szerelés tervezésének alapjául a gyártmány teljes műszaki dokumentációja szolgál, így

- összeállítási rajz dokumentációja,
- a gyártmány felépítésének (lebontásának) dokumentációja:
  - szerelési egységekre,
  - részegységekre,
  - alkatrészekre,
- többszintű darabjegyzék,
- felhasználandó anyagok jegyzéke,
- a gyártmány működését leíró gépkönyv.

A gyártmánytervezés egyik fontos feladata a gyártmány lebontása fő- és alcsoportokra, egészen az alkatrész mélységéig. A célszerű tagolás elvének alkalmazása azt jelenti, hogy

- a gyártmány részeiben önállóan előszerelhető egységekből épüljön fel (a szerelés így párhuzamosítható);



- az egységek lehetőség szerint funkcionálisan is önálló egységeket képezzenek.

A célszerű tagolás lehetőségét a konstrukció kialakításánál kell megteremteni, főleg a szerelэшhelyes konstrukció törvényszerűségeinek érvényre juttatásával.

A tagolás grafikus megjelenítési formája a gyártmánycsaládfa és ennek szerelésorientált módosulata **a szerelési családfa**.

A **családfa** a gyártmány tagozódási és felépítési rendjét adja meg grafikus formában. Ennek megfelelően a darabjegyzék minden elemét tartalmazza a kapcsolódási helyek feltüntetésével.

A családfa grafikus megjelenítésénél a **gráf** elméletben alkalmazott jelöléseket használjuk. A szerelési családfa lényegében egy gráf melynek vannak:

- **élei** (alkatrész);
- **csomópontjai** (alkatrészeken végzett szerelési tevékenység).

Az élek metszéspontjai, a csomópontok a szerelés közben alakuló gyártmány egyes állapotainak felelnek meg. Az élek pedig valamilyen tevékenységnek, amit a csomópontba befutó éleken feltüntetett alkatrészeken el kell végezni, hogy a kívánt állapot létrejöjjön.

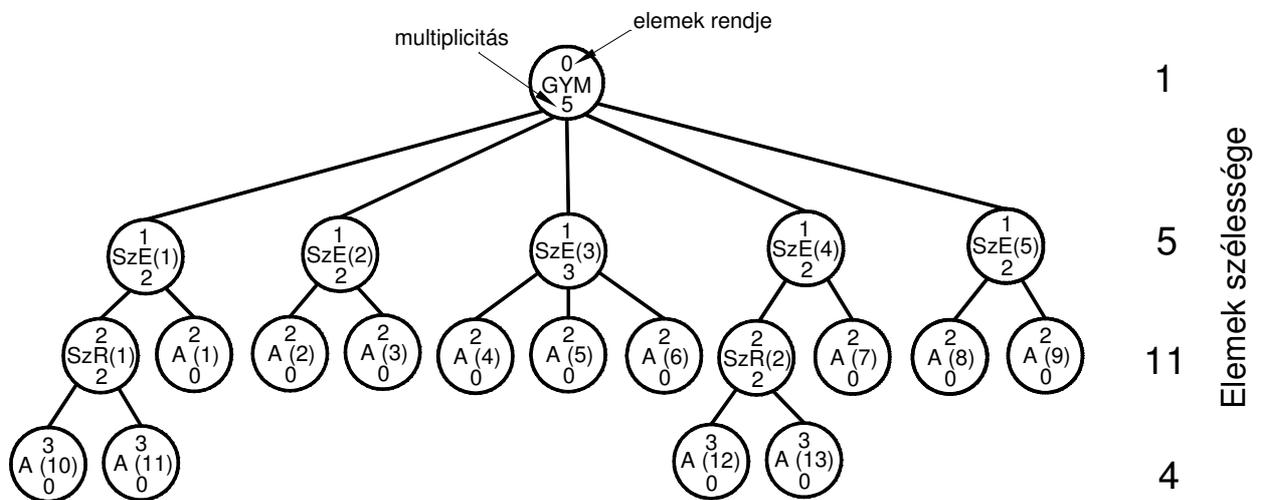
#### 4.2.1. Mennyiségi családfa

A mennyiségi családfa (33. ábra) jellemzői:

- darabjegyzék minden eleme rajta van;
- amit szerelvényként veszünk, úgy építjük be;
- elemek mennyiségét is tartalmazza;
- elemek jelölése kóddal, kód rajzszámból származtatva;
- részekre bontva jobban kezelhető;
- szerkezeti felépítést mutatja;
- építőkocka elvét tükrözi.

A családfa plasztikusan mutatja a gyártmány bonyolultságát mennyiségi oldalról:

- hierarchiai szintek száma;
- elemek száma;
- csatlakozások száma;
- csatlakozások aránya.



33. ábra: Mennyiségi családfa

A 33. ábra alapján:

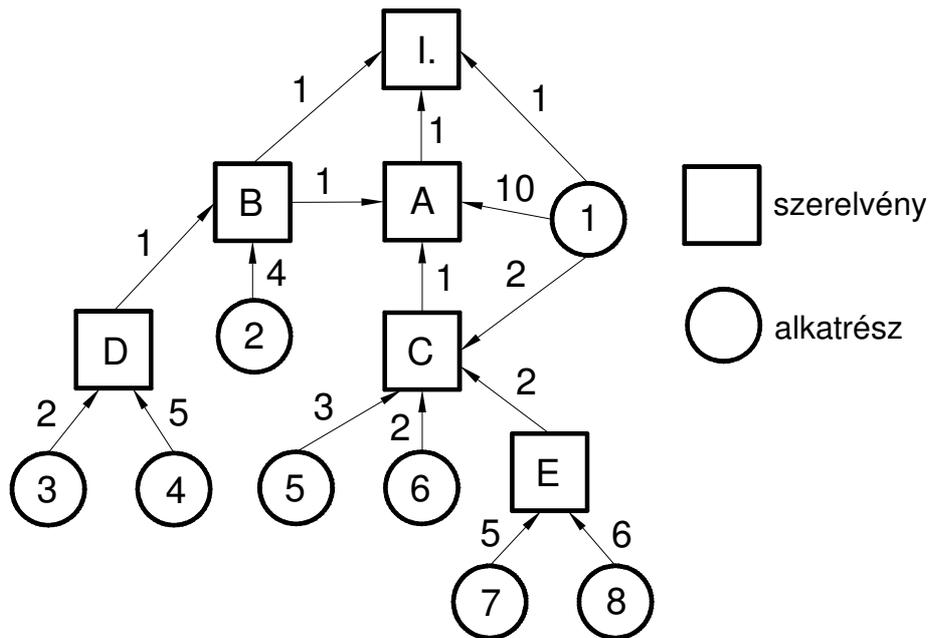
- Gyártmányon belüli elemek rendje: 0, 1, 2, 3
  - szerelési egységek, alkatrészek csatlakozási helye, ideje (hierarchikus szintek száma)
- Csatlakozó elemek számossága: (multiplicitás) 0, 1, 2, 5
  - az egységet hány más elemből szereltetik össze,
  - csatlakozó pontok helye és mennyiségi feladat.
- Csatlakozó elemek szintek szerinti szélessége:
  - azonos szinten csatlakozó elemek száma: 1, 5, 11, 4
  - kritikus sorszint: 11
  - szerelési vonalak tervezéséhez segítséget ad

#### 4.2.2. Szerkezeti felépítést tükröző családfa

A szerkezeti felépítést tükröző családfa (34. ábra) jellemzői:

- általában a darabjegyzékből felépíthető;
- minden szerelési egységet külön kifejtve jelöl, ezért az örökös alkatrész ismétlődés zavaró lehet;
- egy szerkezeti egység csak egyszer szerepel;
- csatlakozási pont: szerelvény, alkatrész;

- nyilak száma: a szerkezeti egység beépítési száma;
- nyilak iránya: beépítés iránya;
- melléírt szám: vagy az irányba csatlakozó azonos elemek száma, vagy a beépítési idő.

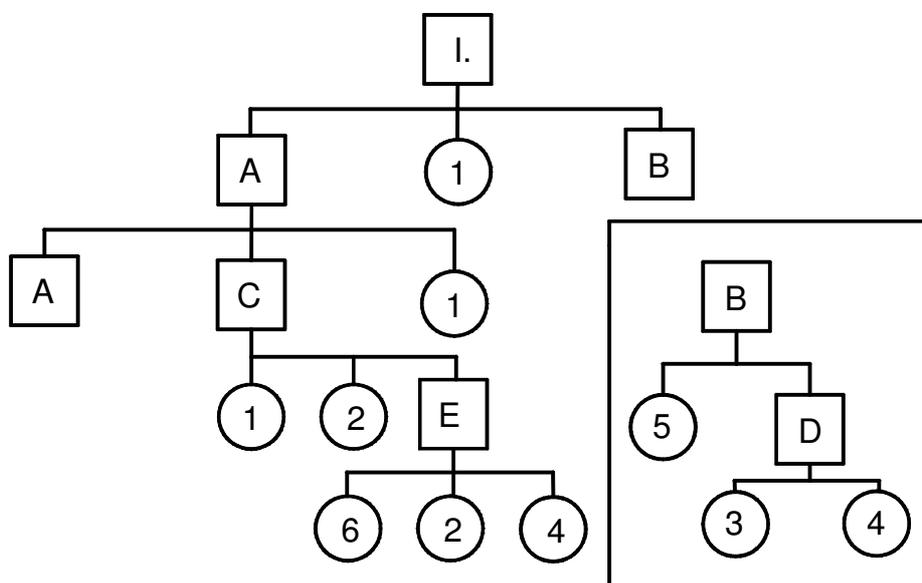


34. ábra: Szerkezeti felépítést tükröző családfa

#### 4.2.3. Építőköcka elvet tükröző családfa

Az építőköcka elvet tükröző családfa (35. ábra) jellemzői:

- gyártmánycsaládoknál részegységek beépíthetők;
- kooperációs szerelés lehetősége;
- bonyolult, nagy gyártmánynál (pl.: új hajó 90%-a átvehető a régeből a részegységekre bontás miatt);
- azonos gyártmánynál, vagy másutt előforduló szerkezeti egység csoportok egy építőköckébe vannak összevonva;
- a családfa áttekinthetőbb.
- a számítógépes feldolgozást könnyíti.



35. ábra: Építőköckök elvet tükröző családfa

#### 4.2.4. Kombinált családfa

A kombinált családfa (36. ábra) jellemzői:

- időrendet, sorrendet is tartalmaz, áttekinthető;
- a párhuzamos szerelés lehetőségeit is megmutatja;
- a szerelési elemeket többnyire átkódoljuk.

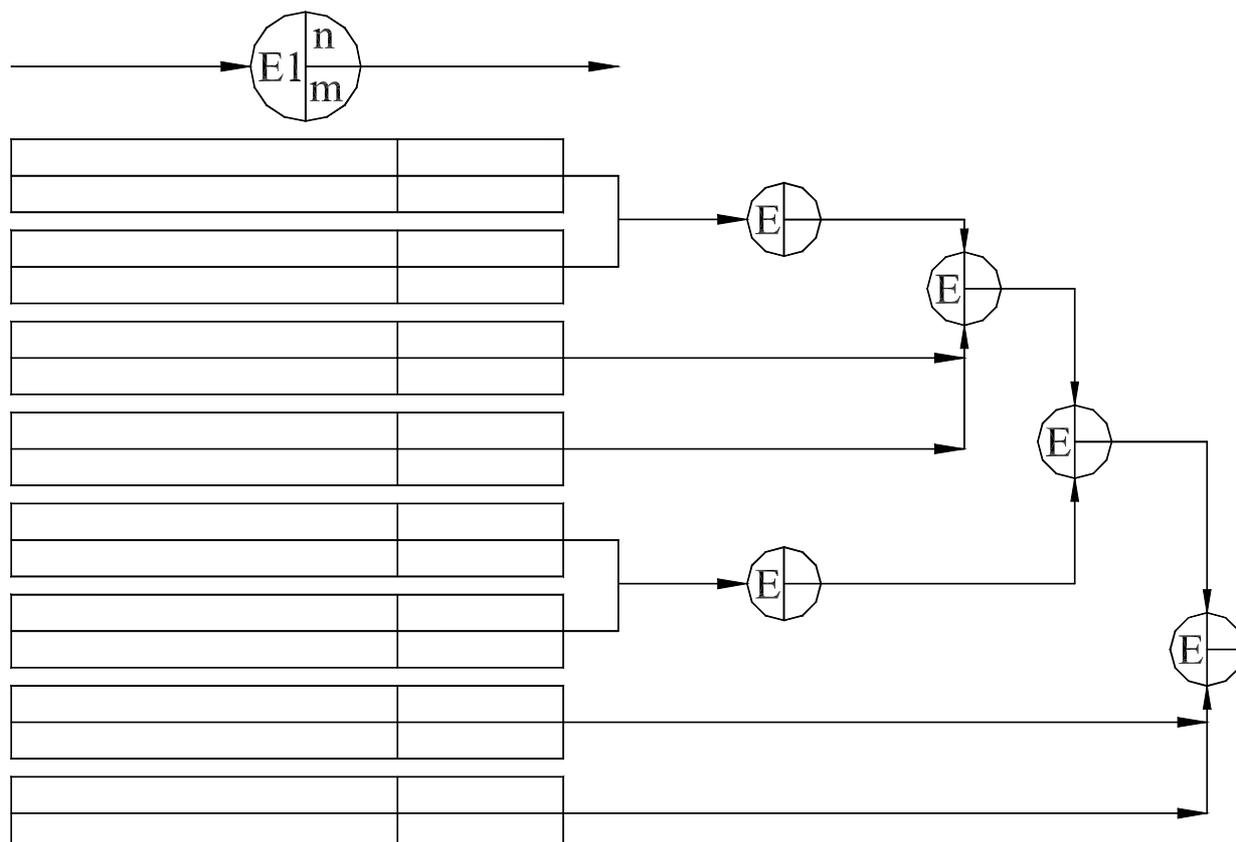
Az alábbiakban egy szerelési családfa javasolt jelöléseit foglaljuk össze (36., 37. és 38. ábra):

- a szerelési családfán fekvő téglalapok jelzik az alkatrészeket és a szerelt részegységeket;
- a téglalapban található az alkatrész vagy részegység megnevezése, rajzszáma, a beépítendő darabszám és az alkatrész tömege;
- az alkatrészek kapcsolódásának irányát nyilak jelzik;
- körökben adjuk meg a szerelési műveletet, a szerelt egység darabszámát és tömegét;
- a szerelési műveletek számozása során a gyártmányfelépítést követő decimális számozást kövessük.

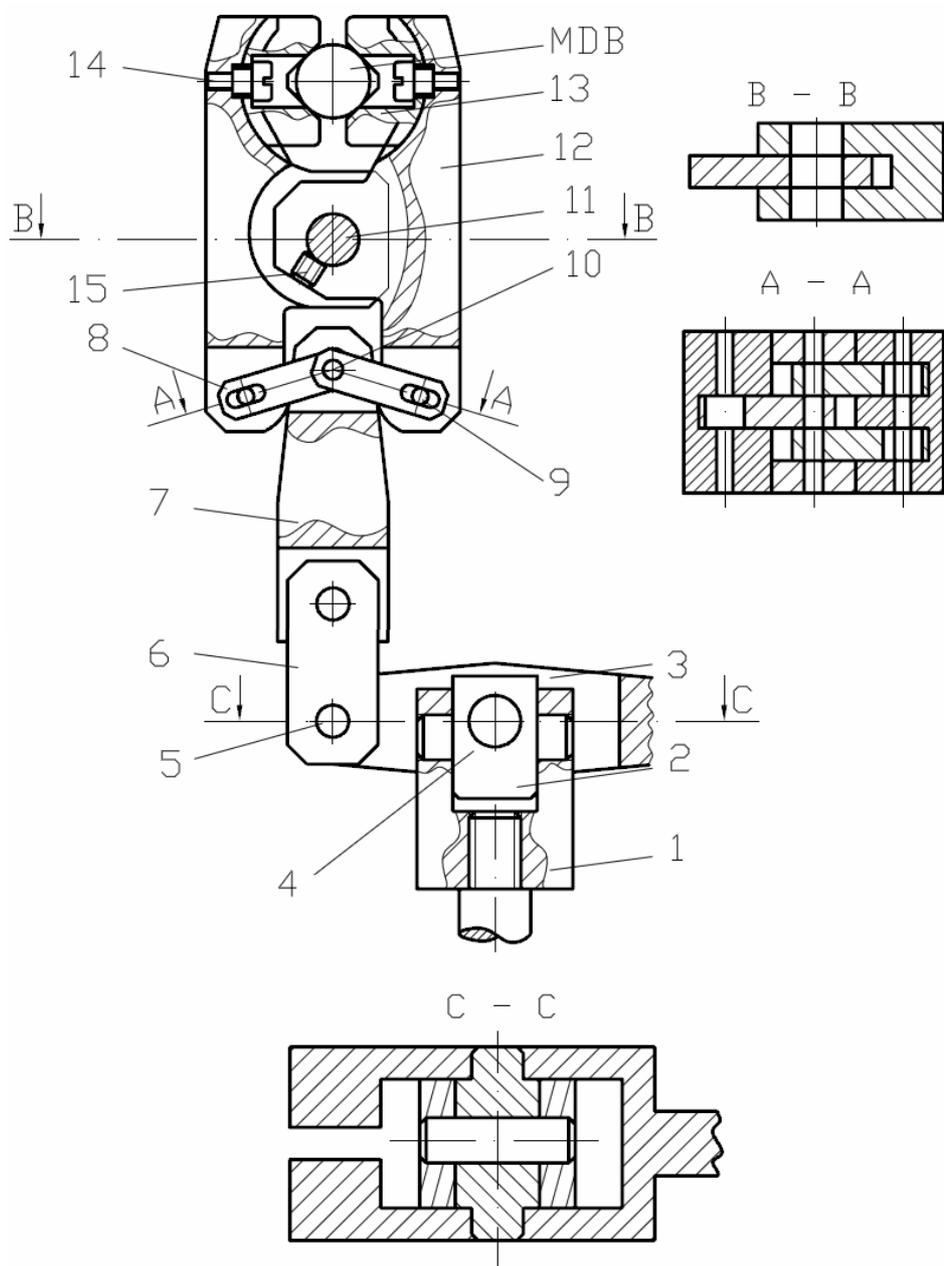


Megnevezés	n
Rajzsám	m

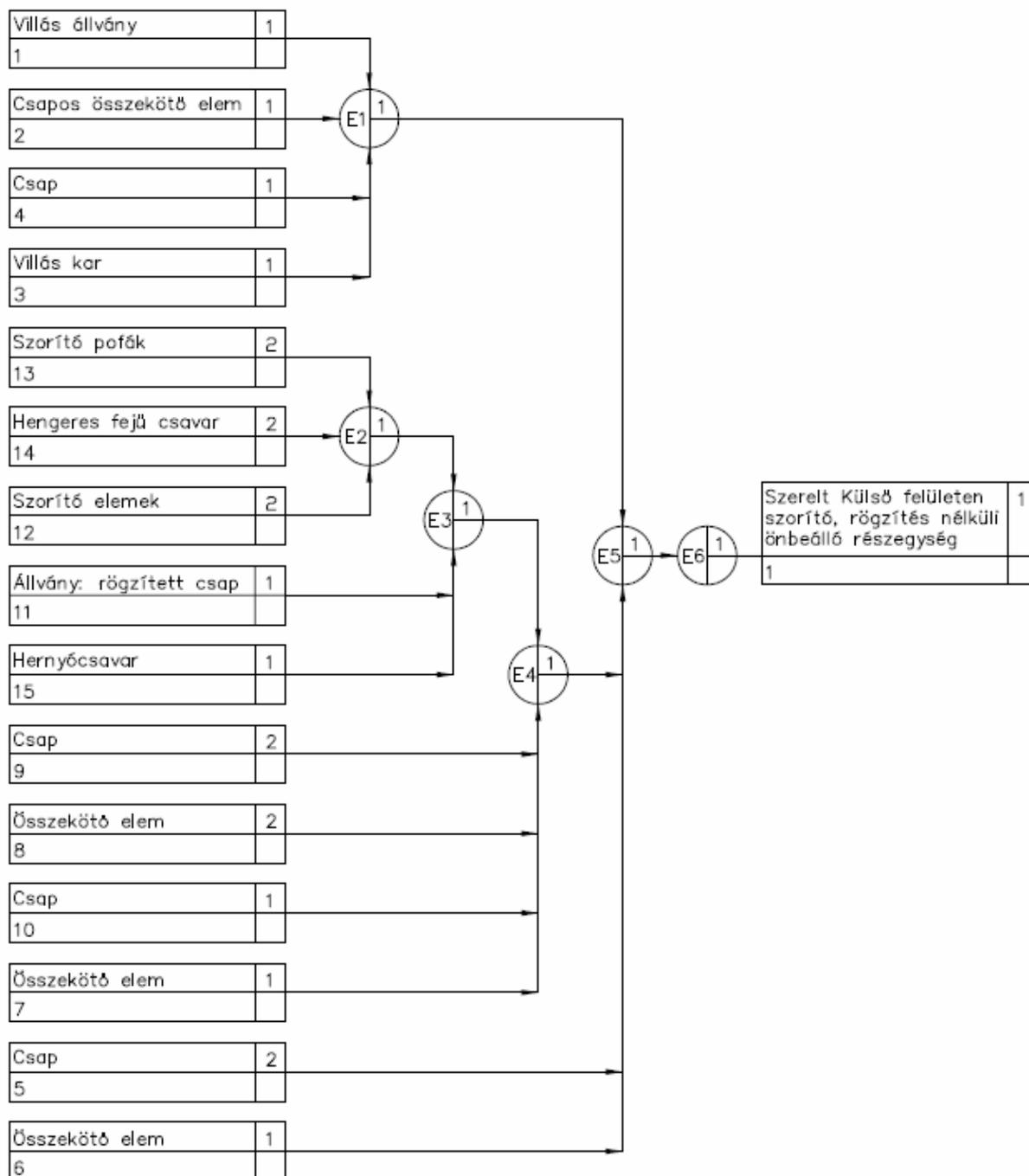
n - darabszám  
m - tömeg, kg  
E - szerelési művelet



36. ábra: A kombinált családfa jelölései



37. ábra: Külső felületen szorító, rögzítés nélküli önbeálló részegység



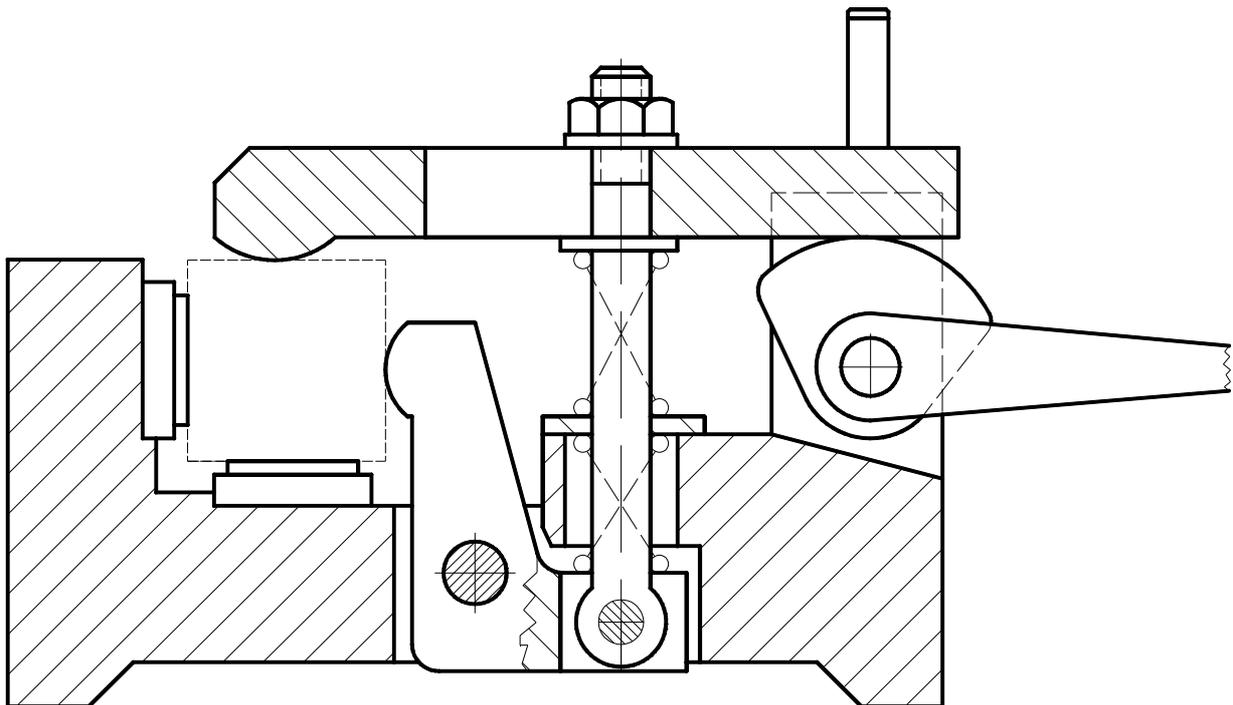
38. ábra: A külső felületen szorító, rögzítés nélküli önbeálló részegység kombinált szerelési családfája

A 37. és a 38. ábrákon egy példát láthatunk a kombinált szerelési családfa összeállítására.

### 4.3. PÉLDA SZERELÉSTECHNOLÓGIA TERVEZÉSÉRE

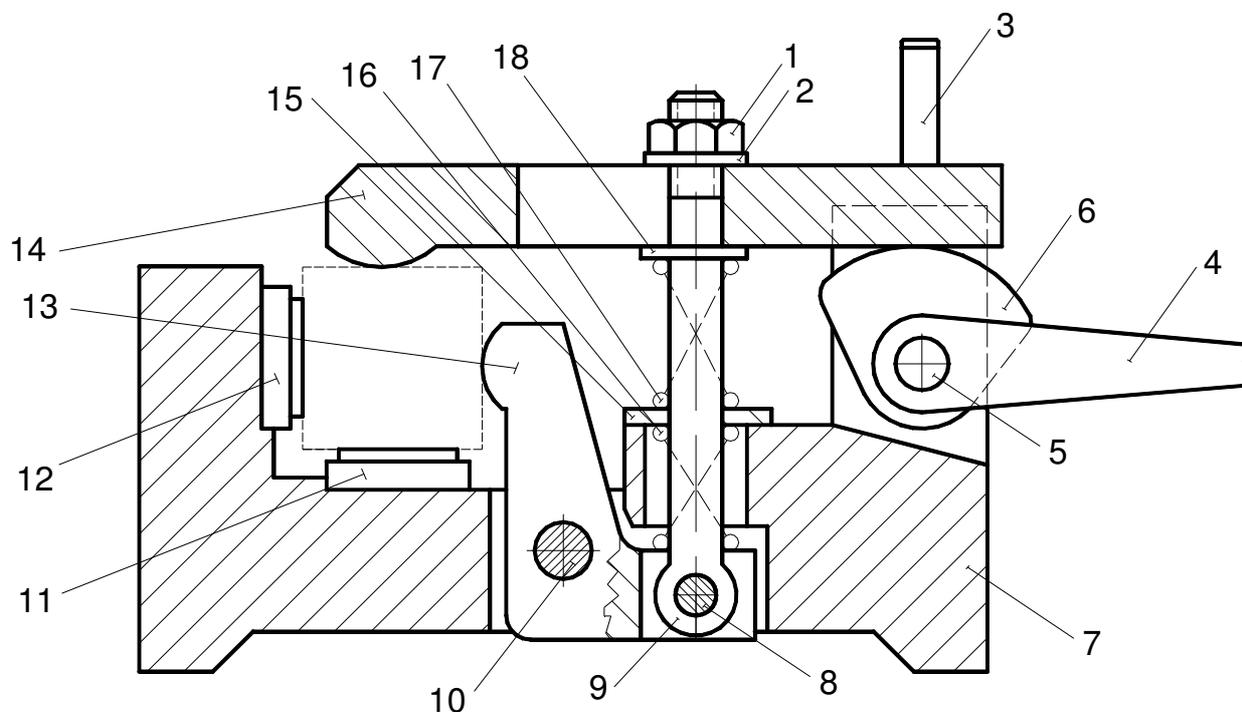
Állítsa össze a 39. ábrán látható készülék szerelésének dokumentációját az alábbi részletezés szerint:

- 1.) Fogalmazza meg a készülék működésének lényegét ehhez készítsen a megértést segítő működési vázlatrajzot!
- 2.) Állítsa össze a készülék (szerelt egység) darabjegyzékét!
- 3.) Dolgozza ki az adott készülék (szerelt egység) kombinált szerelési családfáját!
- 4.) Dolgozza ki a szerelési műveleti sorrendtervet!
- 5.) Dolgozza ki a szerelési műveletterveket!
- 6.) Dolgozza ki a szerelési műveleti utasításokat!
- 7.) Töltse ki a készülék-kérő lapot és szerelési ellenőrzési utasítást a gyakorlatvezető által kijelölt szerelési műveletelemhez!



39. ábra: Két irányban szorító részegység

1.) Fogalmazza meg a készülék működésének lényegét ehhez készítsen a megértést segítő működési vázlatrajzot!



40. ábra: Két irányban szorító részegység működése

A 40. ábra alapján a készülék működése az alábbi módon történik:

A '1'-es jelű anya szorításával (melynél a '2'-es jelű alátét szerepe: külpontos terhelés csökkentése) érhető el az, hogy a két szorítópofa az alkatrészt összeszorítsa.

Ez a '16'-os és a '17'-es jelű rúgók ellenében történik, melyek azt a célt szolgálják, hogy a tengely stabil legyen, ezek gátolják a felfelé történő elmozdulást, továbbá növelik a szorítás erejét is.

A '13'-as jelű szorítópofa a '8'-as jelű csappal van rögzítve. A szorítópofa a '10'-es jelű csap körül tud elfordulni, ebben az esetben a munkadarab rögzítve van.

Az '1' jelű anya meghúzásával, az korábban leírtakkal egyidőben a '14'-el jelzett szorítópofa is rögzíti a munkadarabot.

A '4', '5' és '6' jelű alkatrészek egységével tudjuk elérni, azt, hogy a '14'-es szorítópofa vízszintes helyzetben álljon, és kellő erőt fejtsen ki a munkadarabra.

A '11'-el és a '12'-el jelzett tartóelemeken fekszik fel a munkadarab.

A '3'-al jelzett karral fordítható el a '14'-as jelű szorítópofa a '9' -el jelzett menetes tengely körül.

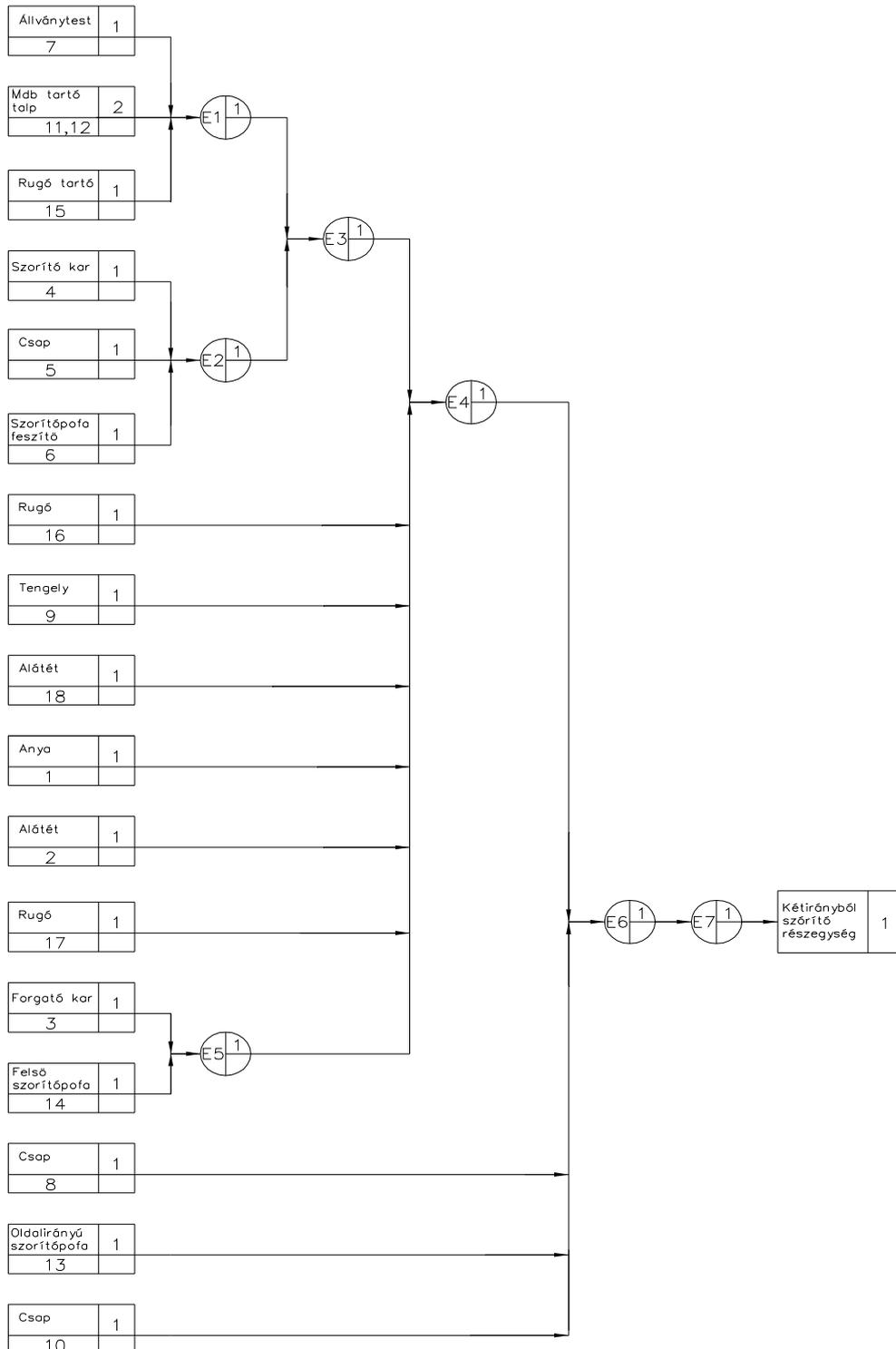


2.) Állítsa össze a készülék (szerelt egység) darabjegyzékét!

			DARABJEGYZÉK				Lapszám: 1	
Gyártmány: Két irányban szorító részegység			Rajzsám:		Szerelési egység:	Rajzsám:		
Sor szám	Db/Szer Egység	Megnevezés	Rajzsám vagy szabványszám	Anyag minőség	Tömeg Db/kg	Alkatrészforrás		
						Gyártás		Kereskedelmi beszerzés
						Saját	Külső	
1	1	Anyá	1			x		
2	2	Alátét	2, 18			x		
3	1	Forgató kar	3			x		
4	1	Szorító kar	4			x		
5	1	Csap	5			x		
6	1	Szorítópofa feszítő	6			x		
7	1	Állványtest	7			x		
8	1	Rögzítő Csap	8			x		
9	1	Menetes végű tengely	9			x		
10	1	Csap	10			x		
11	2	Munkadara b - Tartóelem	11, 12			x		
12	1	Oldalirányú szorítópofa	13			x		
13	1	Felülről szorító pofa	14			x		
14	1	Rugó tartó	15			x		
15	2	Rugó	16, 17			x		
Kiállította:		Kelt:	Ellenőrizte:	Kelt:	Jóváhagyta:	Kelt:	Kapja:	Pld:
Ferenczi Balázs		2013.10.19.						Egység:



3.) Dolgozza ki az adott készülék (szerelt egység) kombinált szerelési családfáját!

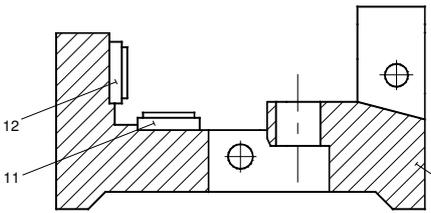
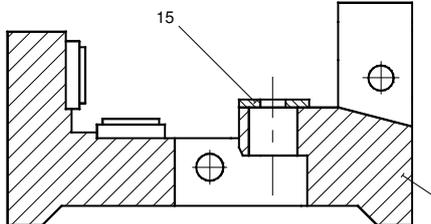




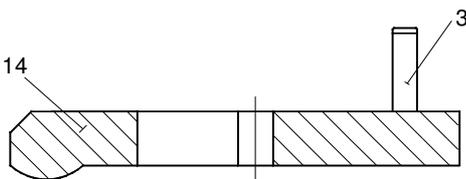
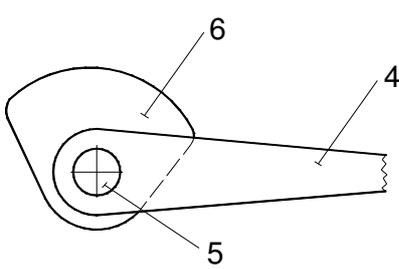
4.) Dolgozza ki a szerelési műveleti sorrendtervet!

			Szerelési műveleti sorrendterv			Lapszám: 1
Gyártmány: Kétirányból szorító részegység		Rajzszám:		Szerelési egység:		Rajzszám:
Sorszám	Művelet megnevezése	Felhasznált eszközök	Létszám	Norma idő	Megjegyzés	
1	Tartóelemeket (11, 12) ráhegeszteni az állványtestre (7)	Bevont elektródás kézi ívhegesztő gép	1	4p		
2	Rugó-tartó lemezt (15) ráhegeszteni az állványtestre (7)	Bevont elektródás kézi ívhegesztő gép	1	2p		
3	Forgató kart (3) ráhegeszteni a felső szorítópofára (14)	Bevont elektródás kézi ívhegesztő gép	1	2p		
4	Szorítókar (4) és szorítópofa feszítőt (6) összeilleszteni csappal (5)		1	1p		
5	Szorítókar (4) és szorítópofa feszítő (6) egységét állványteshez (7) rögzíteni csappal (5)		1	1p		
6	Rugót (16) illeszteni felülről a tengely (9) végére		1	1p		
7	Tengelyt (9) beilleszteni az állványtestbe (7)		1	1p		
8	Rugót (15) és alátétet (18) ráilleszteni a tengelyre (7)		1	1p		
9	A felső szorítópofát ráilleszteni a tengelyre (9), és azt alátéttel (2), anyával (1) rögzíteni		1	1p		
10	Az oldalsó szorítópofát (13) csapokkal (8, 10) a tengelyhez (9) és a állványtesthez (7) rögzíteni		1	1p		
Kiállította:	Kelt:	Ellenőrizte:	Kelt:	Jóváhagyta:	Kelt:	Pld.
Ferenczi B.	2013-10-30					Kapja: Egys.

**5.) Dolgozza ki a szerelési műveletterveket!**

Gyár:	<b>SZERELÉSI MŰVELETERV</b>				Lapszám: 1.
Gyártmány rajzszáma:	Megnevezés:			Szerelési egység: Szorító	
Szerelési csoport száma:	A szerelőmunkahelyen végzett művelet:			Munkahely: Szerelő műhely	
Szerelési művelet					
Száma	Vázlata, megnevezése	Készülék szerszám segédanyag	Alkatrész egység jele	Darab szám	Megjegyzés
1.	 <p><i>Tartóelemek ráhegesztése az állványtestre.</i></p>	Bevont elektródás kézi ívhegesztő	7. Állványtest	1	
			11., 12. Munkadarab. Tartóelemek	2	
2.	 <p><i>Rugó-tartó lemez ráhegesztése az állványtestre</i></p>	Bevont elektródás kézi ívhegesztő	7. Állványtest	1	
			15. Rugó-tartó lemez	1	
Kidolgozta: Ferenczi B.	Dátum:	Ellenőrizte:	Dátum:	Jóváhagyta:	Dátum:



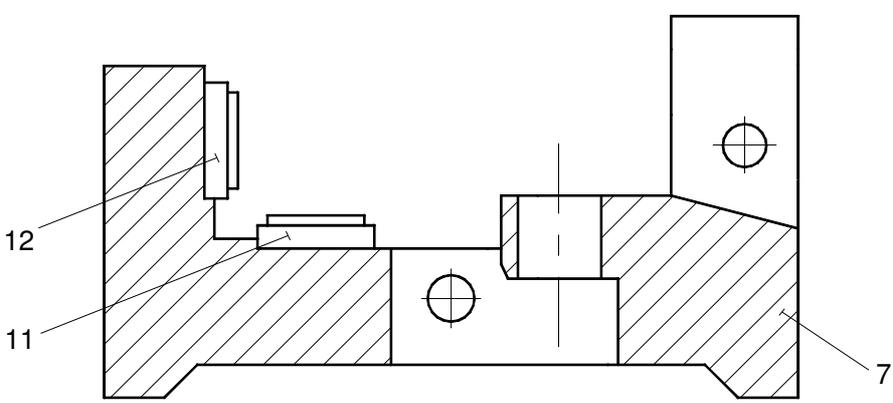
Gyár:	<b>SZERELÉSI MŰVELETERV</b>				Lapszám: 2.
Gyártmány rajzszáma:	Megnevezés:			Szerelési egység: Szorító	
Szerelési csoport száma:	A szerelőmunkahelyen végzett művelet:			Munkahely: Szerelő műhely	
<b>Szerelési művelet</b>					
Száma	Vázlata, megnevezése	Készülék szerszám segédanyag	Alkatrész egység jele	Darab szám	Megjegyzés
3.	 <p><i>Forgató kar ráhegesztése a felső szorítópfára.</i></p>	Bevont elektródás kézi ívhegesztő	3. Forgatókar 14. szorítópofa	1 1	
4.	 <p><i>Szorítókar és szorítópofa feszítő összeillesztése csappal</i></p>	Kézi összeszerelés	4. Szorítókar 5. Csap 15. Szorítópofa feszítő	1 1 1	
Kidolgozta: Ferenczi B.	Dátum:	Ellenőrizte:	Dátum:	Jóváhagyta:	Dátum:

Gyár:		<b>SZERELÉSI MŰVELETERV</b>			Lapszám: 3.	
Gyártmány rajzszáma:		Megnevezés:			Szerelési egység: Szorító	
Szerelési csoport száma:		A szerelőmunkahelyen végzett művelet:			Munkahely: Szerelő műhely	
Szerelési művelet						
Száma	Vázlata, megnevezése	Készülék szerszám segédanyag	Alkatrész egység jele	Darab szám	Megjegyzés	
5.	<p><i>Szorítókar és szorítópofo feszítő egységét állványtesthez rögzítése</i></p>	Kézi összeszerelés	7. Állványtest  E2 szerelt egység	1  1		
6.	<p><i>Rugó illesztése felülről a tengely végére</i></p>	Kézi összeszerelés	16. Rugó  9. Tengely	1  1		
Kidolgozta:	Dátum:	Ellenőrizte:	Dátum:	Jóváhagyta:	Dátum:	
Ferenczi B.						

Gyár:	<b>SZERELÉSI MŰVELETERV</b>			Lapszám: 4.	
Gyártmány rajzszáma:	Megnevezés:			Szerelési egység: Szorító	
Szerelési csoport száma:	A szerelőmunkahelyen végzett művelet:			Munkahely: Szerelő műhely	
<b>Szerelési művelet</b>					
Száma	Vázlata, megnevezése	Készülék szerszám segédanyag	Alkatrész egység jele	Darab szám	Megjegyzés
7.	<p><i>Tengely beillesztése az állványtestbe</i></p>	Kézi összeszerelés és	7. Állványtest 9. Tengely 16. Rugó	1 1 1	
8.	<p><i>Rugó és alátét ráillesztése a tengelyre</i></p>	Kézi összeszerelés	17. Rugó 18. Alátét 9. Tengely	1 1 1	
Kidolgozta: Ferenczi B.	Dátum:	Ellenőrizte:	Dátum:	Jóváhagyta:	Dátum:

Gyár:	<b>SZERELÉSI MŰVELETERV</b>		Lapszám: 5.		
Gyártmány rajzszáma:	Megnevezés:	Szerelési egység: Szorító			
Szerelési csoport száma:	A szerelőmunkahelyen végzett művelet:		Munkahely: Szerelő műhely		
<b>Szerelési művelet</b>					
Száma	Vázlata, megnevezése	Készülék szerszám segédanyag	Alkatrész egység jele	Darab szám	Megjegyzés
9.	<p><i>A felső szorítópofa ráillesztése a tengelyre, és annak alátéttel, anyával való rögzítése</i></p>	Kézi összeszerelés	1. Anya  2. Alátét  14. Felső szorítópofa	1  1  1	
10.	<p><i>Az oldalsó szorítópofa csapokkal tengelyhez és az állványtesthez rögzítése</i></p>	Kézi összeszerelés	13. Oldalsó szorítópofa  8. Csap 10. Csap 9. Tengely	1  1  1  1	
Kidolgozta: Ferenczi B.	Dátum:	Ellenőrizte:	Dátum:	Jóváhagyta:	Dátum:

6.) Dolgozza ki a szerelési műveleti utasításokat!

		<b>SZERELÉSI MŰVELETI UTASÍTÁS</b>				Lapszám: 1	
Gyártmány:		Rajzsám:	Szerelési egység:		Rajzsám:		
Művelet sorszáma: 1		Művelet megnevezése: Tartóelemek ráhegesztése az állványtestre.					
							
Sor szám	A művelet leírása	Szerszám készülék mérőeszköz segédanyag	Technoló- -giai jellemzők	Létszám	Nor- ma idő	Meg - jegyzés	
1	Tartóelemek (11, 12) ráhegesztése az állványtestre (7)				4min		
Kiállította:		Kelt:	Ellenőrizte:	Kelt:	Jóváhagyta:	Kelt:	Pld.
Ferenczi B.		2013.10.30.				Kapja:	Egys.

		<b>SZERELÉSI MŰVELETI UTASÍTÁS</b>				Lapszám: 2	
Gyártmány:		Rajzsám:	Szerelési egység:		Rajzsám:		
Művelet sorszáma: 2		Művelet megnevezése: Rugó-tartó lemez ráhegesztése az állványtestre					
Sor szám	A művelet leírása	Szerszám készülék mérőeszköz segédanyag	Technoló- giai jellemzők	Létszám	Nor- ma idő	Meg - jegyzés	
2	Rugó-tartó lemez (15) ráhegesztése az állványtestre (7)	Bevont elektródás kézi ívhegesztő			2 min		
Kiállította:	Kelt:	Ellenőrizte:	Kelt:	Jóváhagyta:	Kelt:	Kapja:	Pld.
Ferenczi B.	2013.10.30.						Egys.

		<b>SZERELÉSI MŰVELETI UTASÍTÁS</b>				Lapszám:3	
Gyártmány:		Rajzsám:	Szerelési egység:		Rajzsám:		
Művelet sorszáma:3		Művelet megnevezése: <i>Forgató kar ráhegesztése a felső szorítópofára.</i>					
Sor szám	A művelet leírása	Szerszám készülék mérőeszköz segédanyag	Technoló- giai jellemzők	Létszám	Nor- ma idő	Meg - jegyzés	
3	<i>Forgató kar (3) ráhegesztése a felső szorítópofára (14)</i>		Bevont elektródás kézi ívhegesztő		2 min		
<i>Kiállította:</i>	<i>Kelt:</i>	<i>Ellenőrizte</i>	<i>Kelt:</i>	<i>Jóváhagyta:</i>	<i>Kelt:</i>	<i>Kapja:</i>	<i>Pld.</i>
<i>Ferenczi B.</i>	<i>2013.10.30.</i>						<i>Egys.</i>

		<b>SZERELÉSI MŰVELETI UTASÍTÁS</b>				Lapszám:4	
Gyártmány:		Rajzsám:	Szerelési egység:		Rajzsám:		
Művelet sorszáma:4		Művelet megnevezése: Szorítókar és szorítópofa feszítőt összeillesztése csappal					
Sor szám	A művelet leírása	Szerszám készülék mérőeszköz segédanyag	Technoló- giai jellemzők	Létszá- m	Nor- ma idő	Meg - jegyzés	
4	Szorítókar (4) és szorítópofa feszítő (6) összeillesztése csappal (5)				1 min		
Kiállította:	Kelt:	Ellenőrizte	Kelt:	Jóváhagyta:	Kelt:	Kapja:	Pld.
Ferenczi B.	2013.10.30.						Egys.

		<b>SZERELÉSI MŰVELETI UTASÍTÁS</b>				Lapszám:5	
Gyártmány:		Rajzszám:	Szerelési egység:		Rajzszám:		
Művelet sorszáma:5		Művelet megnevezése: Szorítókar és szorítópofa feszítő egységének állványtesthez rögzítése					
Sor szám	A művelet leírása	Szerszám készülék mérőeszköz segédanyag	Technológiai jellemzők	Létszám	Norma idő	Megjegyzés	
5	Szorítókar (4) és szorítópofa feszítő (6) egységének állványtesthez való rögzítése csappal (5)				1 min		
Kiállította:	Kelt:	Ellenőrizte	Kelt:	Jóváhagyta:	Kelt:	Kapja:	Pld.
Ferenczi B.	2013.10.30.						Egys.



		<b>SZERELÉSI MŰVELETI UTASÍTÁS</b>				Lapszám:6	
Gyártmány:		Rajzszám:	Szerelési egység:		Rajzszám:		
Művelet sorszáma:6		Művelet megnevezése: Rugó illesztése a tengely végére					
Sor szám	A művelet leírása	Szerszám készülék mérőeszköz segédanyag	Technológiai jellemzők	Létszám	Norma idő	Megjegyzés	
6	Rugó (16) illesztése felülről a tengely (9) végére				1 min		
Kiállította:	Kelt:	Ellenőrizte	Kelt:	Jóváhagyta:	Kelt:	Kapja:	Pld.
Ferenczi B.	2013.10.30.						Egys.

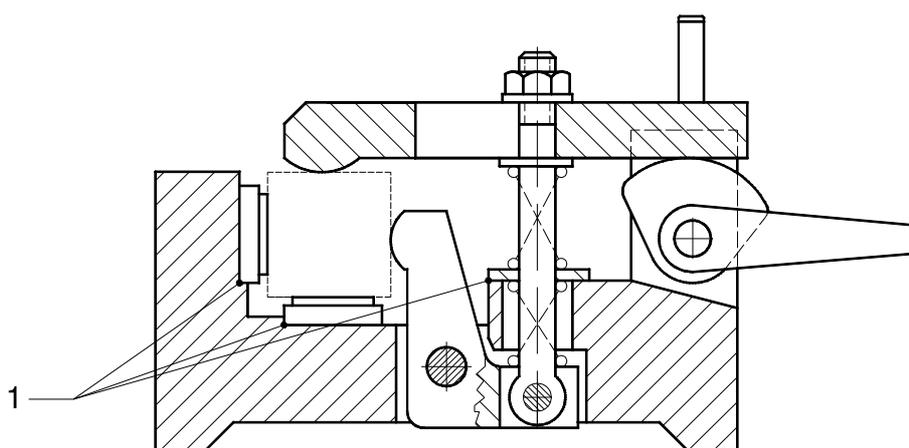
		<b>SZERELÉSI MŰVELETI UTASÍTÁS</b>				Lapszám: 7	
Gyártmány:		Rajzszám:	Szerelési egység:		Rajzszám:		
Művelet sorszáma: 7		Művelet megnevezése: Tengely beillesztése az állványtestbe					
Sor szám	A művelet leírása	Szerszám készülék mérőeszköz segédanyag	Technoló- giai jellemzők	Létszá- m	Nor- ma idő	Meg - jegyzés	
7	Tengelyt (9) beilleszteni az állványtestbe (7)				1 min		
Kiállította:	Kelt:	Ellenőrizte	Kelt:	Jóváhagyta:	Kelt:	Kapja:	Pld.
Ferenczi B.	2013.10.30.						Egys.

		<b>SZERELÉSI MŰVELETI UTASÍTÁS</b>				Lapszám: 8	
Gyártmány:		Rajzszám:	Szerelési egység:		Rajzszám:		
Művelet sorszáma: 8		Művelet megnevezése: Rugó és alátétet ráillesztése a tengelyre					
Sor szám	A művelet leírása	Szerszám készülék mérőeszköz segédanyag	Technológiai jellemzők	Létszám	Norma idő	Megjegyzés	
8	Rugót (17) és alátétet (18) ráilleszteni a tengelyre (9)				1 min		
Kiállította:	Kelt:	Ellenőrizte	Kelt:	Jóváhagyta:	Kelt:	Kapja:	Pld.
Ferenczi B.	2013.10.30.						Egys.

		<b>SZERELÉSI MŰVELETI UTASÍTÁS</b>				Lapszám:9	
Gyártmány:	Rajzszám:	Szerelési egység:		Rajzszám:			
Művelet sorszáma:9	Művelet megnevezése: A felső szorítópofa ráillesztése a tengelyre, és annak alátéttel, anyával való rögzítése						
Sor szám	A művelet leírása	Szerszám készülék mérőeszköz segédanyag	Technológiai jellemzők	Létszám	Norma idő	Megjegyzés	
9	A felső szorítópofát ráilleszteni a tengelyre (9), és azt alátéttel (2), anyával (1) rögzítem				1 min		
Kiállította:	Kelt:	Ellenőrizte	Kelt:	Jóváhagyta:	Kelt:	Kapja:	Pld.
Ferenczi B.	2013.10.30.						Egys.

		<b>SZERELÉSI MŰVELETI UTASÍTÁS</b>				Lapszám:10	
Gyártmány:	Rajzszám:	Szerelési egység:		Rajzszám:			
Művelet sorszáma:10	Művelet megnevezése: Az oldalsó szorítópofa csapokkal tengelyhez és az állványtesthez rögzítése						
Sor szám	A művelet leírása	Szerszám készülék mérőeszköz segédanyag	Technológiai jellemzők	Létszám	Norma idő	Megjegyzés	
10	Az oldalsó szorítópofát (13) csapokkal (8, 10) a tengelyhez (9) és az állványtesthez (7) rögzíteni				1 min		
Kiállította:	Kelt:	Ellenőrizte	Kelt:	Jóváhagyta:	Kelt:	Kapja:	Pld.
Ferenczi B.	2013.10.30.						Egys.

7.) Töltse ki a készülék-kérő lapot és szerelési ellenőrzési utasítást a gyakorlatvezető által kijelölt szerelési műveletelemhez!

Gyár:		<b>SZERSZÁM VAGY KÉSZÜLÉK SZERKESZTÉSÉT KÉRŐ LAP</b>				Folyószám:				
Munkadarab jele:		Munkadarab megnevezése: <i>Külső elfordítható szorító egység</i>		Műveleti utasítás száma:						
Rajzszám:										
Művelet jele:		Művelet megnevezése: Hegesztés		Gyártási jel:						
Szerszám vagy készülék megnevezése: <b>Bevontelektrodás kézi ívhegesztő</b>										
Vázlat										
										
Műszaki előírás, magyarázat: Az. 1 es számmal jelzett helyeken hegesztett kötés kialakítása szükséges.										
Munkagép			Szerszám vagy készülék rajzszáma:	Egyszerre befogott vagy legyártott darabok száma:	Készítendő szerszám vagy készülék darabszáma:					
megnevezése		leltári száma								
a				1.	1.					
változatban			Szerszám vagy készülék jele, száma:	Összes munkadarabok száma:	Mérési eljárás:					
b										
c										
d										
Kiállította:	Kelet:	Ellenőrizte:	Kelet:	Kapja:	példány					

#### 4.4. SZERELÉSI RENDSZEREK

A szerelési rendszerek csoportosítása a munkadarab mozgása alapján [1, 19]:

- **álló szerelés:** nagyméretű, kis darabszámú gyártmányok szerelése (pl. szerszámgépek, nagy transzformátorok, turbinák, generátorok szerelésére) (41. ábra);



41. ábra: Példa tengerjáró állószerelésére

(Forrás: <http://hajozas.hu/magazin/kulfold/elkepeszto-video-egy-tengerjaro-hajo-epiteserol/>)

- **esetenként mozgó szerelés:** a szerelés folyamán a gyártmány pár alkalommal változtatja helyét (pl. szerszámgépek, hajók szerelése, stb.) (42. ábra);
- **szakaszosan mozgó szerelés:** a fődarabok vándorolnak, de az egyes műveletek munkahelyről munkahelyre elvégzésének idejére a mozgás megszűnik (43. ábra);
- **folyamatosan mozgó szerelés:** a gyártmány egyenletes sebességgel mozog. Az egyes műveleteket mozgás közben végezzük el a gyártmányon (pl. autószerelés) (43. ábra).



42. ábra: Példa szerszámgép esetenkénti mozgó szerelésre

(Forrás: <http://www.whymfg.com/article/whymfg-trumpf-manufacturing-apprenticeship-programs-future-skilled-workers-10115/>)



43. ábra: Példa Audi személygépkocsi szakaszosan vagy folyamatosan mozgó szerelésére

(Forrás: [http://index.hu/gazdasag/2017/05/23/tovabb\\_bovit\\_az\\_audi\\_gyorben/](http://index.hu/gazdasag/2017/05/23/tovabb_bovit_az_audi_gyorben/))

A szerelési rendszerek kialakítása a szerelés szakosításának mélysége szerint [1, 19]:

- **osztatlan (egycsoportos) szerelés** során a gyártmány teljes szerelését egy személy vagy csoport végzi el;

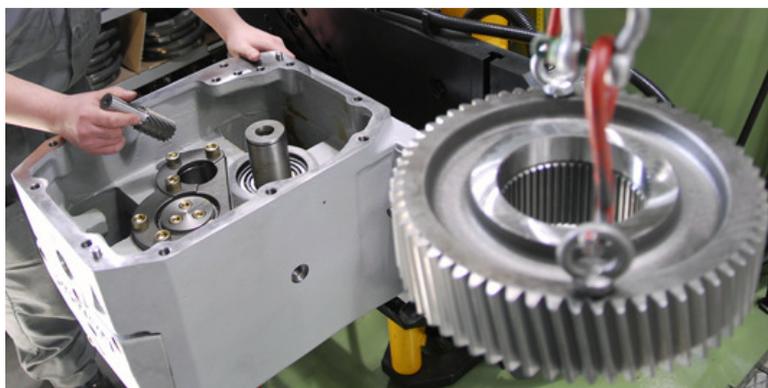
- **osztott (többscsoportos) szerelés** esetén más személy vagy csoport szereli az egyes részegységeket illetve végzi el a végszerelést;
- **tagolt szerelés** esetén a csoport minden tagja minden részegységen elvégzi a szerelés adott részét;
- **műveletekre bontott szerelés (automatizált szerelés):** a dolgozó vagy a szerelő-automata egy-egy műveletet végez (ember részére monotonitás, elsősorban szerelő automatákhoz).

A szerelési rendszerek kialakítása a termelési program homogenitása szerint [1, 19]:

- **egymodelles szerelési rendszer:** egyetlen típus vagy teljesen azonos technológiákkal műveletekkel rendelkező néhány típus szerelésére (pl. adott mérettartományú mélyhornyú golyóscsapágyak, aszinkron motorok);
- **egymodelles többváltozatú szerelési rendszer:** a részegységek szerelése jórészt azonos, de ezek más-más kombinációiba szerelve hozzák létre a gyártmányokat (pl. konzolos marógép egyetemes, függőleges, vízszintes változatai);
- **merevprogramú automatikus szerelési rendszer:** visszacsatolás nélküli mechanikai vezérléssel, esetleg hidraulikai, pneumatikai vezérlő elemekkel. Néhány egyszerű művelet elvégzésére alkalmas;
- **rugalmas programú automatikus szerelési rendszer:** a CNC vezérlések, PC-k, szerelő robotok alkalmazása.

Szerelési rendszerek kialakítása a munkahelyek térbeli elrendezése alapján [1, 19]:

- **hagyományos egyedi munkahely** (44. ábra);

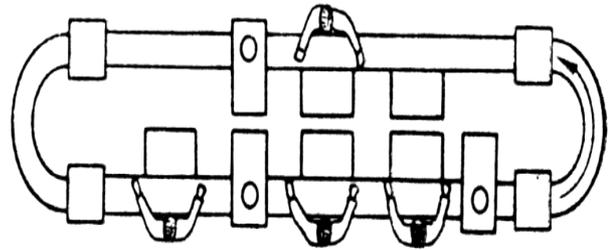


44. ábra: Fogaskerék hajtómű szerelése egyedi munkahelyen  
(Forrás: <http://agisys.hu/best-bonfiglioli>)

- **körasztalos, illetve zárthurkú munkahely elrendezés:** a munkadarabok egy zárt vonal mentén haladnak. Számos szerelési pozíció valósítható meg rajtuk (45. ábra);



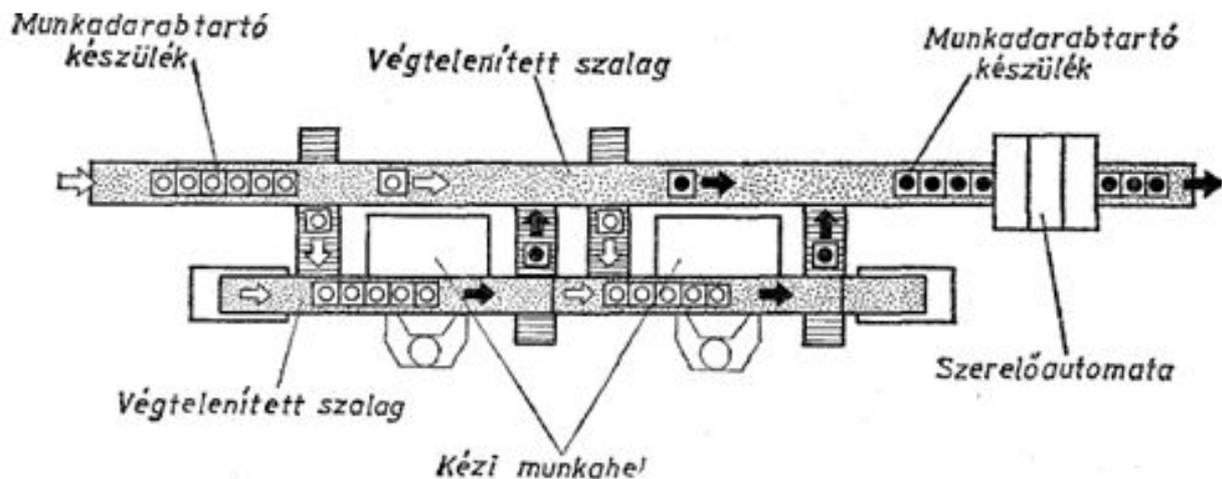
a)



b)

45. ábra: Körasztalos elrendezés (a) és zárthurkú elrendezés (b) [1, 19]  
(Forrás (a): [http://gyartastrend.hu/gyartastechnologia/cikk/csatlakozok\\_szerelo\\_ellenorzo\\_es\\_csomagolo\\_automataja](http://gyartastrend.hu/gyartastechnologia/cikk/csatlakozok_szerelo_ellenorzo_es_csomagolo_automataja))

- **szalag rendszerű szerelés:** folyamatosan mozgó szalagon haladnak az alkatrészek. A dolgozók, illetve automatikus munkahelyek a szalag mellett végzik feladatukat (46. ábra);



46. ábra: Szalag rendszerű szerelés



## 4.5. A SZERELÉS MŰVELETEI

A szerelés műveletei az alábbi lépésekből állnak [1]:

### 1. Anyagmozgatás

- raktározás, tárolás;
- kiszállítás a szereléshez;
- műveletközi anyagmozgatás (kézi, gépi);
- műveleten belüli anyagmozgatás (tájolás, összerakás).

### 2. Tisztítás

- mechanikai (kézi, vibrációs, ultrahangos);
- kémiai (szerves oldószeres, alkalikus vizes oldatok, stb.);
- összetett eljárások (mechanikai, kémiai, elektrokémiai).

### 3. Összeállítás

- nem mozgó szerkezetek (ráhelyezve, behelyezve, feltűzve);
- mozgó szerkezetek (forgó szerkezetek, egyenes vonalú mozgást végző mozgásátalakítók).

### 4. Megmunkálás

- reszelés;
- csiszolás;
- hántolás;
- köszörülés;
- fúrás;
- menetfúrás;
- dörzsölés;
- homlokmarás.

### 5. Rögzítés

- oldható kötések
  - csavarkötések;
  - gyorskötések (pl. csapszeg);
  - tengelykötések;
  - alakzáró (retesz, borda, poligon);
  - erőzáró (ék, kúpos kötés).



- nem oldható kötések
  - hegesztett kötések;
  - forrasztott kötések;
  - ragasztott kötések;
  - zömítéssel kötő (szegecselt);
  - hajlítással kötő (peremezés);
  - szilárd illesztéssel kötő.

## 6. Ellenőrzés

- geometriai (tűrések, méretláncok, helyzethibák stb.);
- funkcionális (működési, egyensúlyozási, biztonsági);
- egyéb ellenőrzés (ergonómiai, esztétikai).

## 7. Kikészítés

- repasszálás (próbák utáni javítás);
- kompletírozás (adattáblák elhelyezése, tartozékok, szerszámok);
- dokumentáció (gépkönyvek, minőségi bizonyítvány, stb.).

## 8. Csomagolás

- előkészítés csomagoláshoz (pl. zsírzás);
- egyedi csomagolás (pl. tetszetős, megfogható);
- szállítási csomagolás (pl. raklap, szállítótartály).



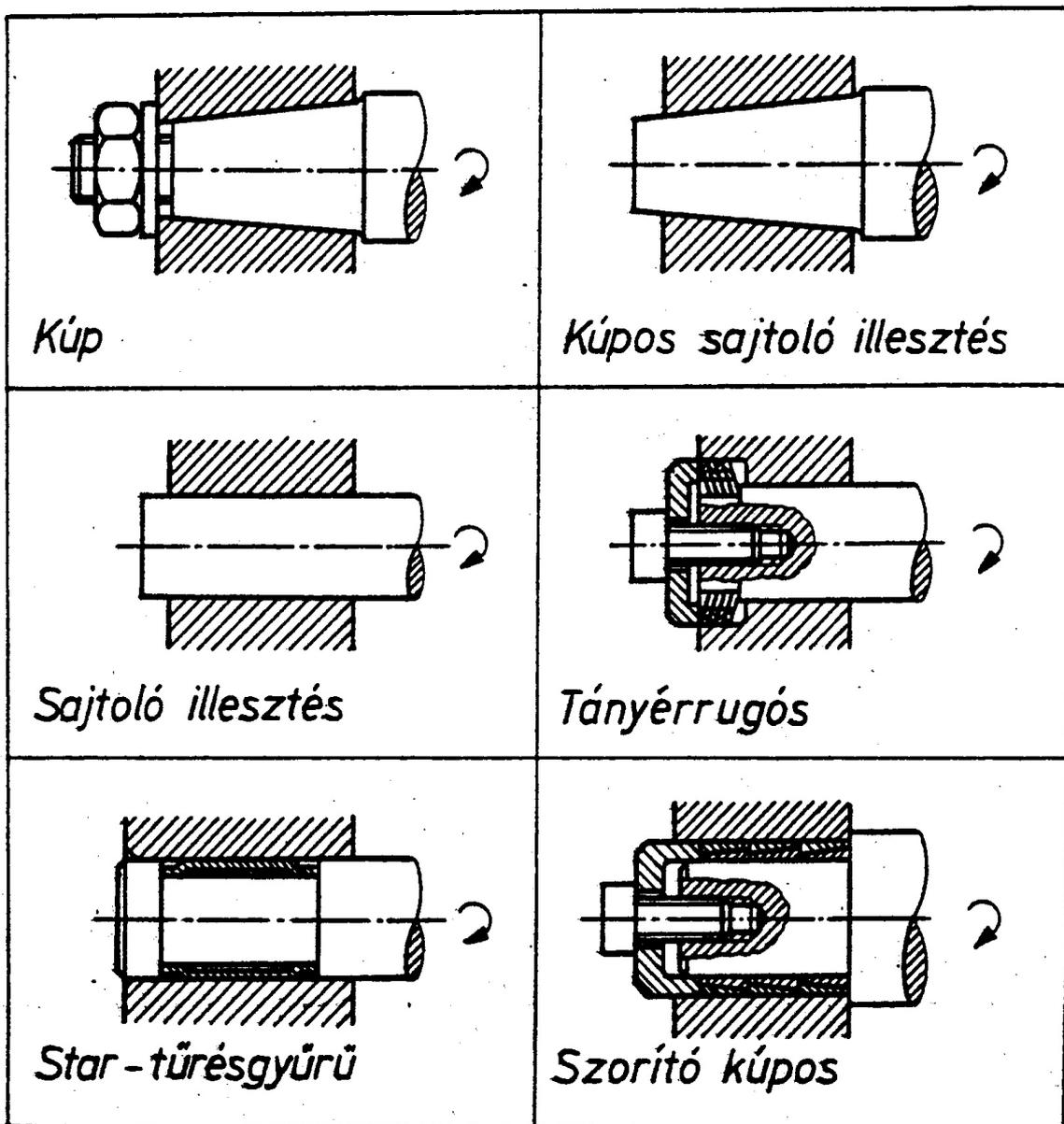
## 5. GÉPELEMEK SZERELÉSE

A gépipari gyártmányokat alkatrészekből szerelik össze. Ezeket az alkatrészeket gépelemeknek nevezzük. A rögzítést megvalósító gépelemeket kötőelemekként ismerjük.

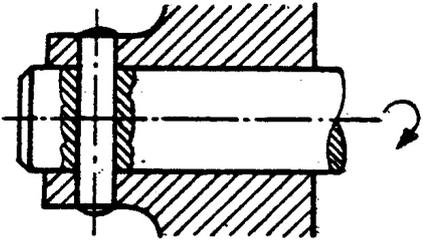
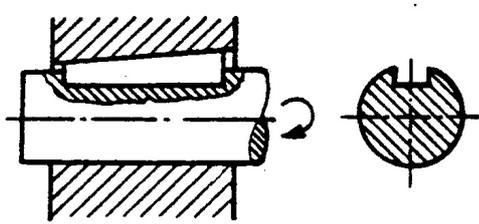
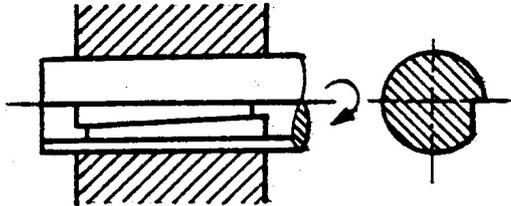
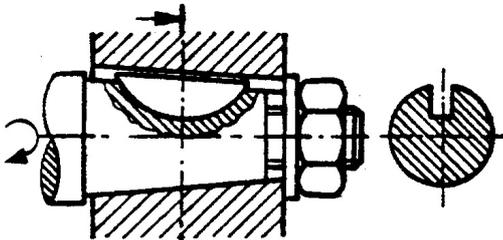
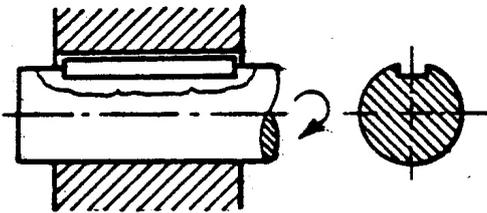
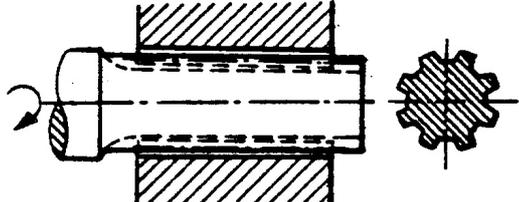
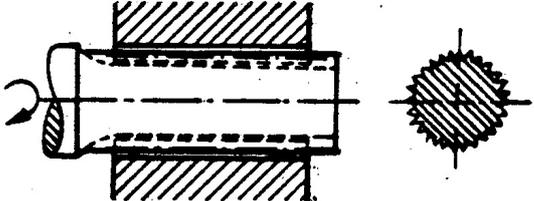
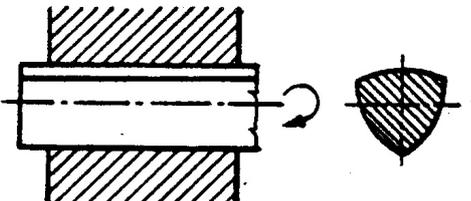
A rögzítésben és kötésben résztvevő alkatrészek teherviselő, terhelést továbbító, elmozdulást gátló, megakadályozó vagy határoló felületeinek összekapcsolását biztosító funkciót látnak el.

A kötések csoportosítása történhet:

- a működési követelmények szerint:
  - mozgó oldható kötések:
    - hengeres mozgó párok;
    - gömbcsuklós párok;
    - csúszó párok, stb.
  - mozgó nem oldható kötések:
    - zárt egységet képező gördülő csapágyak;
    - szerelt gumirugók (szilent blokkok);
    - szimeringek, stb.
  - nem mozgó oldható kötések:
    - csavarok, csapszegek;
    - reteszek, ékek, hornyok, stb.
  - nem mozgó nem oldható kötések:
    - szegecselés;
    - hegesztés, forrasztás;
    - ragasztás, stb.
- a kapcsolódó felületek közötti fizikai hatás formája szerint:
  - erőzáró kapcsolatok (47. ábra);
  - alakzáró kapcsolatok (48. ábra).
- a kapcsolódó felületek közötti fizikai hatás jellege és tartalma szerint



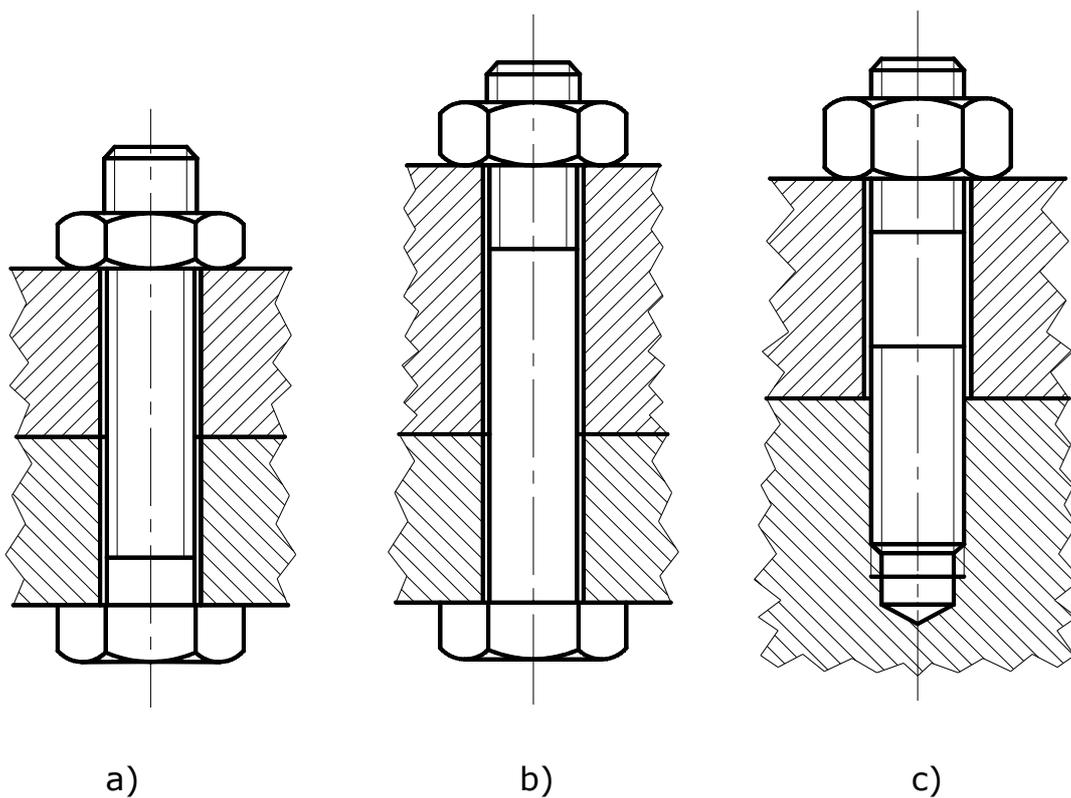
47. ábra: Erőzáró kapcsolatok [21]

 <p><i>Keresztcsap (átmenő csap)</i></p>	 <p><i>Fészkes ék</i></p>
 <p><i>Érintős ék</i></p>	 <p><i>Kúpos tengelyvég íves retesszel</i></p>
 <p><i>Siklóretesz</i></p>	 <p><i>Bordástengely</i></p>
 <p><i>Kerb - fogazás</i></p>	 <p><i>Polygon - profil</i></p>

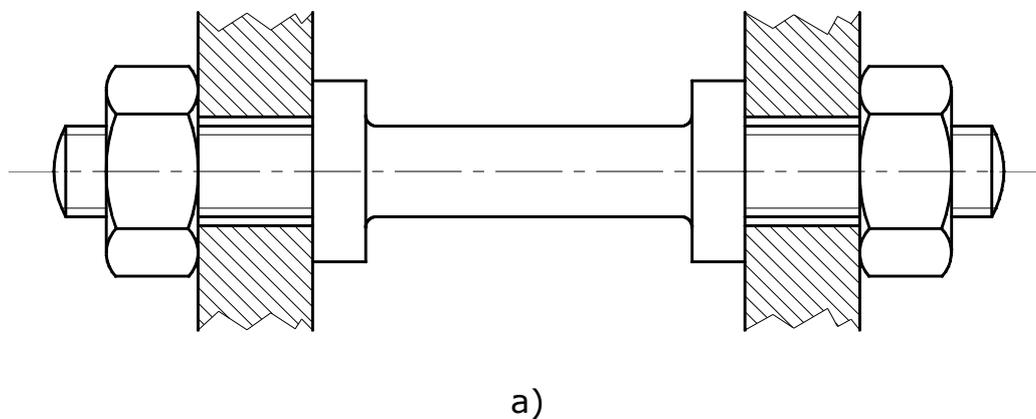
48. ábra: Alakzáró kapcsolatok [21]

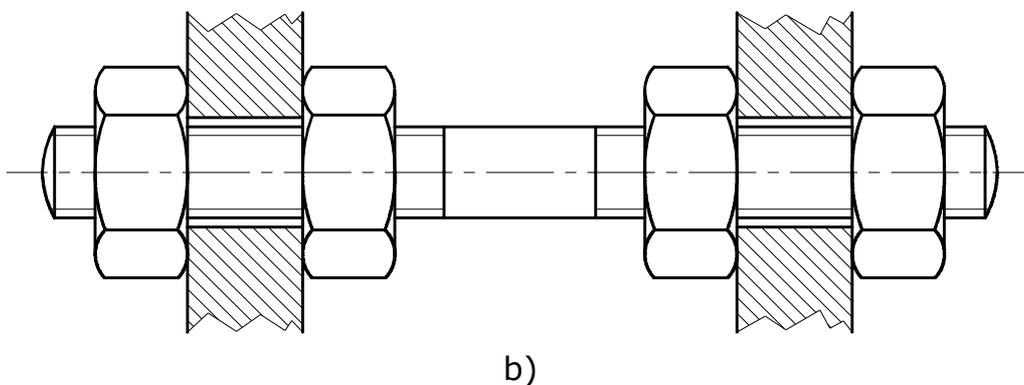
## 5.1. CSAVARKÖTÉSEK

A csavarkötés olyan oldható kötés, amelyben az alkatrészeket csavarozás következtében fellépő erő köti össze. A csavarkötés a csavarorsó és anya segítségével valósul meg.



49. ábra: Kötőcsavarok

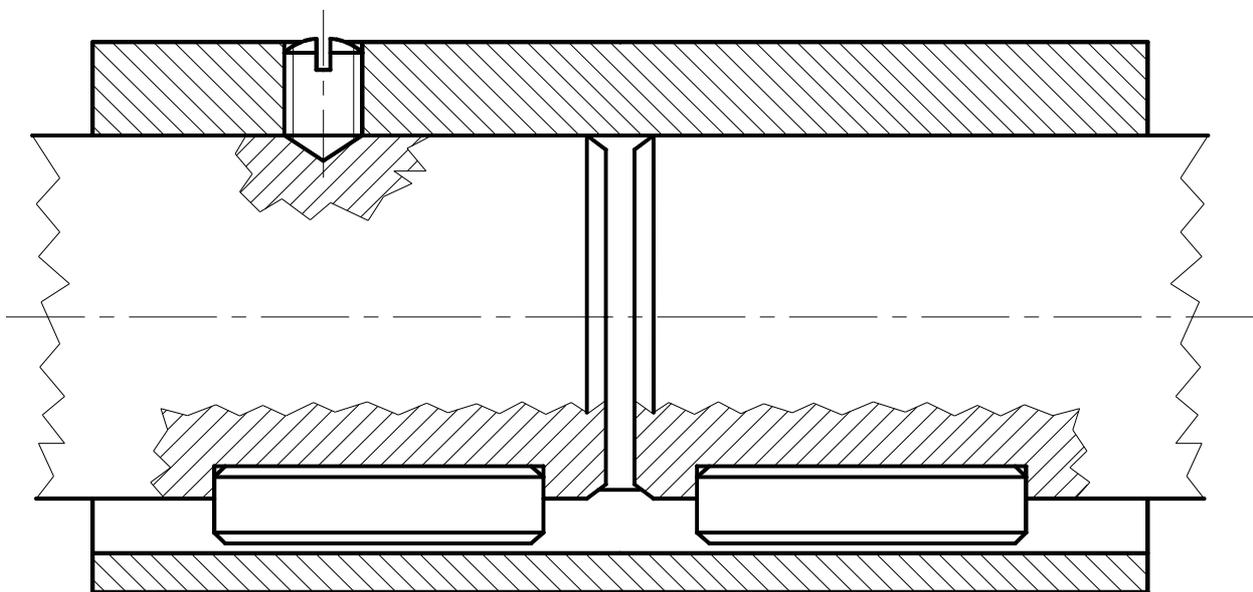




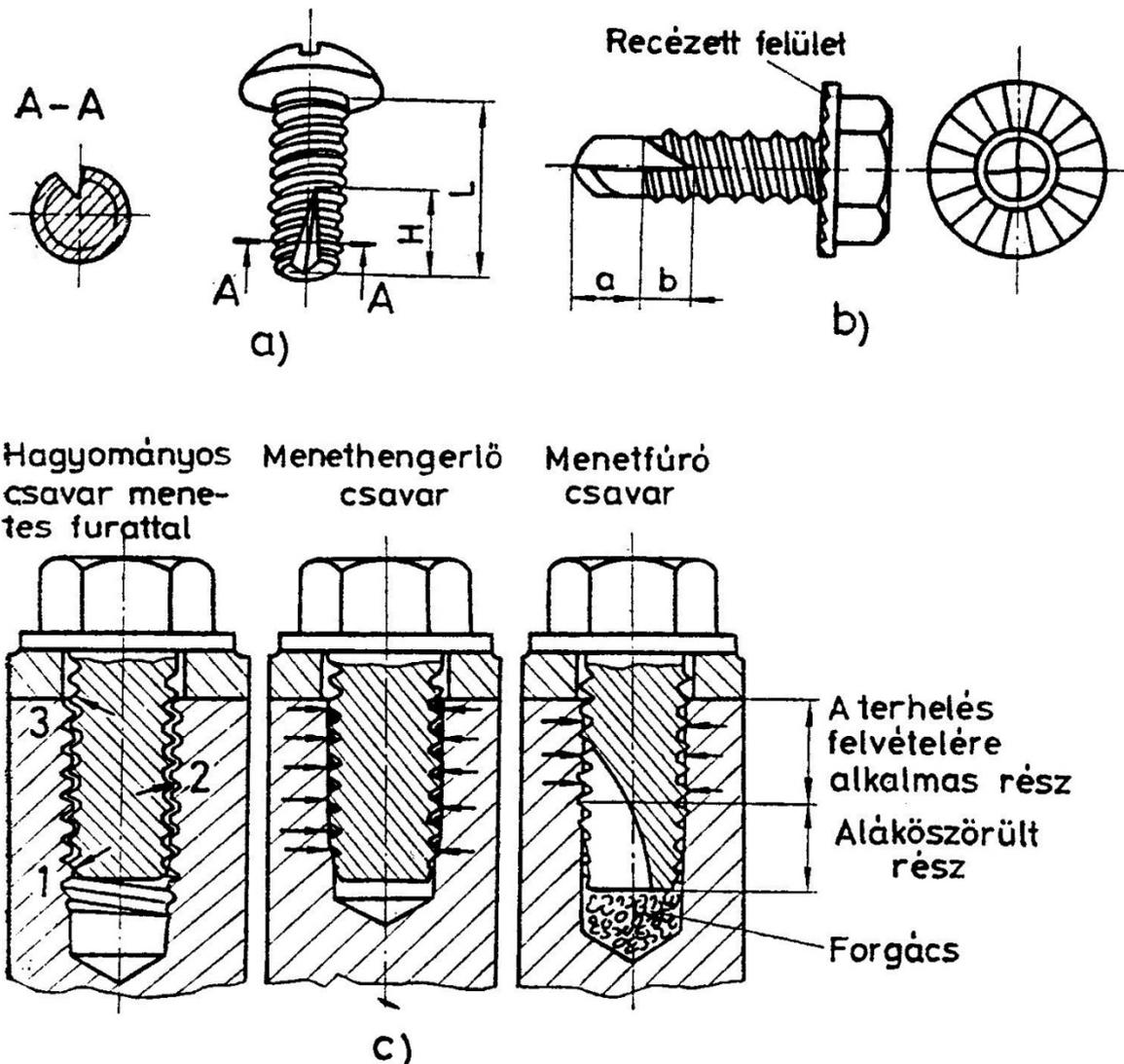
50. ábra: Támasztócsavarok

A legelterjedtebben alkalmazott csavarkötési módok:

- kötőcsavarok (49. ábra);
- feszítőcsavarok;
- támasztócsavarok (50. ábra);
- ászok-, hernyócsavarok (49.c ábra és 51. ábra);
- különleges csavarok (52. ábra).



51. ábra: Tokos tengelykapcsoló hernyócsavarral [2]



52. ábra: Különleges csavarok [19]

A csavarkötések szerelését döntően a csavarkötéseket érő igénybevétel jellege határozza meg, mely lehet:

- állandó, nyugvó igénybevétel (súrlódás és önzáróság elegendő biztonságot ad a csavar lazulása ellen);
- periodikusan változó igénybevétel (kifáradáshoz, töréshez vezet, előfeszítés és kötésbiztosítás szükséges);
- ütésszerűen ismétlődő igénybevétel (gyors kifáradáshoz és töréshez vezet, előfeszítés és kötésbiztosítás szükséges).



Nagy jelentősége van a csavarkötéseknél a meghúzási nyomaték nagyságának is. A csavarkötések, anyák szerelésének legfontosabb követelményei a következőkben foglalhatók össze:

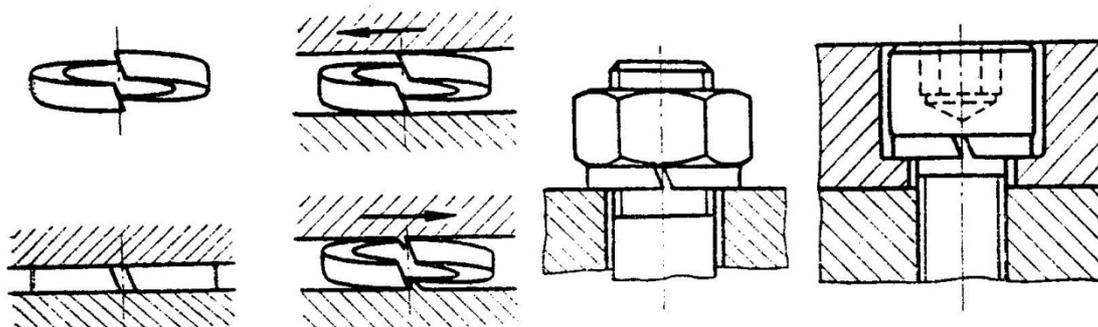
- az anyát kézzel könnyen fel lehessen csavarni a helyére;
- a csavar illetve az anya homloklapfelülete merőleges legyen a menet tengelyére;
- az anya homloklapfelülete alatti nyomás nagyobb területre és egyenletesen oszolják el, az anyák alá csavaralátéteket tesznek. Az alátétek felületei párhuzamosak és simák legyenek;
- a csavart illetve az anyát fokozatosan és meghatározott sorrendben kell megfeszíteni;
- körvonalon elhelyezett anyákat átlósan kell megfeszíteni.

#### 5.1.1. Csavarkötések biztosítása

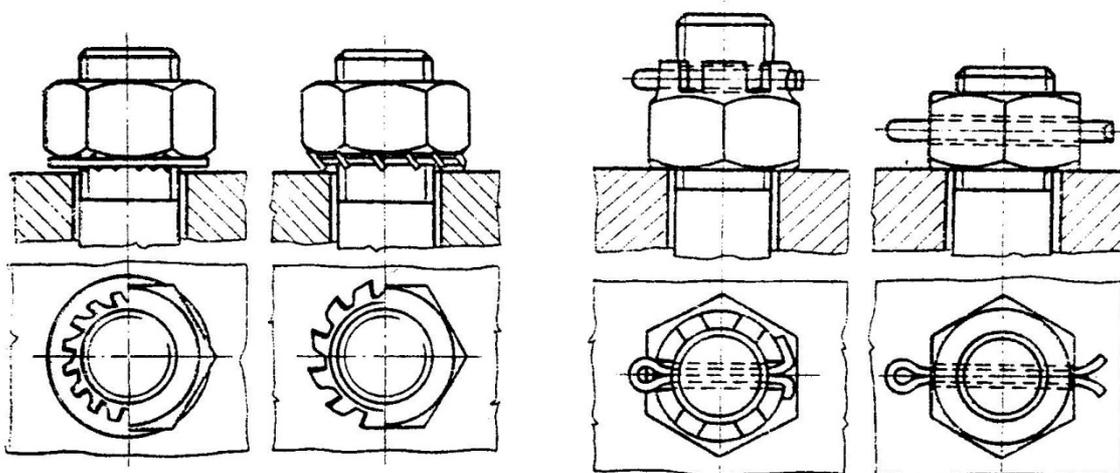
A **csavarkötések biztosításának célja** anyák, csavarok kilazulásának elkerülése.

A csavarkötések biztosításának **típusai**:

- csavarkötések hagyományos biztosítása (53. ábra):
  - rugós, recézett alátét, ellenanya (53. a, b és c ábra);
  - sasszeges biztosítás (53. d ábra);
  - lemezes biztosítás (53. e ábra);
  - huzalos biztosítás (53. f ábra).
- csavarkötések biztosítása speciális anya segítségével (54. ábra):
  - rugós alátét és anya társítása (54. a ábra);
  - hasított anyával (54. b ábra);
  - műanyagbetétes anyával (54. c ábra);
  - szegmensbetétes anyával (54. d ábra);
  - deformált anyával (54. e ábra).
- csavarkötések biztosítása speciális csavar segítségével:
  - önrögztető csavarfejjel (55. a ábra);
  - műanyagbetétes csavarral (55. b és 55. c ábra);
  - differenciálmenetes csavarorsóval (55. d ábra).

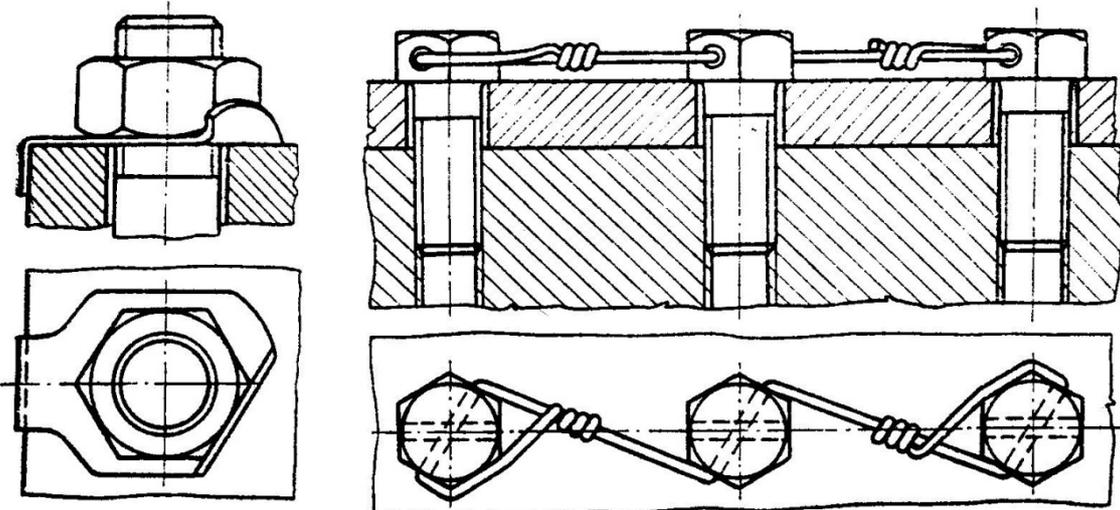


a) - b) rugós alátét



c) recés alátét

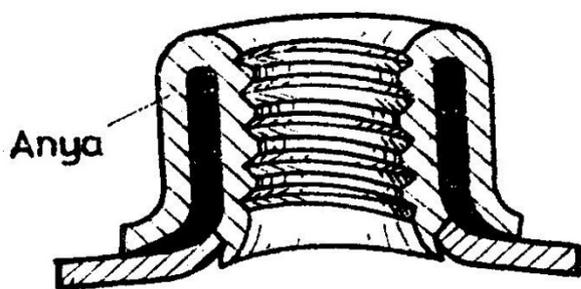
d) sasszeges biztosítás



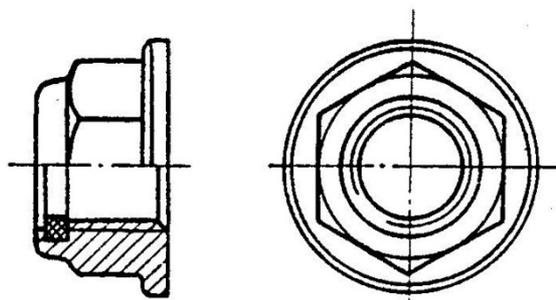
e) lemezes biztosítás

f) huzalos biztosítás

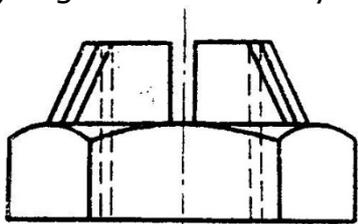
53. ábra: Csavarkötések hagyományos biztosítása [19]



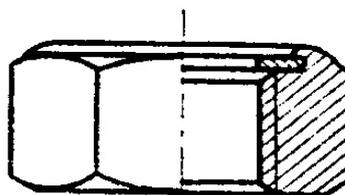
a) rugós alátét és anya társítása



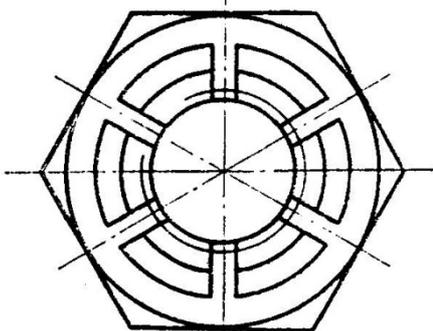
b) műanyagbetétes anya



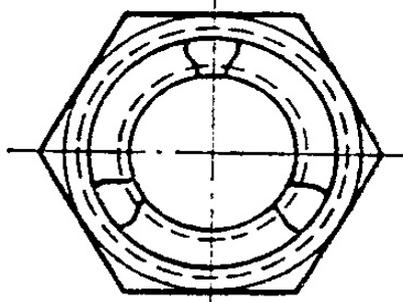
c) nagyméretű önbiztosító anya



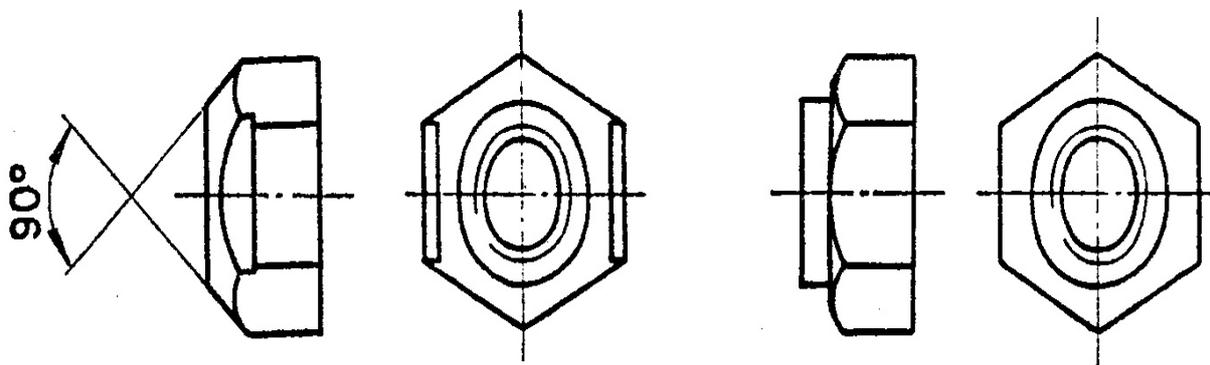
d) szegmensbetétes anya



c) nagyméretű önbiztosító anya

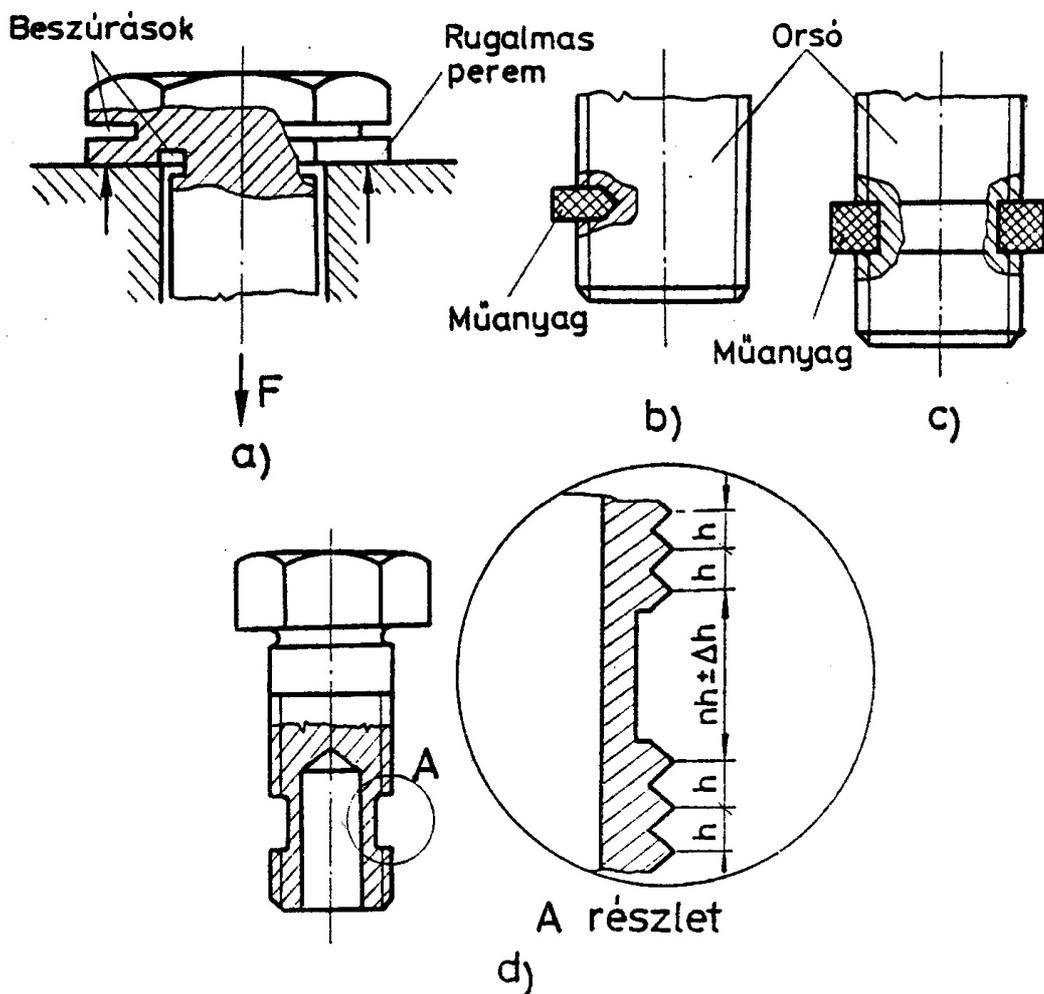


d) szegmensbetétes anya



e) deformált anya

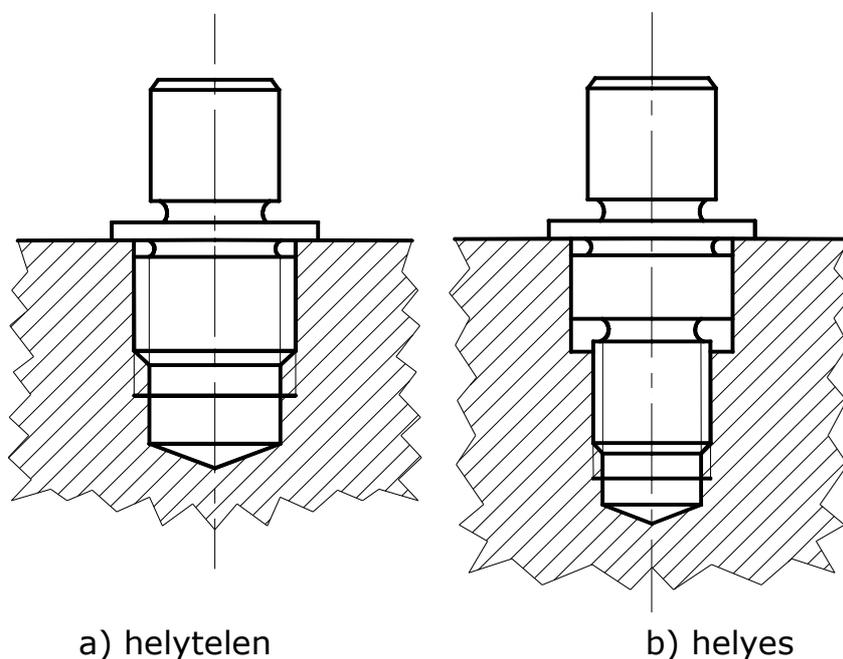
54. ábra: Csavarkötések biztosítása speciális anya segítségével [19]



a) önrögző csavarfej, b) – c) műanyag betét csavarorsóban  
d) differenciálmenetes csavarorsó

55. ábra: Csavarkötések biztosítása speciális csavar segítségével [19]

A csavarmenetek nem központosítanak. Ezért ha egy csavarmenettel beerősített csap pontos helyzetét kell biztosítani, akkor a csapon illesztett hengeres vezetőrészt kell biztosítani (56. ábra).



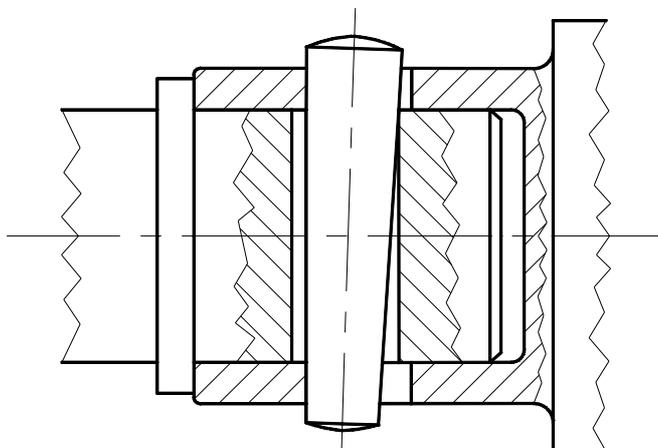
56. ábra: Pontos csaphelyzet biztosítása

## 5.2. CSAPSZEG KÖTÉSEK

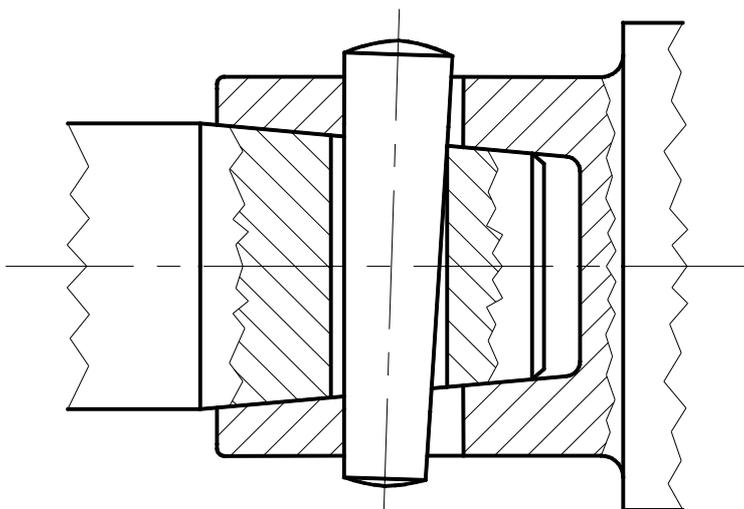
Egyszerű szerkezeti megoldásuk miatt egyre inkább alkalmazzák a csapszegeket olyan kötések kialakításához, ahol a kötéssel szemben tengelyirányú terhelés nem lép fel.

A csapszegek alaptípusai:

- sima felületű csapszegek;
- hengeres csapszegek;
- kúpos csapszegek;
- sugárirányban rúgózó csapszegek hasított csapszegek;
- csavart keresztmetszetű csapszegek.



57. ábra: Csapszeg kötés hengeres illeszkedő párnál



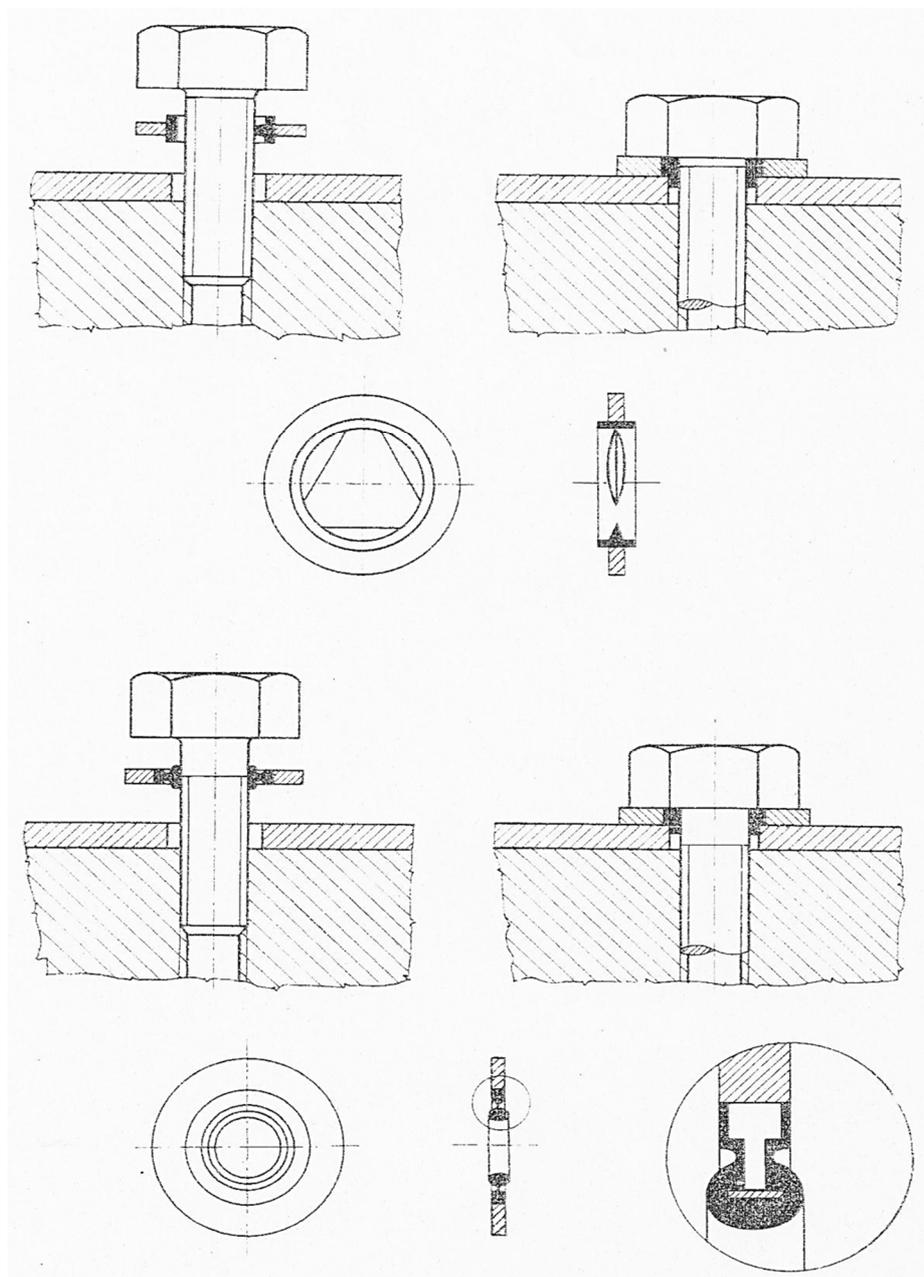
58. ábra: Csapszeg kötés kúpos illeszkedő párnál

### 5.3. TÖMÍTÉSEK

A kötéseknek gyakran tömíteni kell. Az oldható kötésekhez olyan alátétárcsát alakítottak ki, amelyen a belső furatba műanyagból hő- és olajálló gyűrűt rögzítenek. Ezek O-gyűrű néven vannak forgalomban. Ez a tömítés egyúttal a rugós alátét szerepét is betölti.

Előnye, hogy szerelése gyors és egyszerű, ismételten felhasználható (59. ábra). Az O-gyűrű lehetőséget nyújt menetek tömítésére is.

A tömítőgyűrű belső furata pseudokör keresztmetszetű. A háromszögbe írható kör átmérője a menet magátmérőjének felel meg, a háromszög lekerekített csúcsánál lévő ívek pedig a csavar külső átmérőjén fekszenek. Így a csavarmenetek egy menetét az O-gyűrű, így három ponton tömíti.

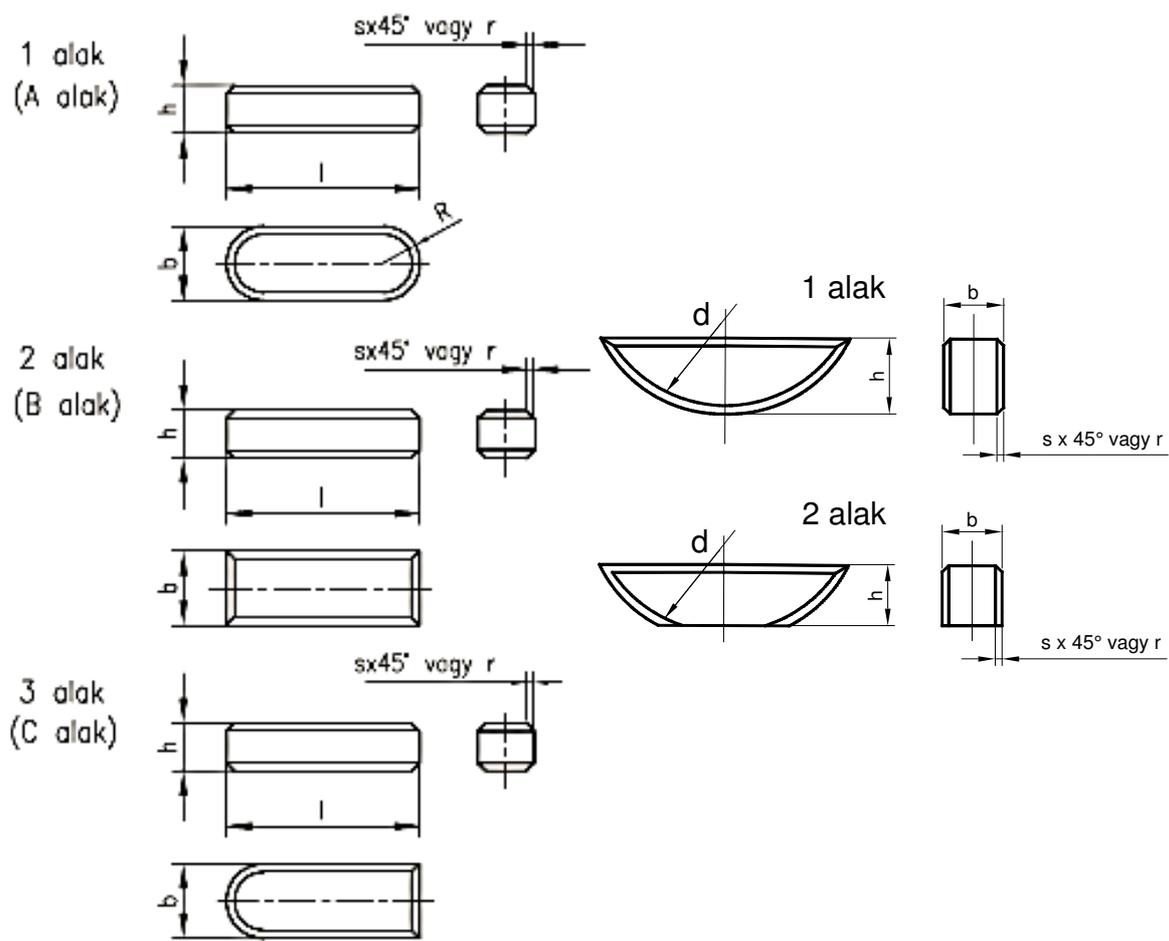


59. ábra: O – gyűrűs tömítések

## 5.4. ÉK- ÉS RETESZKÖTÉSEK

**A retesz** olyan gépelem, amellyel együttforgó szerkezeti részeket (pl. tengelyt és szíjtárcsát) tudunk egymáshoz rögzíteni. A reteszt akkor alkalmazzák, ha a szerkezeti elem (pl. szíjtárcsa, fogaskerék, stb.) tengelyirányú elmozdulása egyéb módon (pl. csavarkötéssel) gátolt. A reteszkötés alkalmazásakor a fellépő forgatónyomatékból adódó kerületi erő a retesz és a horony oldalfelületeit terheli. Az agyhorony és retesz csak oldalfelületeikkel illeszkednek [2].

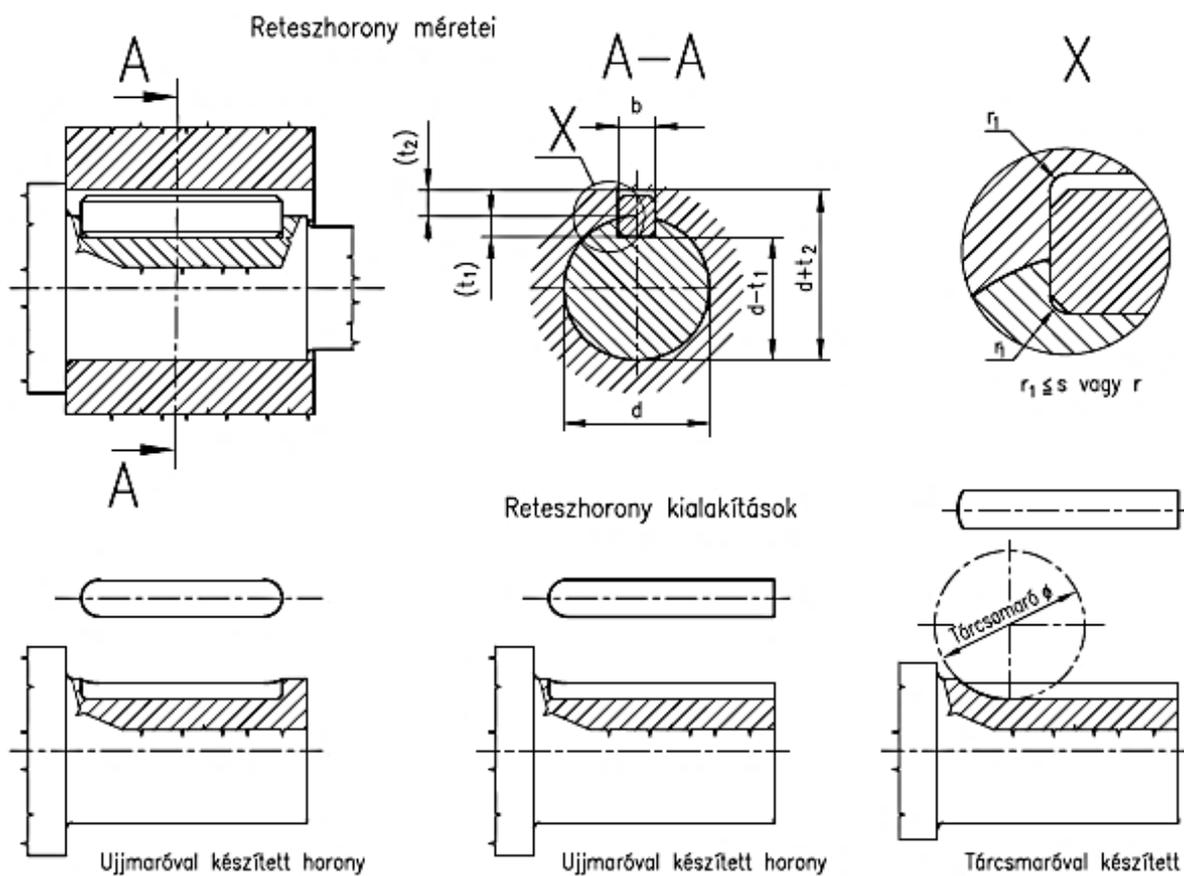
A retesz alakja a beépítéstől függően az 60. ábra szerint lehet.



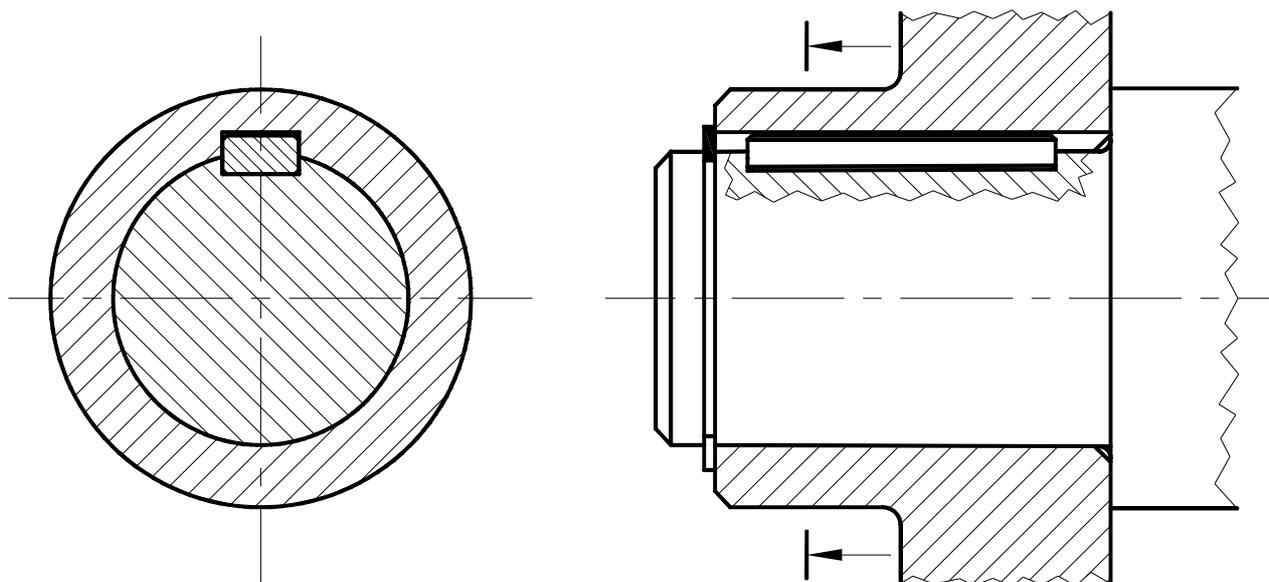
a) fészkes retesz

b) íves retesz

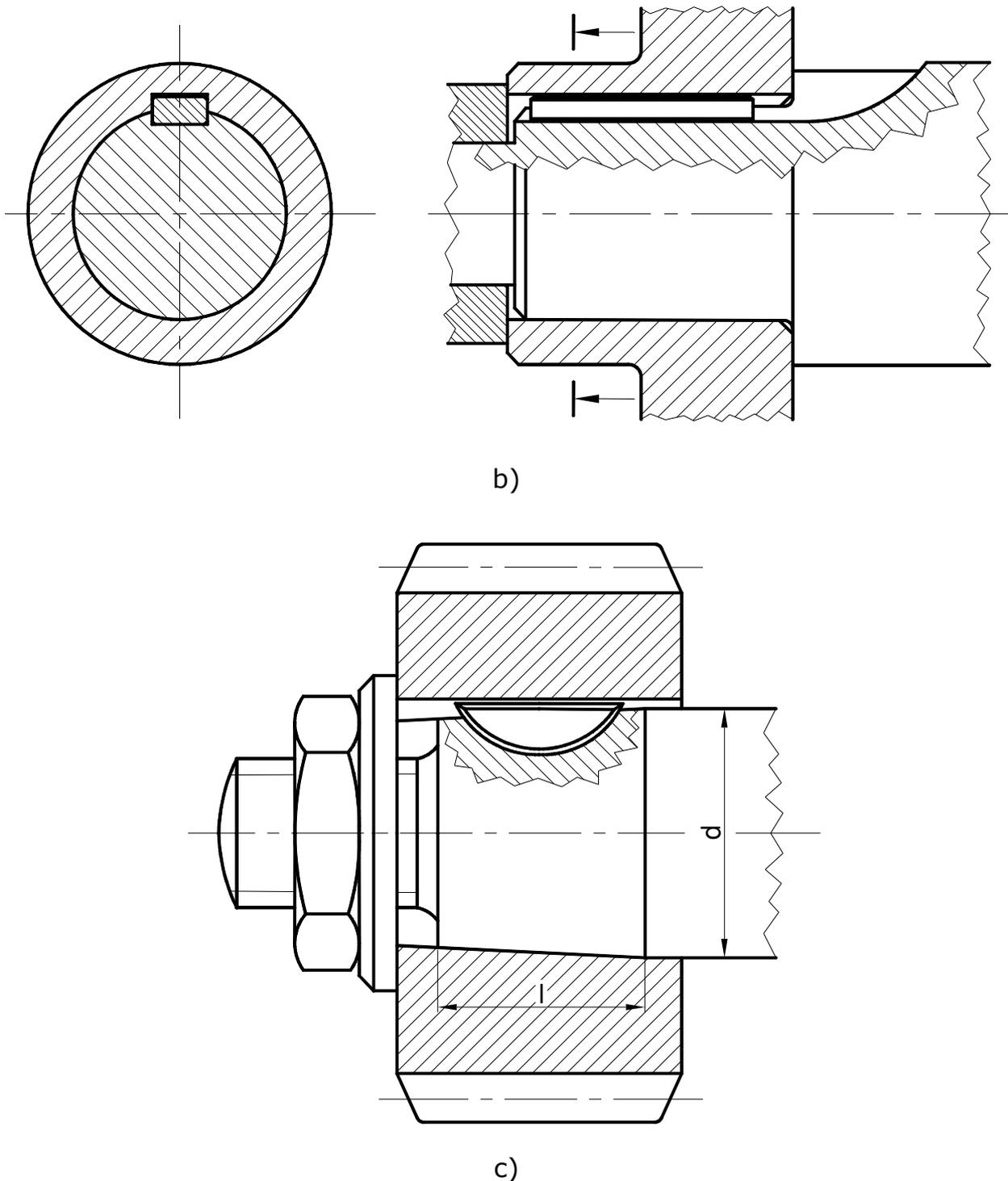
60. ábra: A retesz alakja a beépítéstől függően [2]



61. ábra: A reteszhorony méretei és megmunkálási módjai



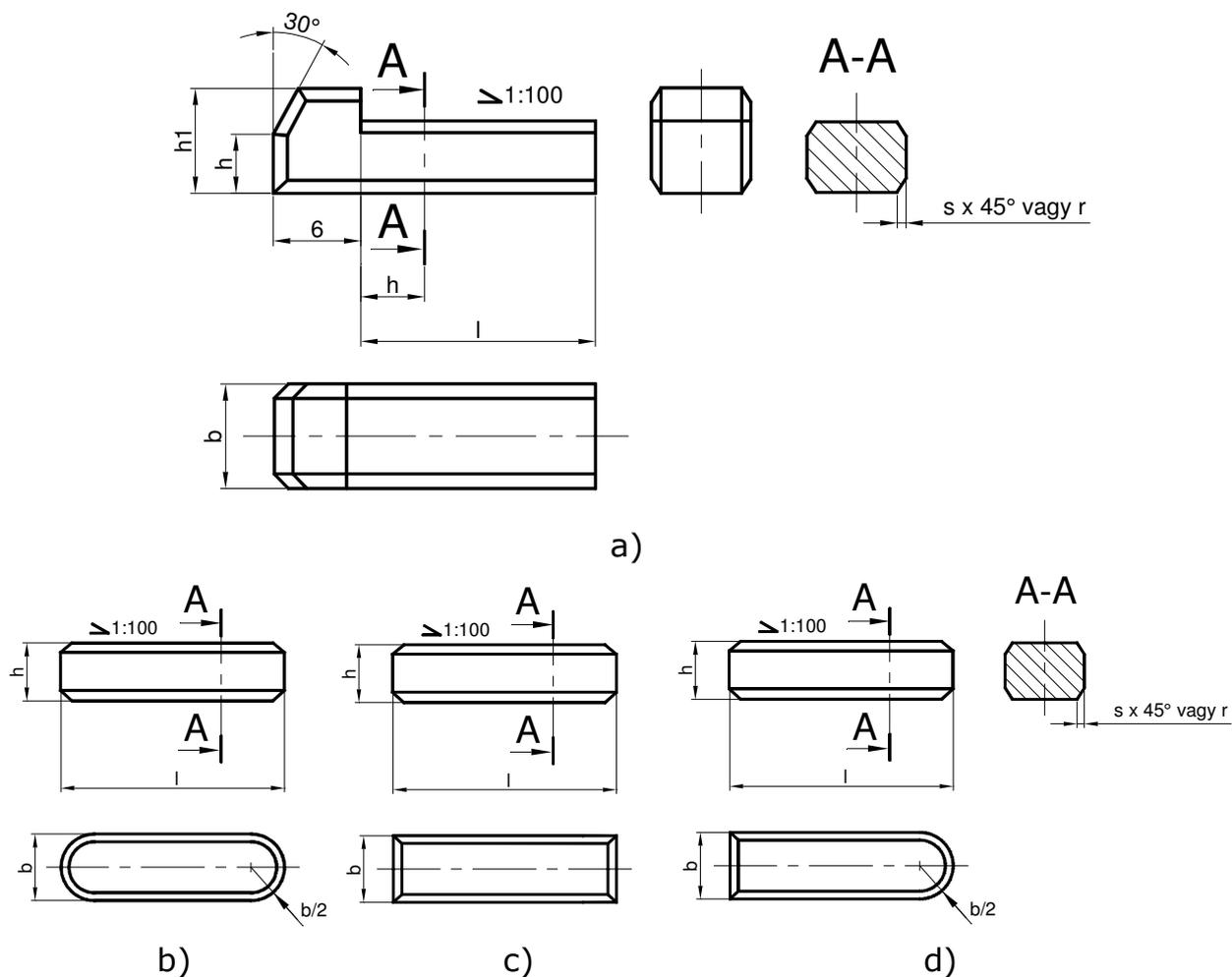
a)



62. ábra: Retesz beépítési példák [2]

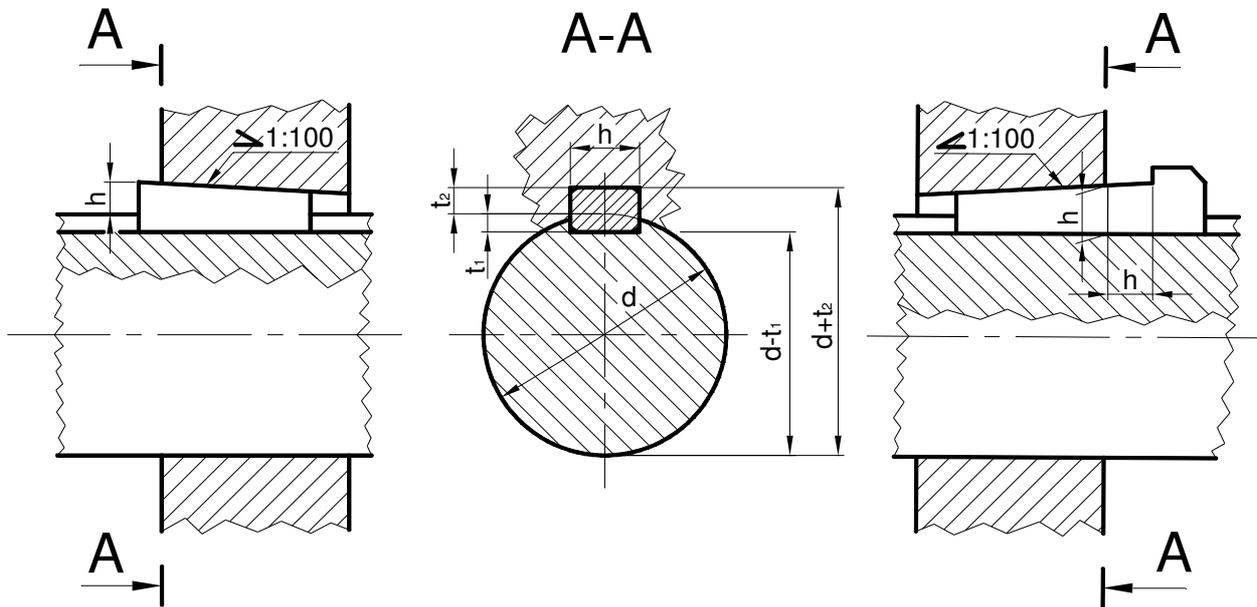
**Az ék** olyan gépelem amelynek segítségével együttforgó szerkezeti részeket (pl. tengelyt és szíjtárcsát) tudunk egymáshoz rögzíteni úgy, hogy a nyomaték átvitele mellett a tengelyirányú elmozdulást is gátolja. A kötést sugárirányú befeszítéssel hozzuk létre.

Az ékek alakjai és elnevezései az 63. ábrán láthatók.



a) 1 alak (Orros ék), b) 2 alak (Fészkes ék)  
 c) 3 alak (Hornyos ék), d) 4 alak (Félhornyos ék)  
 63. ábra: Az ékek típusai [2]

A 64. ábra az orros és a fészkes ék beépítését szemlélteti. Az ábrán az ékkötésre jellemző méreteket is feltüntettük. A tengely és a furat alkatrészrajzán meg kell adni a tengely  $t_1$ , helyette esetleg  $(d - t_1)$  méretét, illetve a furat  $(d + t_2)$  méretét.



64. ábra: Ék beépítési példák [2]

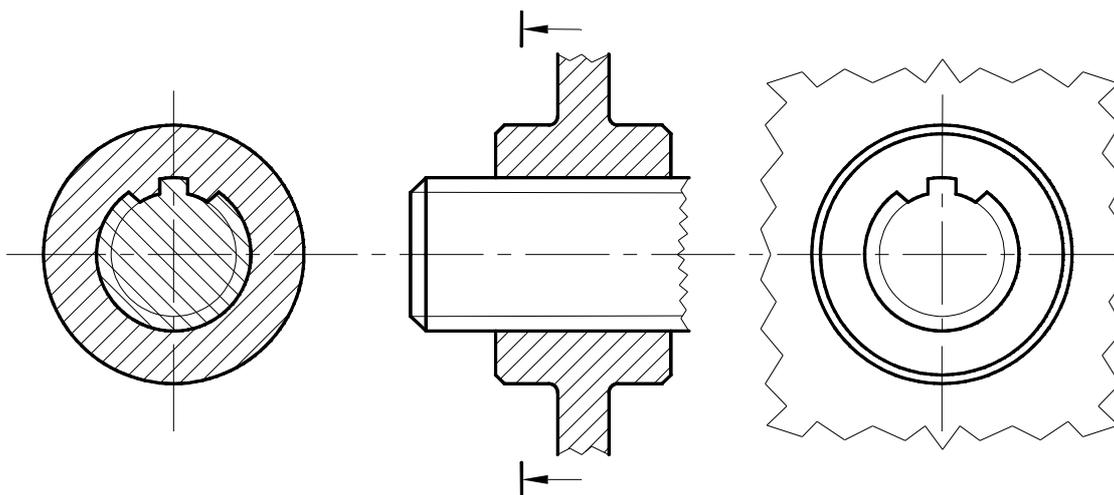
Az ék- és reteszkötés hibái:

- az ék (retesz) tengelyének elferdülése a tengely középvonalához viszonyítva;
- az ék (retesz) magassága nem megfelelő;
- az ék lejtős felülete nem sík;
- az ékek (retesz) elhelyezkedése aszimmetrikus.

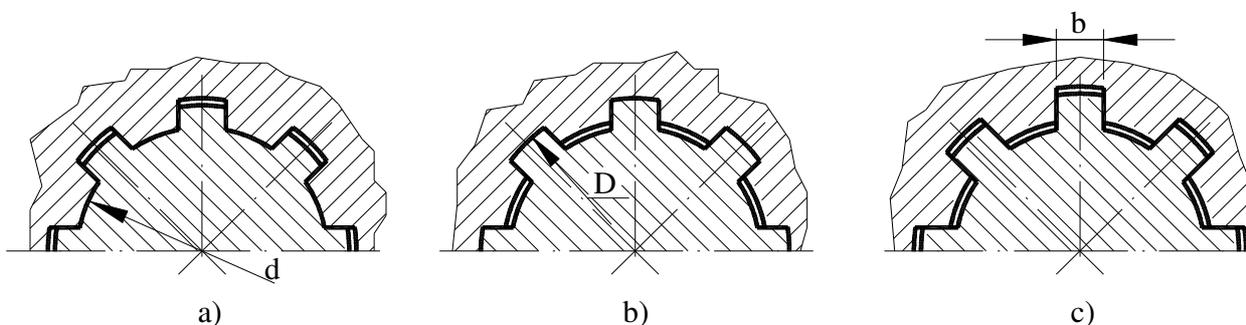
Ezek a hibák rendszerint a horony pontatlanságából származnak.

## 5.5. BORDÁS KÖTÉS

A bordás kötés (65. ábra) alkatrészeket pontosabban központosítja, mint az ékkötés.



65. ábra: A bordás kötés kialakítása



66. ábra: Bordáskötés vezetése [27, 28]  
a) belső átmérőn, b) külső átmérőn, c) borda mentén

Mivel változó irányú forgatónyomatékok átadása esetében a hornyok és a bordák közötti játék következtében a horony kiverődhet, ezért a befogó alkatrész központosításával és a tengellyel való szoros illeszkedésével szemben különleges követelményeket támasztanak (66. ábra, 8. táblázat).

A bordás kötés esetében a befogó alkatrész központosítható a horony külső átmérőjén, a belső átmérőn és a horony szélén.



8. táblázat: A bordáskötés vezetése [27, 28]

<b>A bordáskötés vezetése</b>		
<b>Belső átmérőn</b>	<b>Külső átmérőn</b>	<b>Borda mentén</b>
<i>Előnye:</i>	<i>Előnye:</i>	<i>Előnye:</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• az agy furatmegmunkálása egyszerű;</li><li>• egytengelyűség biztosítható köszörüléssel;</li><li>• a tengely és az agy edzhető;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• kevésbé munkaigényes;</li><li>• könnyen köszörülhető a tengely;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• pontos vezetés</li></ul>
<i>Hátránya:</i>	<i>Hátránya:</i>	<i>Hátránya:</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• az agy furatkialakítása munkaigényes;</li><li>• a tengely belső átmérő kialakítása munkaigényes</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• az agy nem edzhető;</li><li>• hőkezelés után kétoldali üregelés szükséges;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• munkaigényes köszörülő megoldás</li></ul>

## 5.6. SZEGECSKÖTÉSEK

A szegecskötés elsődlegesen lemezjellegű alkatrészek összekötésére szolgáló kötésfajta (67. ábra). A szegecselést gyakran a hegesztés helyett kell alkalmazni, elsősorban a következő esetekben:

- heterogén ötvözeteket vagy különböző anyagminőségű alkatrészeket kell összekötni;
- a szerkezeti adottságok miatt belső feszültségektől kell tartani;
- az illesztési helyek kevésbé hozzáférhetők;
- képlékeny alakítással keményített (szilárdított) ötvözetek összekötése;
- nagyméretű, hő kezelt elemekből kialakítandó szerkezetek kialakítása.

A szegecseléssel kialakított kötések jellegzetes igénybevételnek tehető ki, melyeket a tervezés és a szerelés során is figyelembe kell venni.

A lehetséges igénybevételek a következők lehetnek (a tervezés során ezek közül a mértékadó igénybevételre kell méretezni a kötést):

- nyírás;
- nyomás (palástnyomás).

Szegecselési módszerek:

- kézi szegecselés (ha nincsenek szegecselőgépek vagy helyszűke miatt nem használhatók);



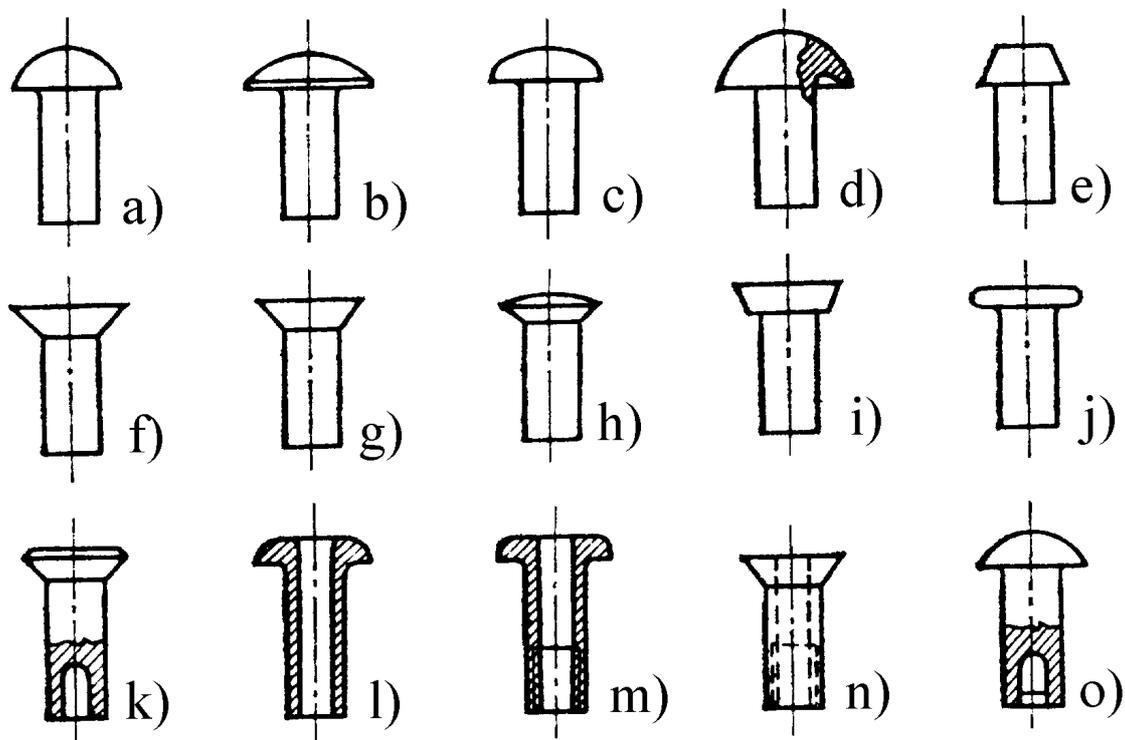
- kézi kalapáccsal;
- készüléssel;
- légkalapáccsal.
- gépi szegecselés
  - szegecselőszajtóval;
  - imbolygó szegecselés;
  - radiál szegecselés.
- húzószegecselés (popszegecselés);
- robbantásos szegecselés.

A nem teherviselő szegecskötések kialakítására a húzószegecselés az utóbbi időben egyre inkább teret hódít, előnyös jellemzői miatt:

- nagy termelékenységű szegecselést eredményez;
- a gyártmánytervezés egyszerűbbé válik;
- a szegecseléshez nem kell szakképzett munkaerő;
- az egyedi gyártástól a tömeggyártásig terjed alkalmazhatósági területe;
- gyakorlatilag nincs szegecselési hiba;
- a szegecselendő szerkezeten nem keletkezik sérülés.

Húzószegecsek (POP-szegecsek) fajtái:

- nyitott szegecs;
- zárt szegecs (víz- és nyomástartó kötésekhez);
- recés szegecs (lágy vagy törékeny anyagok szegecseléséhez).

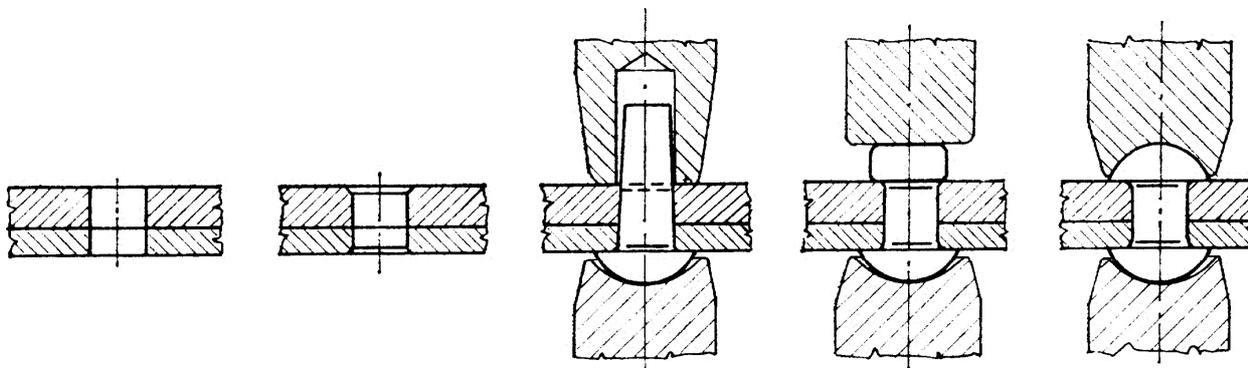


67. ábra: Jellegzetes szegecstípusok

- a) félgömbfejű-; b) lapos gömbfejű-; c) elliptikus-;  
 d) gombafejű-; e) trapézfejű-; f) 90°-os süllyesztettfejű-;  
 g) 75°-os süllyesztettfejű-; h) domborított süllyesztett-fejű-;  
 i) csonkakúp fejű-; j) laposfejű-;  
 k) üreges szárvégű süllyesztettfejű szegecs;  
 l) csőszegecs; m) laposfejű menetes csőszegecs;  
 n) süllyesztettfejű menetes csőszegecs;  
 o) robbanószegecs

Szegecselés műveletei (68. ábra):

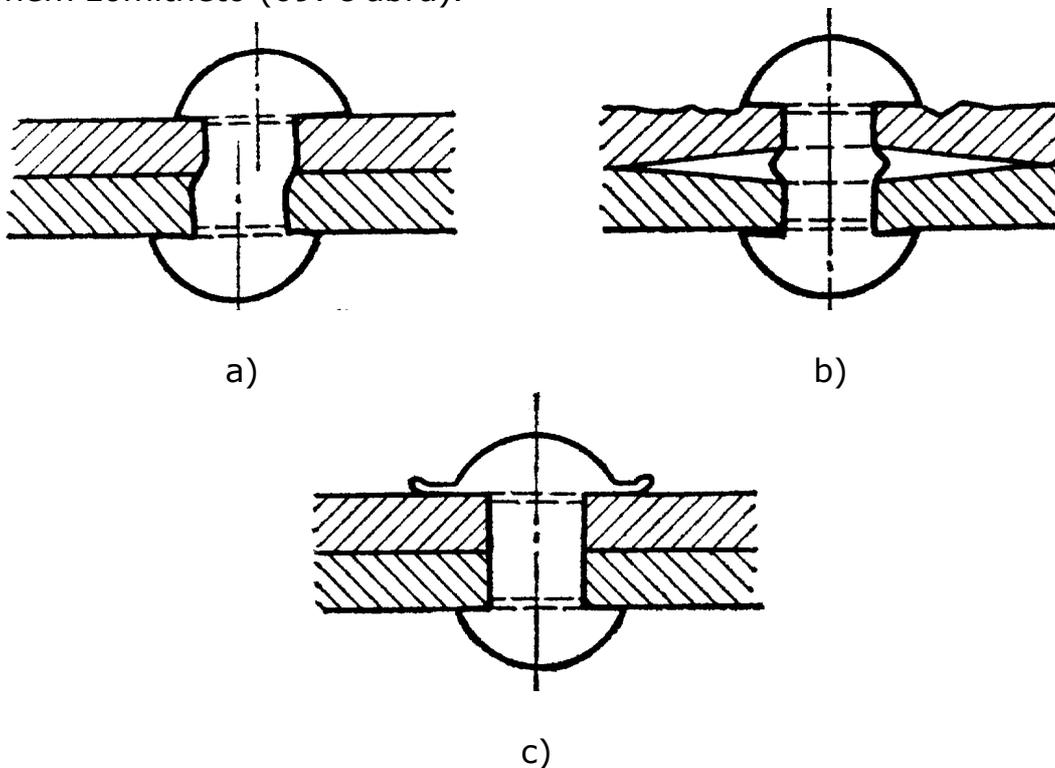
- 1.) Illesztendő elemek furatainak fedésbe hozása (előre fúrt furatok esetén)
- 2.) Szegecs behelyezése
- 3.) Lemezek összehúzása szegecshúzóval, ellentartás mellett
- 4.) Szegecsvég zömítése
- 5.) Szegecsfej kialakítása



68. ábra: A szegecselés műveletei

A leggyakrabban előforduló szegecselési hibák a következők (69. ábra):

- a furatok eltolódtak, ezáltal a szegecsszár berágódott, csökken a szegecs szilárdsága (69. a ábra);
- a lemezeket nem nyomták össze eléggé (69. b ábra);
- túl hosszú a szegecsszár és/vagy túl nagy a furat, a szegecsszár kihajlik, nem zömíthető (69. c ábra).



69. ábra: Szegecselési hibák



## 5.7. HEGESZTETT KÖTÉSEK

**A hegesztett kötések** kialakításához az összekötendő alkatrészek, ill. munkadarabok érintkező felületét hő és/vagy nyomás - gyakran hegesztőanyagok - segítségével egyesítik.

A hegesztett kötések széles felhasználási területtel rendelkeznek, elterjedésüket az tette lehetővé, hogy ezek a kötések ma már megbízhatóak, az egyes hegesztési eljárások jól gépesíthetők és automatizálhatók, berendezés ellátottságuk igen jó.

Hegesztett kötések alkalmazásának terjedését a következő előnyök is elősegítik:

- víz- vagy nyomásálló kötés kialakításához ez a legegyszerűbb módszer;
- mindkét oldalról való hozzáférés nem feltétlenül szükséges;
- átlapolást ritkán kell alkalmazni, szemben a mechanikus kötésekkel.

A hegesztett kötések legfontosabb hátrányai a következők:

- a legtöbb hegesztési eljárás során a munkadarabok jelentős hőhatásnak vannak kitéve;
- némelyik hegesztési eljárás igen jól képzett szakmunkást igényel.

## 5.8. FORRASZTOTT KÖTÉSEK

**A forrasztás** két vagy több alkatrész nem oldható egyesítése idegen anyag – forrasz – hozzáadásával, miközben az alkatrészeket csak a forrasz olvadási hőmérsékletéig hevítik.

A forrasz olvadáspontjától függően megkülönböztetjük a **lágý-** illetve a **keményforrasztást**.

**A lágýforrasztás** forraszanyaga rendszerint ón-ólom ötvözet, olvadáspontja  $T_{op} < 400$  °C, szilárdsága  $R_m = 5-7$  N/mm<sup>2</sup>. Ezért általában csak tömítésre, illetve igénybevétel nélküli kötések kialakítására alkalmazzák.

**A keményforrasztás** forraszanyaga réz-, cink- és ezüstötvözet, olvadáspontja  $T_{op} = 600-1100$  °C, szilárdsága  $R_m < 50$  N/mm<sup>2</sup>, ezért mechanikai igénybevételnek kitett kötések kialakítására is alkalmazható.

## 5.9. RAGASZTOTT KÖTÉSEK

A különböző ragasztóanyagok és módszerek kifejlesztésével és elterjedésével egyre nagyobb teret hódít a ragasztással kialakított kötések alkalmazása.



#### Előnyei:

- feszültségmentes kötés;
- különféle anyagok köthetők egymáshoz;
- rezgéscsillapító hatása van;
- nagy potenciálkülönbségű fémek összekötése egyszerűen megvalósítható (korróziógátló szigetelés);
- nem kell szigorú tűréseket előírni, ezért csökken a gyártási költség;
- jól tömít még nagy nyomások esetén is;
- a kötendő alkatrészeket nem kell más elemekkel gyengíteni (pl. furat);
- általában szobahőmérsékleten (max. 200°C) létrehozható, elhanyagolható a hőhatás;
- a ragasztóréteg könnyű (súlycsökkenés);
- igen vékony illetve különböző vastagságú alkatrészek is összeköthetők;
- általában nem igényel költséges beruházást,
- jó technológia esetén nem igényel szakmunkást.

#### Hátrányai:

- a felületi előkészítés költséges lehet;
- a keményedés időtartama hosszú is lehet, ez növeli az átfutási időt;
- lefejtő igénybevétellel szembeni ellenállása kicsi;
- az alkalmazási hőmérséklet növelésével a kötés szilárdsága csökken;
- speciális technológiáknál hevítés ill. befogó készülékre is szükség lehet (költségnövelés);
- dinamikus hatásokra általában érzékenyek;
- tartós, statikus terhelés esetén hidegfolyásra (kúszásra) hajlamos;
- a kötés minőségvizsgálata csak roncsolásos vizsgálattal végezhető el.

### 5.10. SAJTOLT KÖTÉSEK

Általában tengely-agy kötések kialakítására alkalmazott kötésmód. A kialakuló kötés az erőzáró kötések csoportjába tartozik.

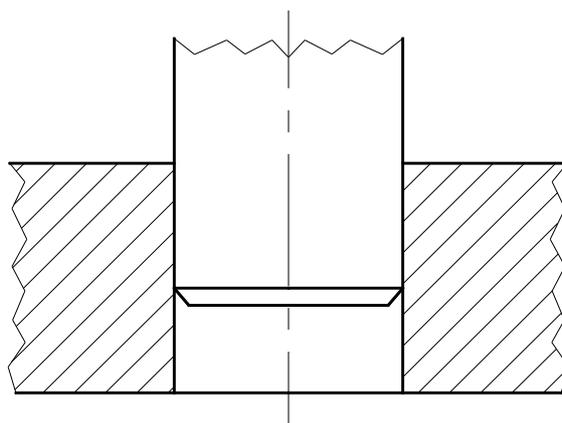
A kötés létrehozásának célja:

- rögzítés;
- nyomatékátvitel.

Az összeszerelendő alkatrészek megfelelő tájolása után a fedéssel elkészített kötést megfelelő irányú sajtolóerővel hozzuk létre. Az érintkező felületek között létrejövő rugalmas alakváltozások okozta p nyomás és a súrlódó erők eredményezik a szilárd kötéset.

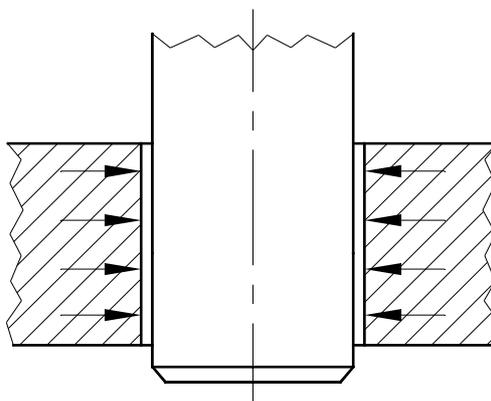
A kötések létrehozása szerint az alábbiak szerint csoportosíthatjuk:

- axiális sajtolás: szobahőmérsékleten végzett tengelyirányú sajtolás (70. ábra);



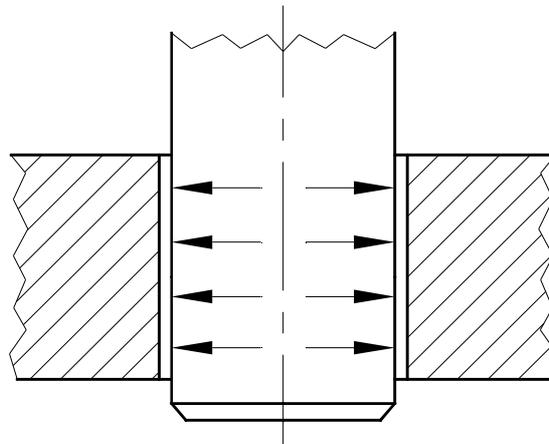
70. ábra: Axiális sajtolás

- radiális sajtolás:
  - zsugorkötés: az agy melegítésével létrejövő kötésmód (max. 400 °C) (71. ábra);



71. ábra: Zsugorkötés

- táguló kötés: a tengely hűtésével létrejövő kötésmód (max. 1,5 % méretváltozásig) (72. ábra);



72. ábra: Tágló kötés

- o kombinált kötés: az agy melegítése és a tengely hűtése egyidejűleg történik.

## 5.11. FOGASKERÉK ÁTTÉTELEK SZERELÉSE

Fogaskereket áttételekben és olyan szerkezetekben alkalmaznak, ahol forgó mozgást haladó mozgássá alakítanak át. Az első esetben fogaskerekek, a második esetben a fogaskerék és fogasléc kapcsolódik egymáshoz.

A homlokkerekek tengelye párhuzamos, a kúpkerék tengelye szöget zár be, a csavarkerekek és a csigahajtás tengelye kitérő.

A fogaskerekek szabályos működésének előfeltételei (73. ábra):

- o a két fogaskerék osztóköre érintse egymást, ezáltal a kerületi erő támadáspontja is az osztókörön van;
- o a fogak fokozatosan, akadálytalanul kapcsolódjanak egymás után.

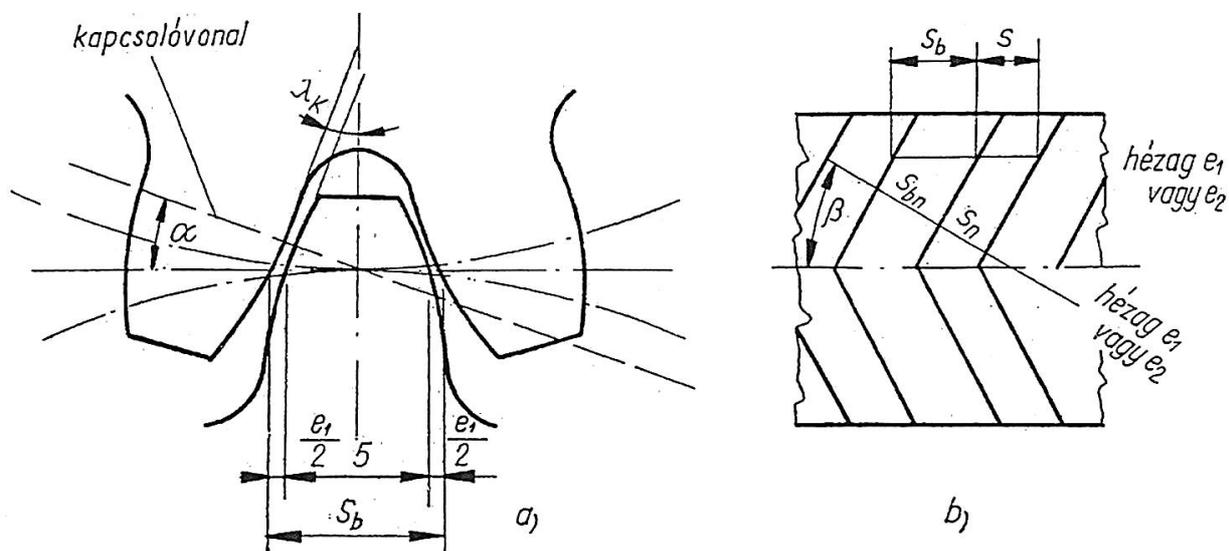
Az első követelménynek eleget teszünk akkor, ha az osztókörök szabályosak és a fogaskerekek tengelytávolsága megfelelő.

A második követelmény megkívánja a fogosztás azonosságát, a fogvastagságok egyformaságát és hogy a fogprofil kellő pontossággal készítsék el.

A fogaskerékpárok helyes működéséhez a fogak között hézagnak kell lenni. A hézag hiánya berágódást és felmelegedést okozhat, viszont túl nagy hézag a fogak gyors kopását idézi elő. A fogak közötti hézag kétféle: **foghézag** és **fejhézag**.

A foghézagot kétféleképpen hozzuk létre:

- o a fogaskerekek tengelytávolságát növeljük. Ennek hátránya, hogy az osztókörök nem érintkeznek, ezért ezt a módot igen ritkán alkalmazzák;
- o csökkentjük a fog vastagságát.

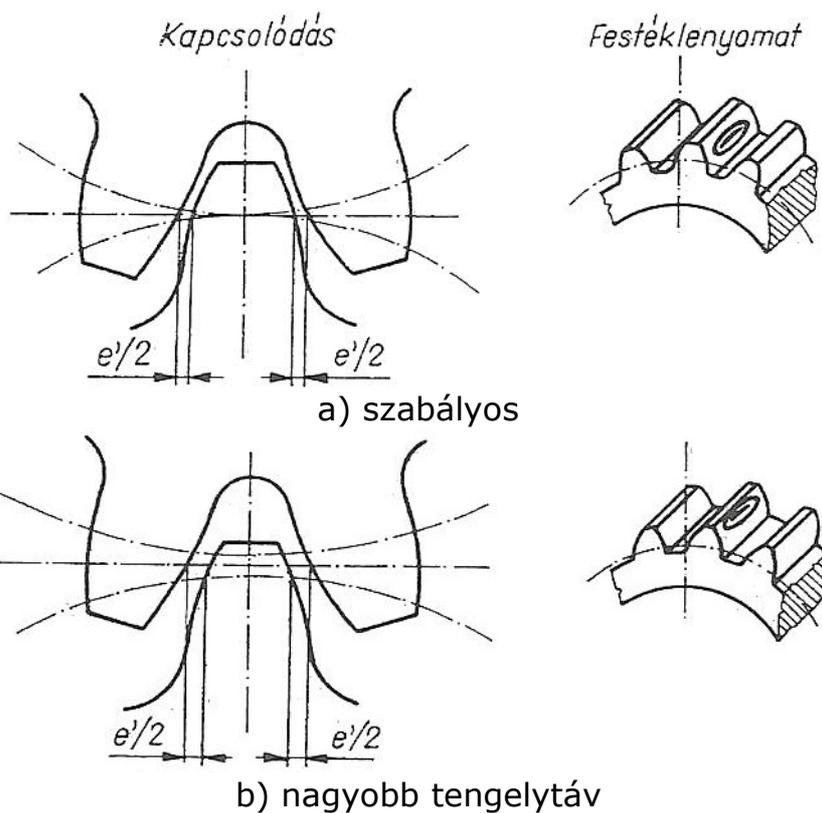


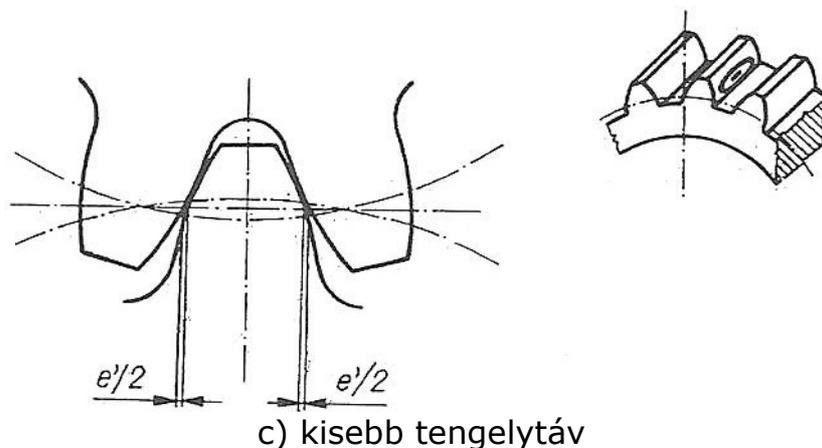
73. ábra: Nyílfogú homlokfogaskerek fogainak kapcsolódása [22]

### 5.11.1. Homlokfogaskerék áttételek szerelése

A fogaskerék áttételek szerelése három fő műveletből áll:

- fogaskerek szerelése tengelyre;
- fogaskerek beszerelése a fogaskerékházba;
- fogaskerek kapcsolódásának szabályozása.





74. ábra: Fogaskerekek kapcsolódása [22]

A szerelés során előforduló hibák:

- A fogak közti hézag az egész koszorú kerületén nem elég nagy. Ennek két oka lehet: vagy a fogak vastagabbak, ez esetben a fogaskerekeket ki kell cserélni, vagy a tengelytávolság kicsi, ez esetben a fogaskerékház perselyét kell kicserélni (74. c ábra).
- Az egész koszorú kerületén a foghézag túl nagy. Ennek okai és kiküszöbölési lehetőségei azonosak az előző bekezdésben leírtakkal (74. b ábra).
- A foghézagok nem egyformák. Ilyen esetben először a két fogaskereket egymáshoz képest elforgatják, hogy más fogak találkozzanak. Ilyen jelenség vagy az egyenetlen fogvastagságnak, vagy az osztókör ütésének következménye.
- A fogaskerek homloklapfelülete üt. Ezt könnyen meg lehet állapítani, ha beszerelés után a homloklapfelületet akár szemmel, akár indikátorórával ellenőrizzük. Az ilyen hibának következménye lehet, hogy a fogak nem teljes szélességükben érintkeznek egymással, az érintkező felületek így túl vannak terhelve, ez gyorsabb kopást, esetleg fogtörést okoz. Ugyanez a jelenség fordulhat elő akkor, ha a tengelyek nem teljesen párhuzamosak.

Az összeszerelt fogaskerek akadálytalan gördülését leggyakrabban kézi tapintással mérik.

A réseket vagy hézagmérővel vagy – nagyobb modulú fogaskerek esetén – úgy mérik, hogy a fogak közé a fogak hosszában 3-4 szál ólomhuzalt helyeznek, majd a fogaskerek átforgatása után az összepréselt huzalok vastagságát mikrométerrel megméri.

Megfelelően szabályozott fogaskerék zajmentesen működik.

A fogak kapcsolódását ún. festékes módszerrel is lehet ellenőrizni. Az egyik fogaskereket vékonyan és egyenletesen festékekkel kenik be, majd a helyére



szerelve körülforгатják. A kapcsolódó fogaskerek fogain festéknyomok mutatkoznak.

Helyes kapcsolódás esetén a kapcsolódó fogak magasságának legalább 60%-a festékes.

## 5.12. GÖRDÜLŐCSAPÁGYAK SZERELÉSE

**A gördülőcsapágь** belső gyűrűje a tengelyhez, külső gyűrűje a csapágytesthez szilárd illesztéssel csatlakozik, rendszerint külön rögzítő- vagy kötőelem nélkül [6].

A gördülőcsapágьak szerelésekor a túrések, illetve a túlfedés mértékének helyes megállapítása igen fontos, mert ellenkező esetben előfordulhat, hogy a golyók vagy a görgők beszorulnak.

Mindkét gyűrű hézaggal történő illesztése sem engedhető meg, mert így az előírt központosítás sok esetben nem biztosítható.

A gyakorlatban a forgóperselyt túlfedéssel, az állóperselyt pedig kis hézaggal illesztik. Ezáltal az állópersely elforoghat, ami egyenletesebb kopást biztosít.

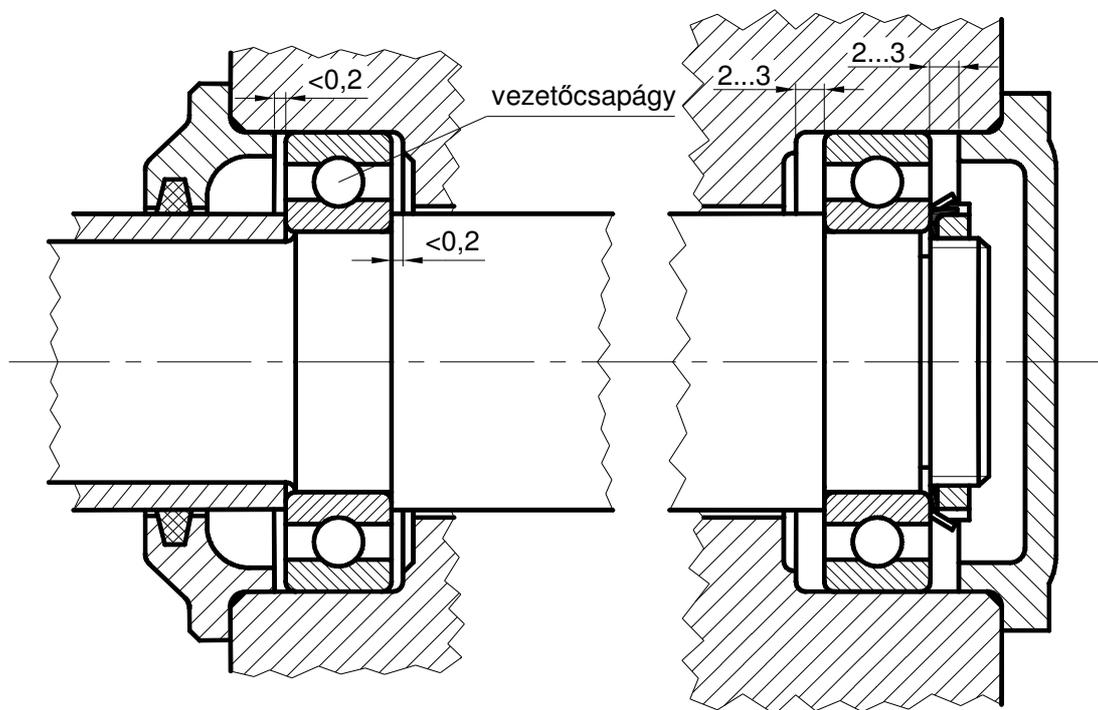
A beépítés kialakításánál szem előtt kell tartani, hogy a szerkezet minél könnyebb tömegű legyen, szerszámgépeknél a nagyfokú futáspontosság, motoroknál a zajmentes járás stb.

### 5.12.1. Radiális gördülőcsapágьak beépítése

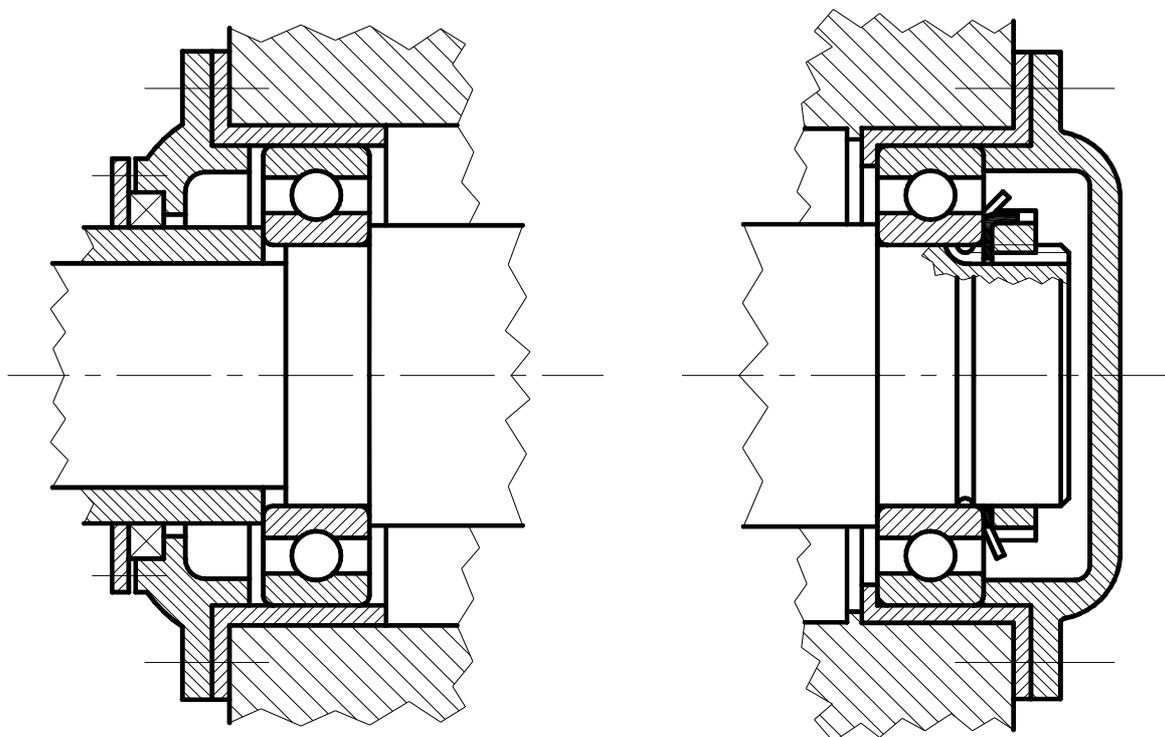
A tengelyek ágyazásakor csak az egyik csapágyat szabad befogni az axiális erő felvétele céljából (75. és 76. ábra).

A többi csapágnál már nagyobb helyet kell biztosítani oldalirányban, hogy a tengely hosszváltozása esetén a külső gyűrű oldalirányban elmozdulhasson és káros befeszülés ne történhessen. Az előző csapágyat vezetőcsapágnak nevezzük (75. ábra) [6].

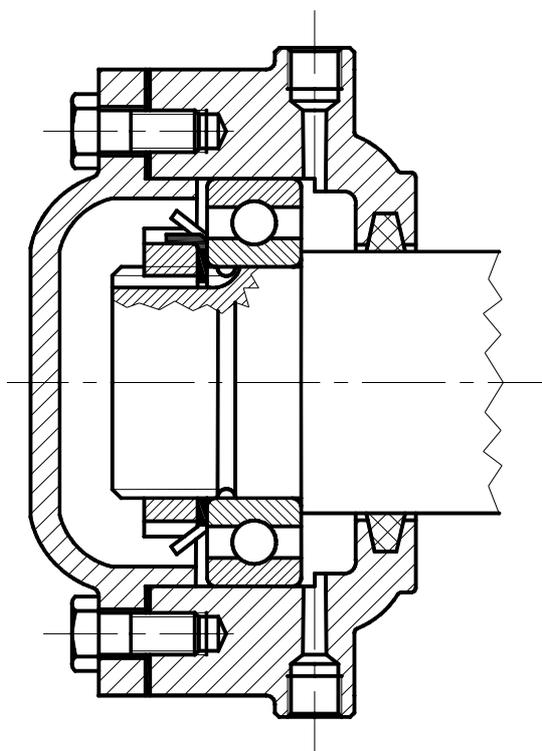
Az 76. ábrán látszik, hogy a tengelyirányú elmozdulás ellen a külső gyűrű biztosít a vezető csapágnál, míg a belső gyűrűk hosszirányban egyaránt rögzítettek. Kitűnik a két csapágy belső gyűrűjének megfogási különbsége. A jobb oldali csapágy belső gyűrűjének rögzítése a legáltalánosabb megoldások egyike. A biztosítás hornyos csapágyanyával és fogazott biztosító lemezzel történik (76. ábra) [6].



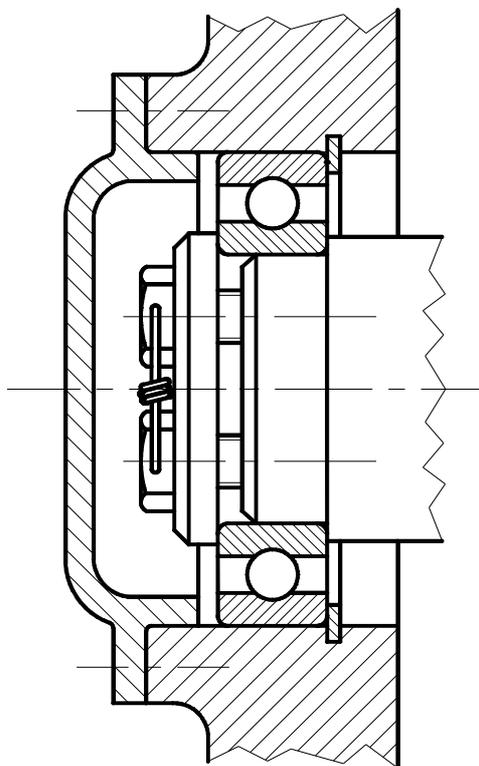
75. ábra: Az olajkenéshez használatos tömítések [6]



76. ábra: Gyűrűs csapágyak beszerelése váll nélküli furatba [6]

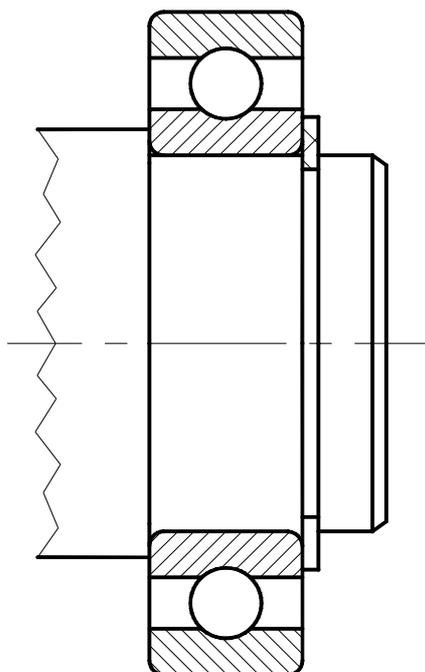


77. ábra: Csapágyrögzítés hornyos anyával és fogazott biztosító lemezzel [6]



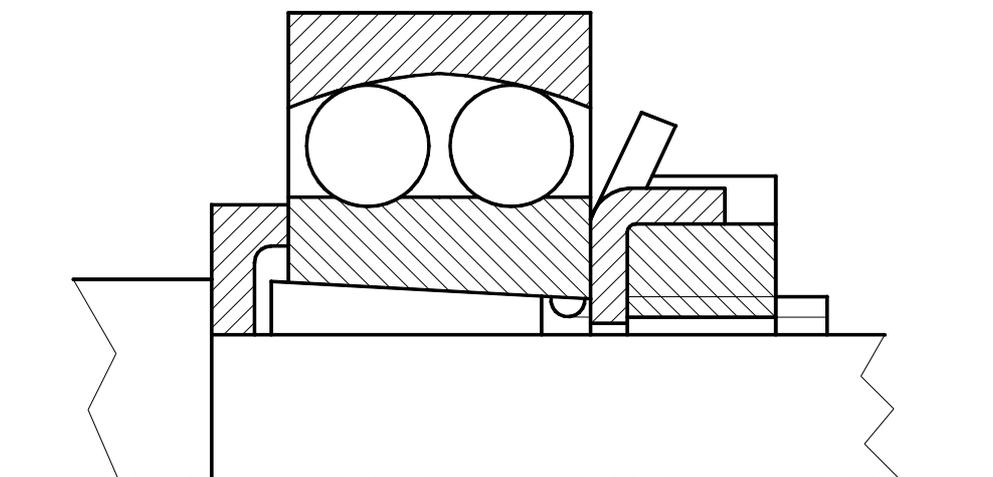
78. ábra: Belső gyűrű rögzítése alátét tárcsával [6]

Kisebb tengelyirányú erők esetén (pl. hengergörgős csapágyaknál) a gyűrű olcsóbb beszorítását a tengely hornyába illeszthető, ún. Seeger-gyűrűvel (rugalmas acélból készített osztott rugó) oldjuk meg (79. ábra).



79. ábra: Seeger gyűrűs biztosítás

Átmenő tengelyeknél gyakran használatos a szorítóhüvelyes csapágy. Ha szorító hüvelyes csapágyazást alkalmazunk, de vállas tengelyen, akkor az 80. ábra szerint támasztógyűrűt is kell alkalmazni.



80. ábra: Támasztógyűrű szorítóhüvelyes csapágyazásnál [6]



## 6. AZ AUTOMATIZÁLÁS HELYE ÉS SZEREPE A GYÁRTÁSBAN

Az emberiség fejlődésével együtt járt a technikai eszközök, elsősorban a szerszámok (dárda, horog, faeke, emelő, kétkerekű kocsi, csiga, stb.) fejlődése is. A szerszámok segítségével az emberi erőlkifejtés hatékonyságát lehet javítani külső energiaforrások felhasználása nélkül. A technikai fejlődésével az emberi munka folyamatosan csökken, ami a gépek megjelenésének köszönhető, ez az emberi munkavégző képességet a többszörösére növeli. A hagyományos gyártásban az emberek személyesen hajtják végre a fizikai és szellemi tevékenységek sorát.

A szakirodalom a gépesítésnek három szintjét különbözteti meg:

- részleges gépesítés,
- teljes gépesítés,
- automatizálás.

Az automatizálás célja: Az emberi munka kiváltása és helyette gépek, készülékek használata a termelési folyamat minél több részében. Az automatizálás kezdeti időszakában a gépeket ütközőkkel, programszerszámokkal szerelték fel a megmunkálási és a mérési feladatok megoldására. Az anyagmozgatást kocsik, görgős sorok, konvektorok stb. segítették. Az így kialakított gyártósorok egyféle termékekre voltak beállítva, átállításuk nehézkes volt, ezeket a merev automatizálás fogalomköre foglalja össze.

Az automatizálás legfontosabb feltételei:

- megfelelő gépesítés;
- magas színvonalú technológia;
- nagy termékmennyiség előállítása (sorozat-, tömeggyártás) ;
- a technológiai folyamatok paramétereinek, összefüggéseinek kellő ismerete;
- megfelelő műszerezettség;
- biztonságos üzemmenet;
- megbízható automatika elemek;
- jól felkészült szakemberek.



Az elektronikai eszközök fejlődése egyre több téren tette lehetővé a rugalmasan átprogramozható automatizálási eszközök kialakítását és bevezetését. Ahhoz, hogy ezek az eszközök egymással jól tudjanak együttműködni, minden területen meg kell oldani a kompatibilitást, azaz a csatlakozó felületek egymáshoz kapcsolódásának feltételeit, úgy a mechanikai, mint villamos, elektronikus és informatikai szempontból egyaránt. A rugalmas automatizálással az autonóm gépeket rendszerbe lehet integrálni.



## 7. SZERELÉS GÉPESÍTÉSE ÉS AUTOMATIZÁLÁSA

A szerelési tevékenység automatizálásához hosszú út vezet, melyet befolyásoltak a Világ gazdasági környezet változásai, a termékek szerkezeti fejlődése valamint a technikai fejlődése. A termelésben a szerelés folyamatos fejlesztését is megkövetelik a növekvő minőségi és a gazdasági, piaci követelmények. A szerelés egy olyan tevékenység, melynek során az alkatrészek és részegységek között az előírt követelményeknek megfelelően kell kapcsolatot létrehozni úgy, hogy a végeredmény kifogástalanul működő termék legyen. A végrehajtás különböző eszközök és gépek felhasználásával, különböző tömegszerúséggel, különböző szervezeti formában történhet.

A szerelési folyamatok a következők lehetnek:

- kapcsolatlétesítési,
- kezelési,
- ellenőrzési,
- megmunkálási,
- nem szerelési jellegű műveletek.

Minden esetben a dolgozó ember a főszereplő, aki közvetlenül vagy közvetve biztosítja és irányítja a szerelési folyamat eredményes végrehajtását.

A szerelés fejlődése során a dolgozók először segédeszközöket (kéziszerszám), később kisépeket használtak, majd a gépesítés fejlődésével az asztali kötéslétesítő gépekhez kifejlesztettek alkatrész adagolókat is. Bizonyos adagolási feladatok automatizálásával lehetővé vált a félautomata megoldások alkalmazása. Az automatizálás legfelsőbb foka az adott művelet vagy műveletcsoport teljesen automatikus végrehajtása. Ezzel a dolgozó feladata maradt a vezérlés és a folyamat felügyelete.

Az utóbbi évtizedekben a szerelés néhány területén kizárólag automatikusan lehetséges a műveletek elvégzése. Az elektronikában a mikro-szerelés, a szub-mikronos technológia vagy a nano-struktúrák szerelése egyaránt megtalálható, amelyek automatizált szerelés nélkül nem igazán képzelhetők el. Az utóbbi évek újdonsága, hogy a legtöbb kötési művelet elvégzése során teljes körű felügyeletet alkalmaznak a minőségi követelmények biztosítására és a hibák azonnali felismerésére.

### 7.1. MIÉRT SZÜKSÉGES A SZERELÉS AUTOMATIZÁLÁS?

A járműiparban a kézi, gépi és teljesen automatizált részegység-szerelés vegyes alkalmazásait lehet megfigyelni világszerte. Ma a Világot alapvetően a gyártmányok rövidülő élettartama (szándékos), kisebb darabszámok, és a termékek féleségének nagy száma jellemzi. A járműiparban a gyors modellváltások, modellváltozatok sokfélesége valamint a gyártóhelyek



szétszórtsága vezetett a termelőrendszerek szabványosításához. Ezt a folyamatot a szerelésben is felerősítette az autógyártók fúziója, a „global player” szerep. A globális gondolkodásmódhoz kell alkalmazkodni a konstrukciós, gyártási és szerelési fejlesztéseknek is. A minőségi követelmények is szükségessé teszik a gazdasági kérdések figyelembevételével a témakör mélyebb ismeretét. A gazdaságosság szempontjából nagyon fontos a megtérülés pontos megtervezése, mert az automatizálás magas beruházási költséggel jár, viszont nagyon komoly gazdasági előnyt hozhat az alkalmazás során.

Kiemelt fontosságú cél a hibák előfordulási kockázatának csökkentése. Tehát összességében a szerelési műveletek, folyamatok automatizálása indokolt!

## 7.2. A SZERELÉSAUTOMATIZÁLÁS ELŐFELTÉTELEI

Mint ahogy már eddig is kitűnt, a szerelésautomatizálásnak a legfontosabb mozgató ereje, hogy a tömegtermelés során a lehető legjobb minőségben és mennyiségben készüljenek el a kívánt termékek. Az automatizálás bevezetéséhez nagyon sok feltételt kell figyelembe venni, amelyek a következők:

### A) Gazdaságossági szempontok:

- kellően nagy darabszám,
- munkaerőhiány,
- a gyártmány konstrukciójának stabilitása, hosszú termékélettartam, idő,
- a beépítésre kerülő alkatrészek, egységek méretpontossága és megfelelő minősége.

### B) Automatizálásra alkalmas szerkezeti szempontok:

- bonthatóak legyenek a szerelési egységek,
- szerelendő alkatrészek automatikus rendezési lehetősége (alak, tájolás, méret, súly, szimmetria, központosítás) alapján.

### C) Gyártási tapasztalatok:

- adatgyűjtés,
- műveletek bonthatósága egyszerű mozdulatokra,
- alkalmas műveleti sorrend a szerelhetőség szempontjából,
- ellenőrzések beiktatása a selejtképződési helyekhez.

### D) Szerelőgép tervezési és gyártási szempontok:

- teljes részletességgel kidolgozott technológia,
- egyedi tervezés és gyártás,
- tervezésben és a gyártásban széles körű együttműködés,
- rövidnek kell lenni a tervezés és gyártás átfutási idejének,
- gyors szerszámcsere (automata) átállíthatóságának lehetősége.



E) Üzemeltetési és karbantartási szempontok:

- jól képzett kezelő és karbantartó személyzet,
- tartalék alkatrész zavartalan ellátás,
- minimális kiesési idő.

F) Beruházási keret

G) Jól megszervezett alkatrészellátás:

- anyag áramlás,
- raktározás.

H) Szerelő berendezés gazdaságossági szempontok:

A gazdaságosság megítélésakor elemezni kell a berendezés teljes gyártási és üzemeltetési (befektetési, megtérülési, nyereségi) időszakát.

A felsorolt feltételekből kitűnik, hogy a szerelésautomatizálás során figyelembe kell venni gépészeti, elektromos, beruházási, gazdaságossági és üzemeltetési szempontokat úgy, hogy helyes alternatívákat kell kiválasztani a típusmegoldások a modulegységek széleskörű alkalmazása mellett.

### **7.3. GYAKORLATI SZEMPONTOK A SZERELÉS-AUTOMATIZÁLÁSBAN**

Már a termékek tervezésekor előre figyelembe kell venni a gazdaságossági szempontokat a gyártás és szerelés műszaki megoldásai során. Az automatikus gyártás csak a következő szempontok figyelembevételével lehet sikeres:

- gazdaságos darabszám,
- minimalizált összetevő alkatrész szám,
- kedvező bonyolultság, jól tagolható felépítés,
- kevés szerelési irány,
- jó hozzáférhetőség,
- a gyártmány összetevő alkatrészeinek kezeléshelyes kialakítása,
- minimális kötések és kötéstípusok alkalmazása,
- automatikus gyártási ismeretek,
- hibaelhárítási és karbantartási felügyelet.

A szerelésautomatizálás sokkal összetettebb folyamat, mint a gyártás automatizálás, ezért az automatizálás területei a gyakorlat alapján másképpen határozhatóak meg:

- műveletek (pl. kötéslétesítő, ellenőrző) gépesítése, automatizálása a műveleti sorrendben,
- alkatrész adagolási feladatok automatizálása az egyes műveletekhez,
- bázisalkatrész kezelése a munkahelyeken és munkahelyek között,

- a teljes tevékenység végzése adott munkahelyen,
- a szerelőrendszer teljes automatizálása.

A szerelőrendszereknél a fejlettségi szint függvényében négy típust lehet megkülönböztetni:

- Csoport szerelés,
- Hagyományos szerelősor,
- Félautomata szerelősor,
- Automata szerelőrendszer.

A korszerű integrált, automata termelési rendszerekben a felügyelet, a hibaelhárítás, a logisztika is informatikai kapcsolatban van a teljes termék előállítási folyamatban.

A szerelő rendszerek fő rendszerlemei lehetnek:

- kézi szerelőmunkahelyek (81. ábra),
- szerelőgépek (81. ábra),
- robotizált szerelő cellák (82. ábra).



81. ábra: Kézi-, automata-, szerelőcellák [9]



82. ábra: Robotizált szerelőcella [10]

Egy szerelőgép állhat például szerelési műveletet, kezeléstechnikai feladatokat (rendező-, adagoló-, továbbító-, funkció) vagy ellenőrzést végrehajtó egységekből. Lehetnek gyártó (pl. kivágó hajlító stb.) műveletvégző egységek is. Ezeket az egységeket funkcionális elemeknek nevezzük. A funkcionális elemeknek az egyik legfontosabb része a munkadarabbal kapcsolódó eleme, hiszen ezek valósítják meg a konkrét munkafolyamatot.

A szerelésautomatizálásnál inkább egyedi vezérlési megoldásokat alkalmaznak. Jellemzőik a moduláris felépítés és a nagy komplexitás, amely különböző rész-vezérlésekből áll.

Összefoglalva:

A szerelésautomatizálásban a szenzorok szerepe meghatározó, a szenzor jeleket, például a robot vezérlése, a következő szinteken dolgozza fel:

- folyamatvezérlés és rendszerfelügyelet;
- feladat, és mozgásvezérlés;
- „primitív” szint, azaz elemi feladat szint.

## 7.4. SZERELŐ AUTOMATÁK

Az automata szerelőgép az automatizált szerelés végrehajtó eszköze.

- Automata: az a szerszámgép, amely egy munkadarab elkészítésének teljes folyamata alatt a fő-, mellék- és segédmozgásokat önműködően végzi el.



- Félautomata: önműködő folyamattal dolgozik ugyan, de az egyes munkaciklusok megismétléséhez emberi beavatkozásra van szükség (pl. munkadarabcserére).
- Szerelőgép: gyakorlatban nem a teljes feladatot megoldó, csak a jellegzetes műveletek, műveletsorozatok automatizálását végzi és a folyamatos szerelősorba illesztik. Ezek egyedi eljárással előállított célgépnek tekinthető melyek költsége nagyon magas.

Az automatizált szerelőgépek csoportosítása:

1. A munkadarabtartó továbbításának módja alapján:

- egyenes-,
- körasztalos-,
- több körpályás-,
- konvejos továbbítási rendszerek.

2. A szerelendő egységek és a szerelő szerszámok relatív mozgása alapján:

- álló-,
- mozgó szerszámhelyes szerelőgépek.

3. A vezérlő berendezések jellege alapján:

- mechanikus;
- pneumatikus;
- elektropneumatikus;
- elektrohidraulikus;
- elektronikus;
- kombinált vezérlések.

4. A vezérlési rendszerek alapján:

- merev programú
  - teljesen mechanikus: hiba esetén program megszakításával az emberi beavatkozással zavar kijavításával újraindítható a gép.
  - két utas: művelet végrehajtó egységek párhuzamosan vannak megépítve, átváltók segítségével a hibás oldal javítható.
  - hibrid rendszerű: a mechanikus végrehajtó szervek egy része elektromos és/vagy pneumatikus egységekkel van helyettesítve.
- rugalmas programú
  - off-line üzemmódú: számítógép és szerelőautomata között nincs közvetlen kapcsolat.
  - on-line üzemmódú: számítógép és szerelőautomata közötti közvetlen kapcsolat eredményeként a programot a számítógép menetközbe is módosíthatja.



A szerelési folyamat automatizálása során alkalmazott különböző vezérlések komplexitása függ: az állomások vagy berendezések számától, az egyedi állomások összekapcsolási módjától, az automatizálási foktól, a rugalmasságtól, a kezelési és kapcsolatlétesítési feladatok összetettségétől, a szükséges szenzoros folyamat ellenőrzéstől.

## 7.5. HATÉKONYSÁG NÖVELÉSE SZERELÉS AUTOMATIZÁLÁSSAL

Az automatizálás során nagyon sokféle módon lehet a hatékonyságot növelni úgy, hogy a humán erőforrások is mentesülnek a nehéz, veszélyes, monoton, ütemezett munka alól. Az automatizálással a minőség biztosítása mellett a minőségi hiba költséget is mérsékelni lehet, valamint az átfutási teljesítményeket fokozni, az ütemidő csökkentése és a termelékenység növelése mellett. Sokszor járulékos eredmény az is, hogy a személyi költségek csökkennek, mivel kevesebb az emberi erőforrás igény.

A következő területeken elérhető el hatékonyság növelés:

A. Előkészületi idő csökken:

- párhuzamos előkészületek a főidővel;
- szerszám tárolás automatikus;
- készülék tárolás és csere automatikus.

B. Mellékidő csökken:

- munkadarab csere automatikus;
- szerszám csere automatikus;
- alkatrészkezelés automatikus;
- automatikus mérő és ellenőrző funkciók.

C. Főidő csökken:

- optimális technológia, adaptív szabályozás.

D. Szállítás (raktározás) hatékonyságnövelése:

- szállítási funkciók automatizálása;
- szállítási folyamat csökkentése;
- eljárások integrálása.

E. Állásidők csökkentése:

- állomások összekötése, összehangolt működtetése.



## 7.6. AZ AUTOMATIZÁLÁSHOZ SZÜKSÉGES MŰSZAKI SZAKTERÜLETEK

Mint ahogy korábban a 7.4. fejezetben is bemutatásra került az automatizáláshoz igen sok műszaki ismeret kapcsolódik úgy, mint:

- mérés technika;
- vezérlés technika;
- szabályozás technika;
- hajtás technika;
- informatika.

Minden egyes területhez komoly szakmai háttér szükséges. Komplex rendszerben való gondolkozáshoz nem elég az elméleti ismereteknek a megszerzése, hanem igen sokrétű gyakorlati elemi ismeretekre is szükség van.

Az automatizált rendszerek teljes megvalósításához a következő területek mélyebb ismerete elengedhetetlen:

- érzékelők (szenzorok);
- beavatkozók aktuátorok (aktorok);
  - elektromos motorok (forgó (léptető, szervó, aszinkron), lineáris);
  - hidraulikus munkahengerek, hidraulikus motorok;
  - pneumatikus munkahengerek, pneumatikus motorok;
  - piezo aktuátorok.
- vezérlések, szabályozások elektronikus és informatikai eszközei.

Az automatizálni kívánt legkisebb feladat megvalósításhoz is meg kell határozni az automatizálás célját és a folyamat munkaciklusát. Tisztázni kell, hogy melyik folyamatra jellemző állapothatározók alapján kell a folyamatba beavatkozni, egy ciklus a feltételek teljesítés után kezdődjön újra.



## 8. PNEUMATIKUS RENDSZEREK AUTOMATIZÁLÁSA

A „pneuma” kifejezés a görögöktől ered, használták a lélegzetvételre, a szélre. A „pneuma” szóból származik a „pneumatika” fogalma, mint a légmozgások, légfolyamatok tana. A pneumatika bányászati, építőipari, az anyagtovábbítási, vasúti alkalmazása már az 1900-as években elindult, de világméretű ipari felhasználásáról az 1950-es évektől lehet beszélni. Napjainkban a nagymértékű automatizálás miatt a sűrített levegő egyetlen üzemből sem hiányozhat. A pneumatika segítségével olyan eszköz áll rendelkezésre, amely a munkáskéz pótlására a legközvetlenebbül alkalmas; mozgat, szállít, emel, gyorsan és biztonságosan. Nem kényes az üzemi, vagy külsőtéri viszonyokra, jól illeszkedik a munkahelyek körülményeihez. A villamos hajtások egyre nagyobb alkalmazása sem veszélyezteti 10-20 évig a pneumatikus elemeket a költségük és megbízhatósági jellemzőik miatt. Nyomásszint alkalmazása szerint a következőképpen lehet csoportosítani a pneumatikus rendszereket:

- kis nyomás (0,2 bar alatt): kizárólag irányítástechnikai feladatokra,
- normál nyomás (0,2–2 bar): irányítástechnikai-, mérési feladatokra,
- nagynyomású elemek (2–10 bar): ipari pneumatika, automatizálási feladatokra,
- extra nagy nyomású elemek (10 bar felett): nagy teljesítménysűrűség-igény esetén.

A nagyobb nyomás esetén esetleges sérülés alkalmával növekszik roncsolás mértéke is. A mozgó, súrlódó elemek tömítése is egyre nagyobb terhelésnek vannak kitéve extra nagy nyomáson. Ezért a nagynyomású (2-10 bar) rendszerek a legelterjedtebbek.

### 8.1. A PNEUMATIKUS RENDSZEREK ELŐNYEI

- A levegő a Földön gyakorlatilag mindenhol korlátlan mennyiségben áll rendelkezésre.
- A sűrített levegő nagy távolságra egyszerűen, csővezetéken könnyen szállítható. Elhasznált levegő visszavezetésére nincs szükség.
- A sűrített levegő tartályban tárolható és onnan elvezethető, illetve tartályokban szállítható, ezért kompresszornak nem kell állandóan üzemelnie.
- A sűrített levegő a hőmérséklet-változásokra érzéketlen, ezért biztonságos alkalmazni különleges hőmérsékleti viszonyok között is.
- Tűz-, és robbanás biztos, nincs szükség drága biztonsági berendezések alkalmazására.
- Tiszta, mivel tömítetlen vezetékeknél, elemeknél sem tud szennyeződés bekerülni a kiáramló levegő következtében.



- A munkavégző elemek felépítése egyszerű és ezért olcsó.
- Nagy fajlagos beépített tömegre viszonyított energiasűrűség valósítható meg. A pneumatikus motor teljesítmény/tömeg aránya kedvezőbb (kézi szerszámok) a villamos motorokénál.
- A sűrített levegő áramlási sebessége viszonylag magas, így jelentős munkasebességek elérését teszi lehetővé (akár 1-2 m/s-os dugattyú sebesség).
- A sebesség fokozatmentesen vezérelhető, ill. az erő kifejtés fokozatmentesen állítható.
- A sűrített levegővel működő készülékek a meghibásodás veszélye nélkül túlterhelhetők.
- A lineáris mozgások könnyen megvalósíthatók egyszerű és nagy megbízhatóságú elemekkel. Az irányváltás egyszerűen megoldható.
- A korszerű pneumatikus elemek életre, ciklusra megfelelő mennyiségű kenéssel vannak ellátva, azaz karbantartást nem igényelnek.

## 8.2. A PNEUMATIKUS RENDSZEREK HÁTRÁNYAI

- A sűrített levegő gondos előkészítést igényel. Az energiahordozó szennyeződést és nedvességet nem tartalmazhat.
- A sűrített levegő összenyomhatósága miatt nem lehetséges terhelésfüggetlen, egyenletes, ill. állandó dugattyúsebességet biztosítani.
- Csak egy meghatározott erő kifejtésig gazdaságos. Normál üzemi nyomás (700 kPa, 7 bar) esetén a lökettől és a dugattyúsebességtől függően a határterhelés 20.000–30.000 N.
- A kipufogó levegő zajos. A hangtompítási megoldások ezt a problémát kezelhető szinten tartják. A kipufogott levegő energiája elvesz. Részlettel és az azt követő expandálással ezt az energiaveszteséget csökkenteni lehet.
- A sűrített levegő viszonylag drága energiahordozó. [7]

## 8.3. ELEKTROPNEUMATIKUS RENDSZEREK

Ritkák manapság a tisztán pneumatikus hálózatok, mivel a pneumatikus szabályozás rugalmatlan, költséges módosítani és anyagigényes. A szabályozó logika tisztán pneumatikus elemekből való felépítése helyigényes és költséges feladat. Tisztán pneumatikus hálózatot csak igen speciális esetben, speciális igények esetén célszerű építeni és üzemeltetni, például a szikramentes, robbanásveszélyes környezet.

Az elektropneumatikus rendszerekben a munkavégző közeg ugyanúgy a levegő, ám a jelek érzékelése és a szabályozás elektronikus elven működik.



Az elektropneumatikus vezérlésnek az alábbi előnyei lehetnek a tisztán pneumatikus hálózatokkal szemben:

- Magasabb megbízhatóság, könnyebben megvalósítható redundancia, kevesebb mechanikus alkatrész.
- Alacsonyabb tervezési, beruházási és üzembe helyezési költség.
- Kisebb helyszükséglet.
- Gyorsabb működés, alacsonyabb működtetési költség.
- Könnyebb karbantarthatóság.
- Könnyebb átprogramozhatóság, skálázhatóság. [12]

9. táblázat: Pneumatikus és elektropneumatikus hálózatok összehasonlítása

Hálózat funkciói	Pneumatikus kör	Elektropneumatikus kör
Végrehajtás, aktuátorok	munkahengerek, légmotorok, forgatóművek	
Vezérlőjel	Útszelepek, jelerősítés céljából	Mágnesszelepek
Jelfeldolgozás, szabályozás	Útszelepek, logikai szelepek, időszelepek stb.	Relés, vagy PLC-s szabályozás
Érzékelés (jeladók)	(Pneumatikus) Nyomógombok, érzékelők, végállás kapcsolók	(Elektromos) Végállás kapcsolók, nyomógombok, közelítő kapcsolók

Az elektropneumatikus rendszerekben, mind a jelkiadásnál, mind az érzékelők esetében szükség van az elektromos és a pneumatikus jelek közötti átalakításra. Ezeket a funkciókat látják el az érzékelők (végállás-, jelenlét érzékelés, tápnyomás érzékelése, munkadarab felismerés).

#### 8.4. ELEKTROPNEUMATIKUS ÉRZÉKELÉS (JELADÓK)

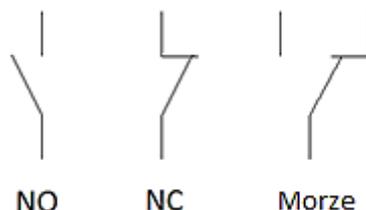
Jeladó elemek lehetnek érintéses jeladók (nyomógomb, kapcsoló, mechanikus működtetésű kapcsolók), vagy érintés nélküli jeladók (Reed kapcsoló, induktív-, kapacitív-, mágneses-, optikai érzékelők). Az általános működését tekintve lehetnek záró-, bontó- vagy váltó érzékelők (83. ábra). Feladatuk figyelni az irányítandó folyamatot, és a kapott információkat a jelfeldolgozó egységhez továbbítani.

Érzékelőket az elektropneumatikában főleg a következő helyeken használják:

- a dugattyúk véghelyzetének érzékeléséhez,
- munkadarabok jelenlétének ellenőrzéséhez,

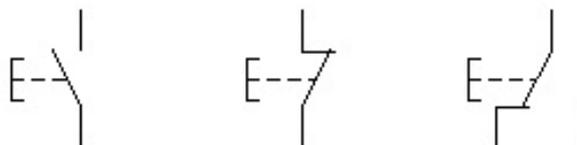


- táplevegő nyomásának ellenőrzésére és mérésére,
- munkadarabok válogatásához,
- veszélyes munkatér védelmére,
- ciklusidő csökkentésére.



83. ábra: Érintkezők általános jelölései: záró (NO), bontó (NC), váltó (Morze)

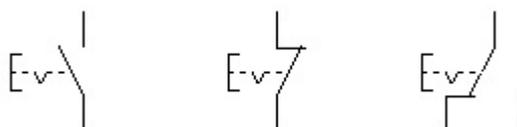
Nyomógombok a működtetés hatására egy meghatározott kapcsolási helyzetet vehetnek fel. Ez a kapcsolási helyzet addig marad, amíg a működtető erő meg nem szűnik. Tehát elengedés hatására a nyomógomb visszaáll a kiindulási helyzetébe.



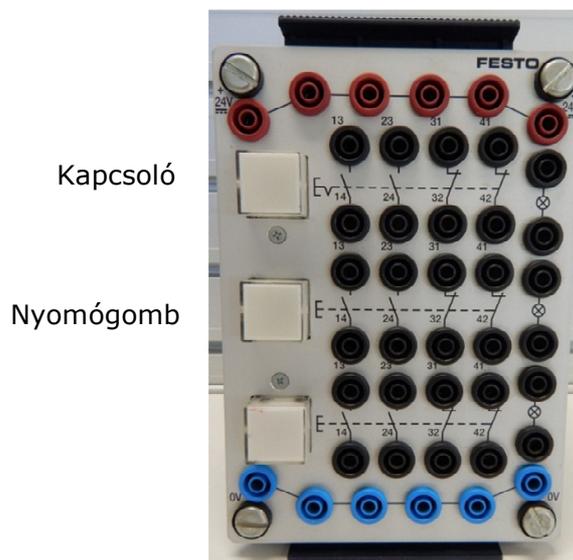
84. ábra: Záró (NO), bontó (NC) és váltó nyomógombok

A bemutatásra kerülő eszközök fotói ipari eszközök, amelyeket Festo Didactic rögzítési megoldásokkal vannak még pluszban ellátva. Ezzel a megoldással, sokkal könnyebb a szerelési feladatokat végrehajtani, nem szükséges az érzékelők-végrehajtók pozíció illesztését elvégezni. A gyakorló táblára történő rögzítés is sokkal gyorsabban megvalósítható.

Kapcsolók többféle kialakításúak lehetnek (pl. húzó, nyomó, többállású, kulcsos) amelyek működtetés hatására kapcsolási helyzetet váltanak. Az új kapcsolási helyzetben való tartáshoz nem kell folyamatosan működtetni. Rendszerint az állapot megtartását mechanikus reteszeléssel oldják meg. Csak a kapcsoló újra aktiválása után térnek vissza kiindulási helyzetébe.

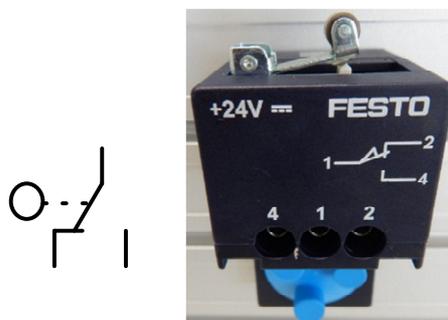


85. ábra: Záró (NO), bontó (NC) és váltó kapcsolók



86. ábra: Festo Didactic kapcsoló és nyomógomb doboza

Végállás kapcsolók mechanikai kontaktus alapján érzékelik a test jelenlétét. A végállás kapcsolók főleg görgős kialakításúak, rugós alapállapotba helyezéssel, és váltó kontaktust alkalmaznak.



87. ábra: Váltó kontaktusú görgős végállás kapcsoló és jelképi jelölése

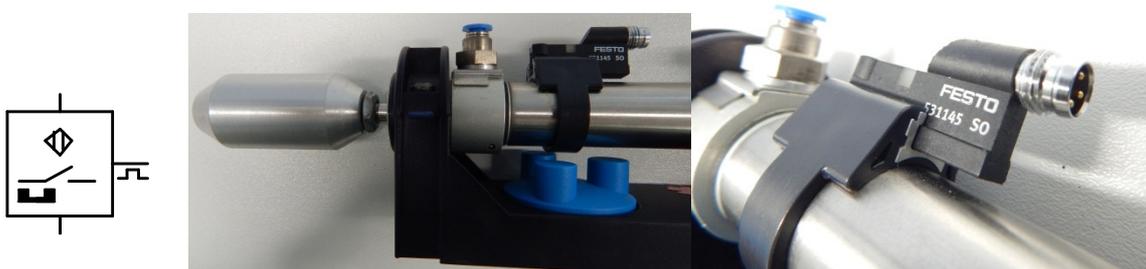
## 8.5. KÖZELÍTÉSKAPCSOLÓK

A közelítés kapcsolók érintésmentes kapcsolást biztosítanak, nem úgy, mint a mechanikus végállás kapcsolók. Az élettartamuk, és megbízhatóságuk magasabb, mint a görgős végállás kapcsolók. Az érzékelés során logikai (kétértékű, digitális) villamos jel jelenik meg. A közelítéskapcsolók lehetnek kontaktus jellegűek (nyitott vagy zárt) vagy tranzisztoros (0 V vagy tápfeszültség) jellegűek. A közelítéskapcsolók rendszerint 3 vezetékesek. A barna (BN) – tápfeszültség; kék (BU) – táp nulla és föld; fekete (BK) – a szenzor kimenő logikai jele.

A szenzorok működési elve alapján lehetnek a közelítéskapcsolók:

- mágneses elven működő;
- induktív elven működő;
- kapacitív elven működő;
- optikai elven működő.

### 8.5.1. Mágneses (Reed) közelítés kapcsoló



88. ábra: Mágneses (Reed) közelítés kapcsoló és jelképi jelölése

Reed-kapcsolók állandó vagy elektromágneses tér hatására kapcsolnak. Kettő ferromágneses érintkező nyelv helyezkedik el egy semleges (nitrogén) gázzal töltött üvegcsőben. A gáz védi az érintkező felületeket a korróziótól, a szennyeződéstől és a nedvességtől. A Reed-kapcsolók igen gyors kapcsolási sebességgel működnek (0,2 ms) és hosszú élettartamúak. Nem igényelnek szervizelést, de erős mágneses terű környezetben (ellenállás hegesztő gépek) nem szabad használni. Rendszerint a kapcsolási állapotot jelző LED-del látják el az érzékelőt.

### 8.5.2. Induktív közelítés kapcsoló

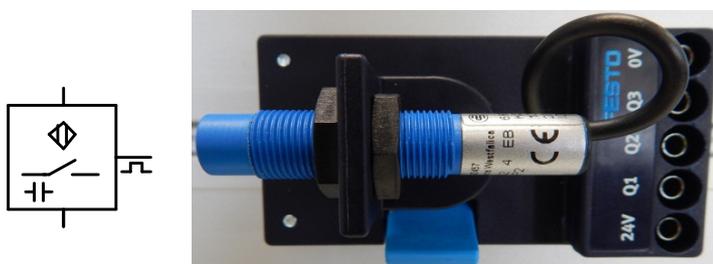


89. ábra: Induktív közelítés kapcsoló és jelképi jelölése

Az induktív közelítéskapcsolóban egy mágnesesen nyitott vasmagon helyezkedik el az LC rezgőkör tekercse. Az érzékelő egy oszcillátorból, egy küszöbáramkörből és egy erősítőből áll. Az LC rezgőkör (oszcillátor) egy nagy frekvenciával (100-1000 kHz) változó mágneses mezőt hoz létre, amely gömb

formájában kilép az érzékelő aktív felületénél. A változó rezgés amplitúdója lecsökken, ha a mágneses mezőbe egy fémtárgyat helyezünk. Ennek oka a fémtárgyban indukált örvényáramok által okozott energia-elnyelés az oszcillátortól. Ezzel az oszcillátor feszültsége leesik, és az ezt trigger áramkör érzékel, és a gyárilag beállított szintnél kapcsolja a kimenetet. Fémről készült tárgyak és grafit érzékelésére alkalmas.

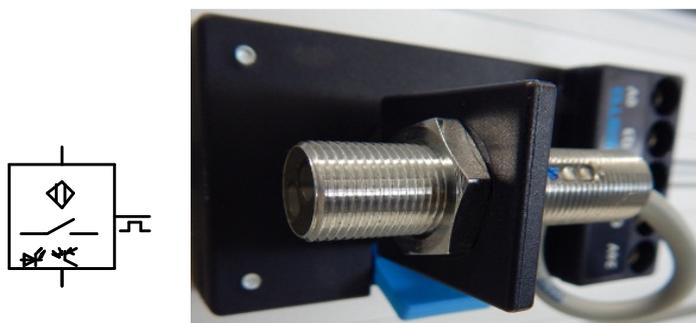
### 8.5.3. Kapacitív közelítés kapcsoló



90. ábra: Kapacitív közelítés kapcsoló és jelképi jelölése

A kapacitív közelítés kapcsoló egy kondenzátorból és egy villamos ellenállásból áll, melyek együttesen egy kondenzátor-ellenállás RC rezgőkört (oszcillátort) képeznek, valamint egy elektronikus kapcsolásból, amely kiértékeli a rezgést. Az RC kör akkor rezeg be, ha kapacitásváltozás bekövetkezik. Akár fém (magasan vezetőképes), akár elektromosan szigetelő anyag (műanyagok, üveg, kerámia, folyadékok és fa) kerül az aktív zónába, az kapacitásváltozást okoz. Érzékenysége állítható a szenzoron található apró potenciométer segítségével, azaz beépítés után hangolható. Így alkalmas kapacitásváltozás detektálására is, például tartályok falán keresztül a tartályban lévő folyékony vagy szemcsés anyag érzékelésére.

### 8.5.3. Optikai érzékelők



91. ábra: Tárgyreflexiós optikai érzékelő és jelképi jelölése

Az optikai közelítő kapcsolók fényforrásoként (adó) vörös (beállításánál az optikai tengelyek szabad szemmel felismerhető) vagy infravörös (nagyobb



fényerőre esetén, nagyobb távolság áthidalása) fényű LED-et használnak. Kisméretű, kis fogyasztású, erősek, hosszú élettartamúak és könnyen modulálhatóak. Vevő elemekként fotodiódákat vagy foto tranzistorokat alkalmaznak.

Három típusát különböztetik meg:

- egyutas optikai érzékelő (fény sorompó);
- reflexiós (tükörreflexiós) fénykapu;
- tárgyreflexiós fénykapu (szűken értelmezett optikai közelítéskapcsoló).

Tárgyreflexiós fénykapu esetén az adót és a vevőt egymás mellé helyezik el, egy készülékbe építik be. Amennyiben a fénynyaláb találkozik egy fényvisszaverő tárggyal, úgy az visszareflektálódik a vevőhöz, és az érzékelő kimenete kapcsol. Csak akkor használható, ha az érzékelendő munkadarab, illetve géprész magas fényvisszaverő képességgel rendelkezik (pl. fémes felület, világos festés).

Előnyei a tükörreflexiós fénykapuval szemben:

- adó és a vevő egy házban van, ezért a kábelezés egyszerűbb;
- nincs szükség tükrökre;
- a fényt szórtan visszaverő, tükröző és korlátozottan átlátszó tárgyak egyaránt detektálhatók, ha elegendő a visszavert fény erőssége;
- nemcsak oldalirányból érkező objektumokat jelez, hanem szemben is használható;
- beállítástól függően az objektum a háttértől elkülöníthető (háttérkioltás).

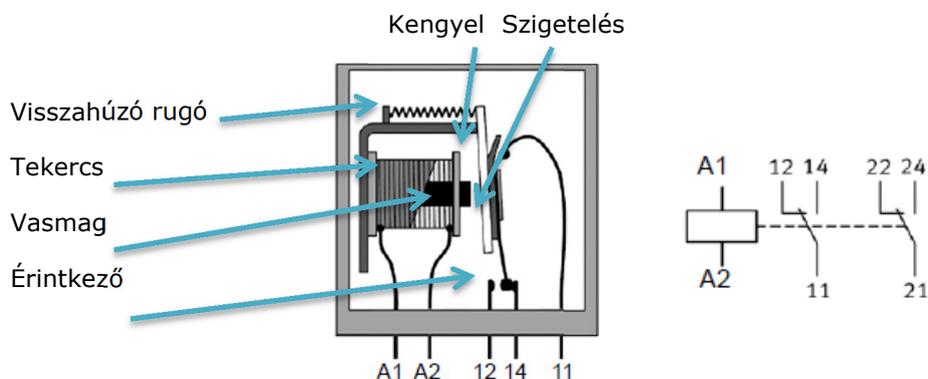
A tárgyreflexiós közelítéskapcsoló hátrányai:

- a visszavert fény iránya nem egzakt, a fénykapu pontosabb;
- kisebb az érzékelési tartomány;
- fényelnyelő (pl. fekete) objektumokat nem jelez.

Kiegészíthető optikai fénykábelrel, amelynek segítségével a következő problémák is megoldhatók:

- nehezen megközelíthető helyekre való beszerelés;
- nehezen hozzáférhető helyeken (furatban) való érzékelés;
- kisméretű munkadarabok érzékelése;
- mozgó elemekbe való beépíthetőség. [7]

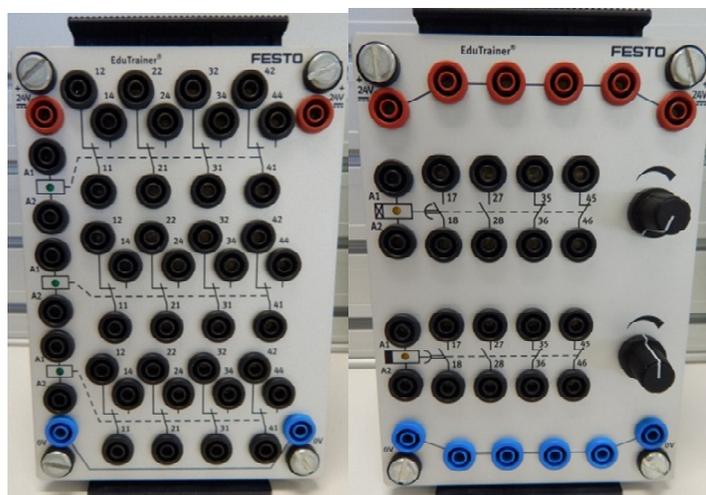
## 8.6. JELFOGÓK (RELÉK)



92. ábra: Relé belső felépítése és jelképi jelölése

A relé kis energiaráfordítás mellett, elektromágnesesen elven működtetett kapcsoló, amelyet elsősorban a jelfeldolgozás területén használnak. Működését tekintve, ha a tekercsen áram folyik keresztül, a keletkező mágneses tér hatására a tekercs vasmagja behúzza a kengyelt. A kengyel mechanikusan össze van építve a segédérintkezőkkel, amelyek így nyitnak vagy zárnak. Ez a kapcsolási állapot mindaddig megmarad, míg a feszültség meg nem szűnik. Megszűnésekor egy rugó visszaállítja a kengyelt az alaphelyzetbe. Több relétípus is ismert (pl.: időrelé, mágneskapcsoló), de működési elve mindegyiknek azonos. A relék használhatók például: jelsokszorosításra, öntartások megvalósítására, késleltetésre, vezérlő- és fő áramkörök szétválasztására.

Egy dobozon 3 darab relé található, darabonként 4 váltóérintkezővel. A váltóérintkezőknél az első szám az érintkező sorszáma, második szám záró vagy nyitó típust jelöli.



93. ábra: Relés és időrelés kapcsoló doboz

## 8.7. ELEKTROPNEUMATIKUS ALAPKAPCSOLÁSOK

Elektropneumatikus megoldások alapvetően kettő fő részből állnak, pneumatikus kapcsolási rajz, és villamos vezérlés rajza, azaz az áramúterv.

Áramúterv készítésénél a fő szempontok:

- jeladók működtetés nélküli állapotban ábrázolandók,
- vízszintes gyűjtősínek használata, fent 24 V, lent 0 V,
- függőleges elrendezés, gyűjtősínekre merőlegesen,
- áram folyása fentről lefelé irányban történjen,
- ne kereszteződjenek a vezetékek,
- elemek megfelelő számozása, betűzése.

### 8.7.1. Direkt és indirekt vezérlés

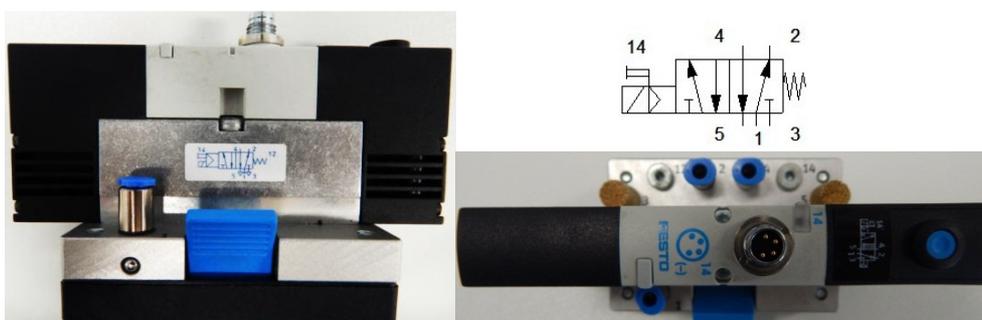
A direkt vezérlés megvalósítása során a jeladók jelei közvetlenül a végrehajtó elemre (pl.: mágnesszelep) kerülnek, míg az indirekt megoldásnál a jeladók jele egy relén keresztül jut el a végrehajtó elemhez.

Az egyszeres működtetésű pneumatikus henger vezérlése 3/2-es elektromos vezérlésű útváltó szeleppel történik, a kettős működtetésű hengeré pedig 5/2-es elektromos vezérlésű útváltó szeleppel.

A következő kapcsolásokban a monostabil (rugó visszatérítésű) és a bistabil útváltó szelepek használata is be lesz mutatva. A kapcsolások bemutatásához a Festo FluidSIM Pneumatics v4.2-es szoftvere lett felhasználva.

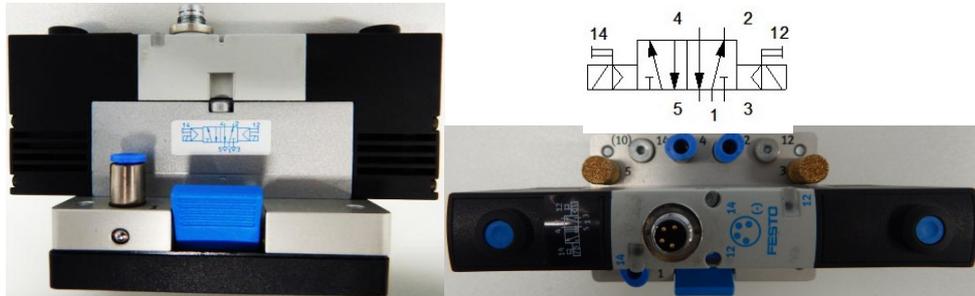
A kapcsolások elkészítésénél a következő típusú útváltó szelepeket fogjuk használni:

- 5/2 -es elektromos vezérlésű, nyomógombos, elővezérelt, monostabil pneumatikus útváltó szelep



94. ábra: 5/2-es monostabil, pneumatikus útváltó szelep és szimbolikus jelölése

- 5/2 -es elektromos vezérlű, nyomógombos, elővezérelt, bistabil, pneumatikus útváltó szelep



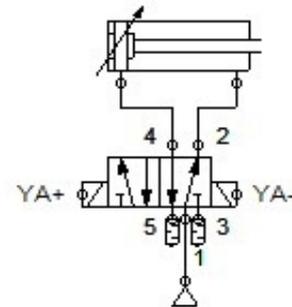
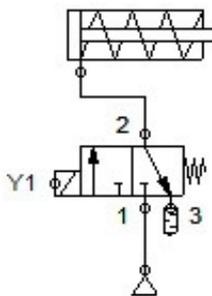
95. ábra: 5/2-es bistabil, pneumatikus útváltó szelep és szimbolikus jelölése

Egyszeres működésű munkahenger vezérlése

Kettős működésű munkahenger vezérlése

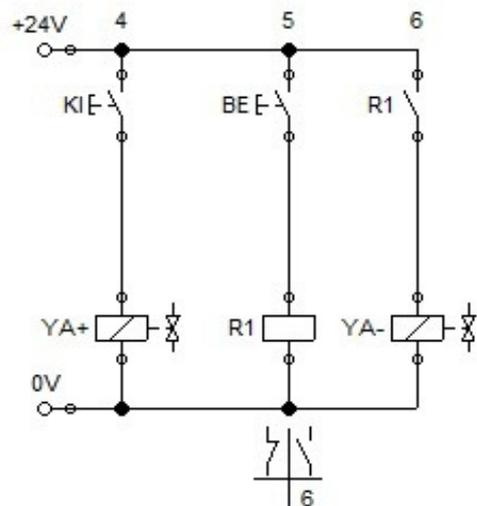
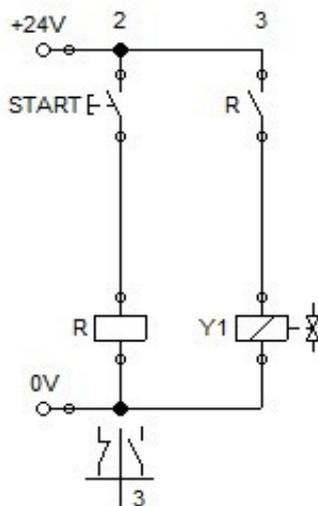
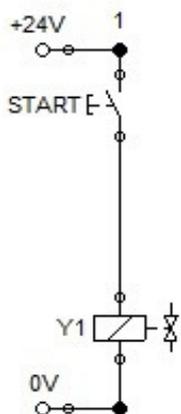
Pneumatikus kapcsolási rajz

Pneumatikus kapcsolási rajz



Áramúterv

Áramúterv



Direkt vezérlés

Indirekt vezérlés

Direkt vezérlés

Indirekt vezérlés

96. ábra: Egyszeres-, és kettősműködésű munkahengerek direkt és indirekt vezérlése



### 8.7.2. Egyszeres működtetésű munkahenger vezérlése

A 96. ábra bal oldalán bemutatott kapcsolások részletes leírása következik.

Direkt megoldás: a START nyomógomb működtetéskor zárja az áramkört, a szelep Y1 mágnestekercse meghúz, a szelep átvált, megjelenik a kimenetén a táplevegő és a dugattyú kimegy. A nyomógomb felengedésekor az áramkör megszakad, a mágnestekercs elenged, a szelep visszavált, a dugattyú visszatér kiindulási helyzetébe.

Indirekt megoldás: a START nyomógomb működtetéskor zárja az R relé áramkörét, a relé meghúz, záróérintkezője átvált, amin keresztül a szelep vezérlést kap. A relé alatt látható, hogy az áramkör melyik számozott oszlopai, áramútvonalai tartalmazzák a relé nyitó- vagy záróérintkezőit. A monostabil útváltó szelep használatából adódik, hogy a munkahenger addig megy ki, illetve van külső véghelyzetében, amíg a nyomógomb nyomva van.

### 8.7.3. Kettős működtetésű munkahenger vezérlése

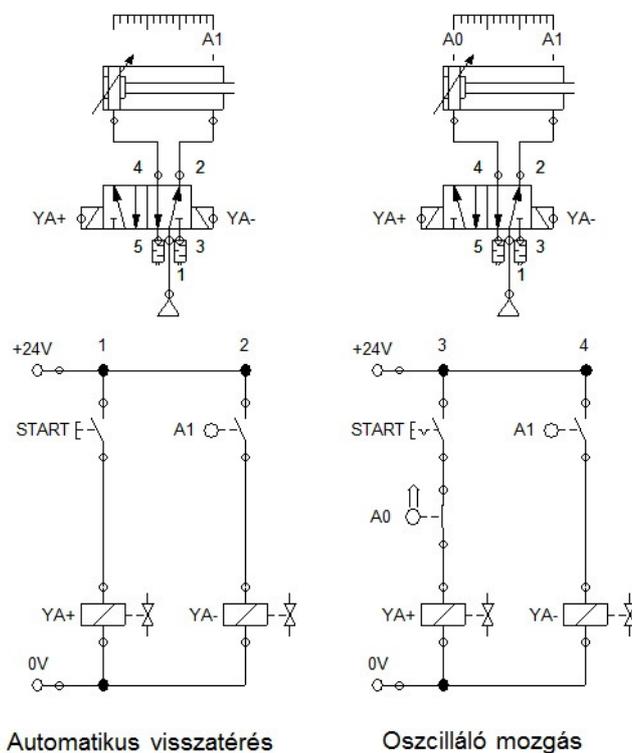
A 96. ábra jobb oldalán bemutatott kapcsolások részletes leírása következik.

A KI nyomógomb rövid idejű működtetésekor a kapcsolatban a direkt vezérlés megvalósítása látható, az YA+ mágnestekercs közvetlenül kap áramot, behúz, ekkor a szelep átvált, a munkahenger pozitív irányú mozgást végez. Ha a nyomógombot a mozgás közben felengedjük, akkor is befejeződik a mozgás, mivel a szelep megtartja a kapcsolási állapotát. Mindaddig a véghelyzetében marad a dugattyú, amíg a BE nyomógombbal visszaindító jelet nem kap. Ekkor indirekt vezérlést alkalmazva kerül a jel az R1 relé záró segédérintkezőjén át az YA- tekercsre. A szelep átvált és a dugattyú visszatér a kiindulási helyzetébe.

A bistabil szelep használatakor a két tekercsre egyidejű működtetése esetén a korábban érkezett jel lesz a domináns.

### 8.7.4. Automatikus vezérlés

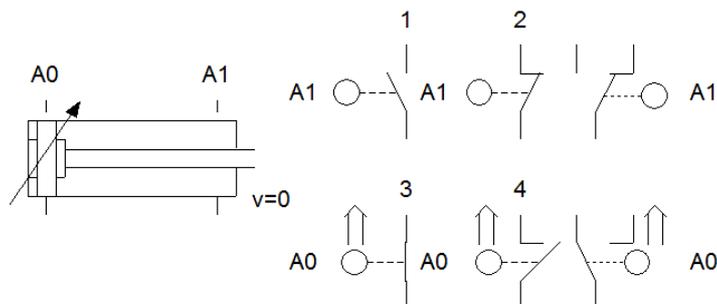
A 96. ábrán bemutatott példákban nyomógomb hatására végezte a mozgást a munkahenger. Az önműködő visszatérítés érdekében lehet használni különböző helyzetérzékelőket (pl.: görgős működtetésű végállás kapcsolót), amely jelez, ha a munkahenger elérte külső véghelyzetét (A1) (97. ábra).



97. ábra: Kettősműködésű munkahenger automatikus visszatérése

A 97. ábra bal oldalán látható, hogy a munkahenger a START jel kiadása után pozitív végállásba kerül, majd a végállás (A1) ennek elérése után automatikusan visszatér a végállás kapcsoló záróérintkezőjének jelére, amennyiben már nincs működtetve a START nyomógomb.

Az oszcilláló mozgás megvalósításához 97. ábra jobb oldalán felhasználásra került a dugattyú belső végállása is (A0). A mozgássorozat a START kapcsoló reteszeltése után indul, annak kioldására befejeződik. Az A0 végállás kapcsoló a dugattyú belső helyzetében automatikusan jelet ad, működtetve az YA+ tekercset, a visszavezérlést pedig az A1 végállás elérése biztosítja.



98. ábra: Végállás kapcsolók működtetett állapotainak szimbolikus jelölése, nyitott, zárt és váltó érintkezők esetén



Az áramútervek összeállítása során megfigyelhető, hogy a FluidSIM program a kapcsolásban az aktív végállás kapcsolók segédérintkezőit működtetett állapotban ábrázolja, amit az érintkező mellett felfelé mutató nyíllal jelöl (98. ábra).

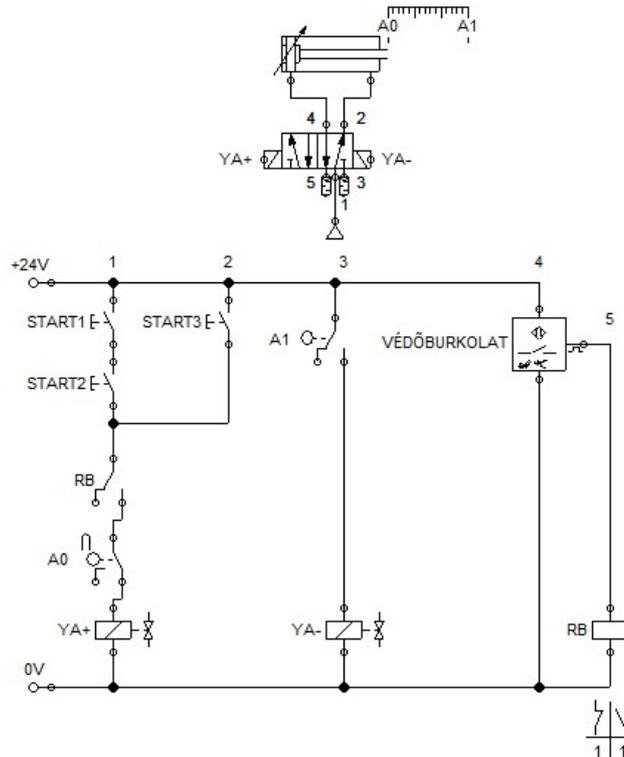
## **8.8. FŰRÉSZGÉP ELEKTROPNEUMATIKUS VEZÉRLÉSE – ÉS, VAGY LOGIKAI MŰVELETEK**

A megvalósítás során egy fűrészgépet modellezünk egy munkahengerrel. A fűrészgép csak a belső véghelyzetéből legyen indítható a következő feltételek egyikének teljesülése esetén: vagy a gép mellett található két nyomógomb egyidejű lenyomásával (kétkezes indítás, biztonságtechnikai célokat szolgál), VAGY a gép másik oldalán lévő nyomógommbal. Mind a kettő esetben csak akkor indulhat el a fűrészgép, ha a biztonsági burkolat le van hajtva. A véghelyzetet elérve automatikusan térjen vissza az alaphelyzetbe.

### *8.8.1. Fűrészgép feladat megtervezése*

Első lépésben a pneumatikus kapcsolási rajzot kell elkészíteni. Ebben az esetben egy kettős működésű munkahenger, és egy bistabil elektromos 5/2-es útváltó szelep kerül felhasználásra. Második lépésben az áramúterv megtervezése következik. A dugattyút kettő helyről lehet működtetni (START1, START3), valamelyik nyomógomb lenyomásakor a szelep mágnese gerjesztést kap. Ezt nevezzük VAGY kapcsolatnak, más néven párhuzamos működtetésnek. A gép másik oldalán a munkahenger csak kettő nyomógomb (START1, START2) egyidejű lenyomására indulhat, ez az ÉS kapcsolat, vagy soros működtetés.

Mindezekkel egyidejű feltétel a munkahenger belső véghelyzete (A0), illetve az, hogy a védőburkolat le legyen hajtva – ami egy optikai szenzorral lett vizsgálva (VÉDŐBURKOLAT). Ez a kapcsolásban sorba kötéssel, azaz ÉS kapcsolattal valósul meg, így történik a munkahenger pozitív irányba vezérlése (YA+).



99. ábra: Fűrészgép kapcsolási rajza

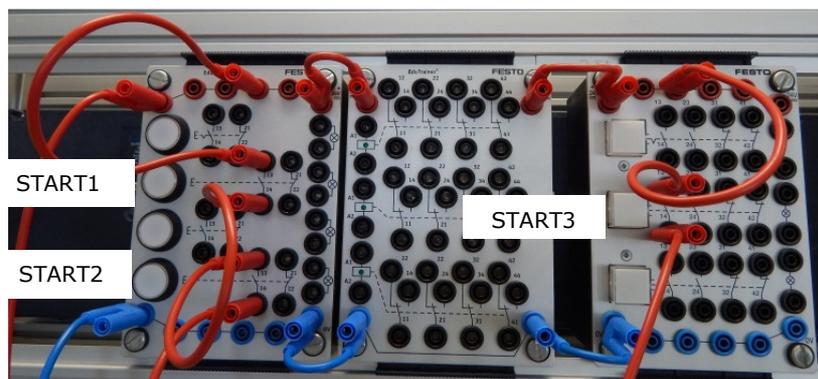
A szenzorok használatakor szükséges megadni +24 V (piros kábel), és 0 V (kék kábel) feszültségeket. A szenzorból távozó harmadik vezeték (fekete), a jelvezeték, itt akkor jelenik meg a magas feszültségszint, ha a szenzor érzékel (ez NO, záró kontaktus). Ezt a jelet relére kikötve (RB) a bontó- és záró segédérintkezők segítségével a kapcsolásban többször is fel lehet használni a szenzor jelét. Az automatikus visszatérést a külső, görgős végállás kapcsoló záró érintkezője (A1) oldja meg a bistabil szelep ellenkező irányba vezérlésével (YA-). A visszatérés csak akkor fog megvalósulni, ha az (YA+) tekercs nincs vezérelve az (YA-)-val egyidejűleg! Ebben a kapcsolásban az (YA+)-nak a feltétele a belső véghelyzetben állás, tehát ez előbb említett veszély optimális esetben nem fordulhat elő (99. ábra).

### 8.8.2. Fűrészgép kapcsolás megépítése

A jobb szemléltetés érdekében kettő darab nyomógombot tartalmazó oktatódoboz lett felhasználva (helyszínek elkülönítésre), egy relét tartalmazó doboz, kettő darab görgős, elektromechanikus végállás kapcsoló, egy tárgyreflexiós optikai szenzor, illetve egy 24 V-os tápegység.

1. lépés: a pneumatikus kapcsolás megépítése! Figyelni kell a megfelelő szelepek használatára, a végállás kapcsolók elhelyezésére!

2. lépés: az elektromos kapcsolás megvalósítása. A kezdeti lépésben az egyik relédoboznak kell tápfeszültséget adni, majd sorban összekapcsoljuk a többivel. Pirosat a pirosba (24 V), kéket a kékbe (0 V) minden egységen (100. ábra)!



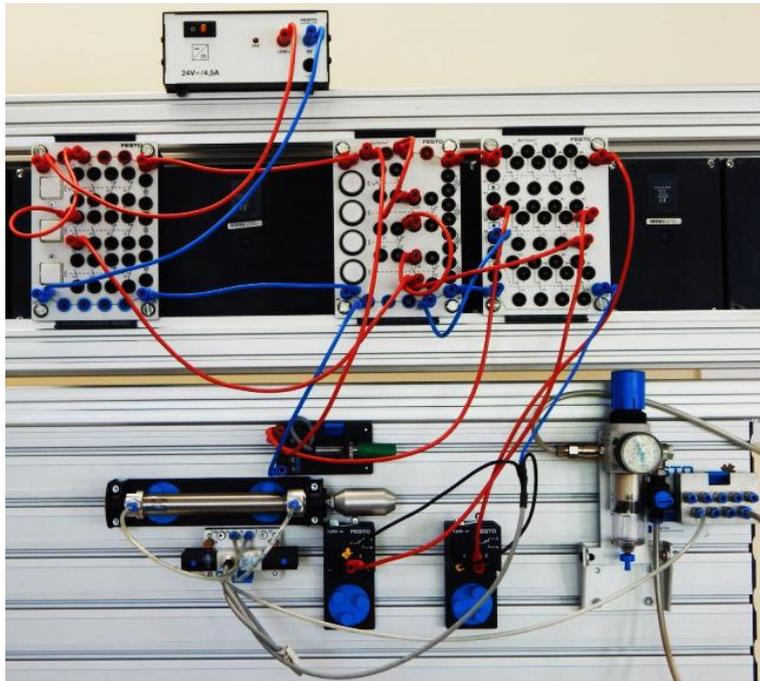
100. ábra: Nyomógombok bekötése

3. lépés: Az elektromos áramútervet oszlopról oszlopra követve kell a megfelelő kontaktusokat összekötni. A 99. ábrán látható minden oszlop (1,2,3,4) kezdőpontja a 24 V-ból indul. Az áramútervnek megfelelően a csatlakozó másik végét a soron következő elem csatlakozásával kell, végül az oszlop utolsó elemét kék kábellel a kék 0 V-ra kötni.

A védőburkolat egy optikai szenzorral tett kupakkal lett helyettesítve (101. ábra).



101. ábra: Védőburkolat helyettesítése



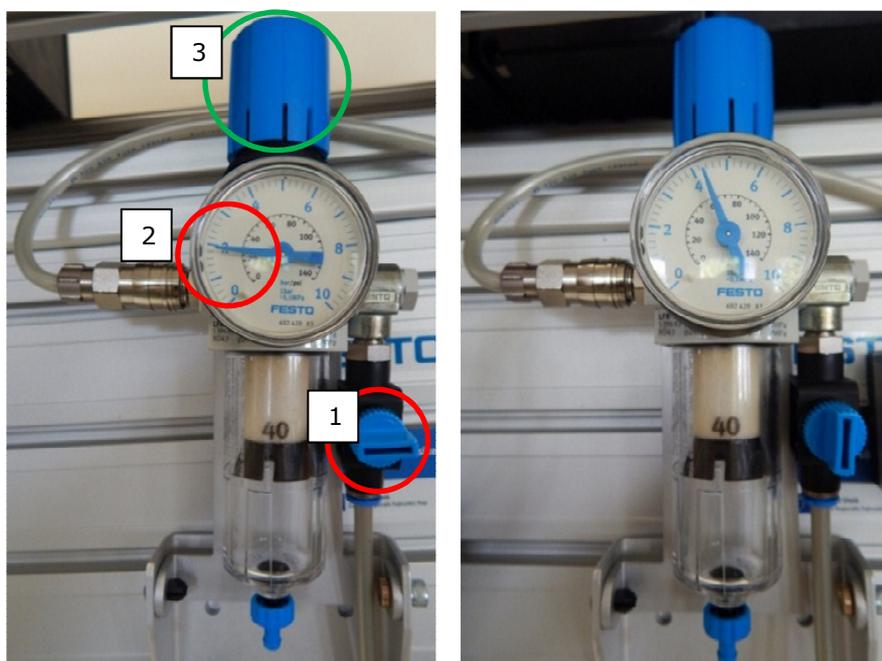
102. ábra: A Fűrészgép megépített kapcsolása

## 8.9. GYAKORI HIBA JELENSÉGEK

Az ebben a fejezetben összegyűjtött jellemző hibák minden egyes feladat megvalósítása során bekövetkezhetnek. Ezért a hibák kiküszöbölése csak úgy valósítható meg, ha az itt felsorolt hibalehetőségekre külön oda is van figyelve!

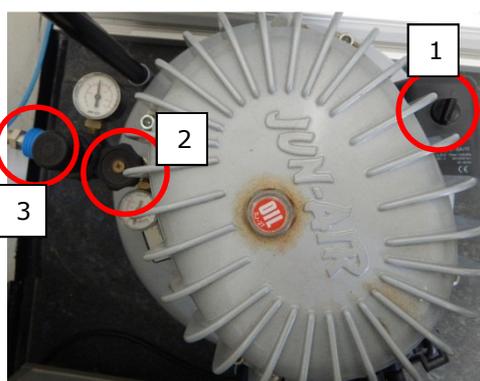
A feladat elvégzése során a hibák eredhetnek a pneumatikus vagy az elektromos részből is. Mivel pneumatikus elemekből kevesebbet használunk fel, illetve ezek a kapcsolások jobban átláthatóak érdemes lehet itt kezdeni a hibakeresést.

- Van-e nyomás a rendszerben (1)? Van-e elegendő nyomás (2)? A megfelelő munkanyomás 4-6 bar között van, ha a manométer ennél kevesebbet mutat, akkor a levegő előkészítő egység tetején található kék színű nyomásszabályozót (3) az óramutató járásával megegyező irányba kell tekerni, míg el nem éri a megfelelő nyomásértéket (103. ábra).



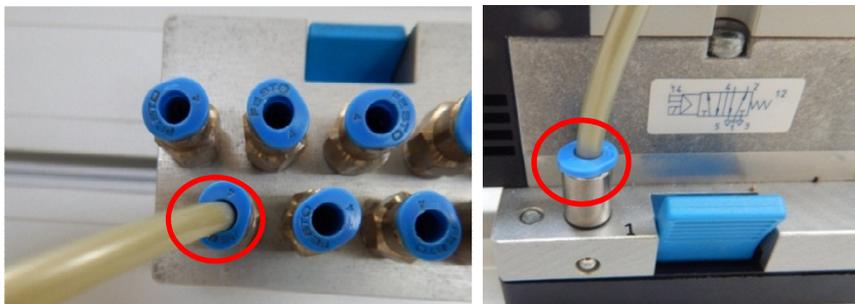
103. ábra: Levegőelőkészítő egység

- Amennyiben levegő előkészítő egységgel nem lehet biztosítani az üzemi nyomást, akkor a kompresszort kell leellenőrizni, be van-e kapcsolva (1-es állás) (1), elzáró szelep ki van-e nyitva (2), illetve megfelelő nyomásérték van-e beállítva a nyomásszabályozó szeleppel (3) (104. ábra).



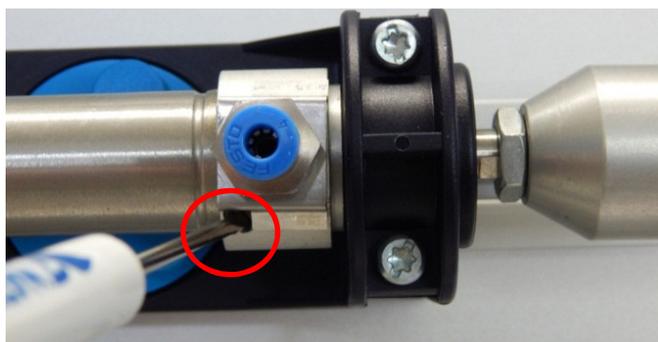
104. ábra: Kompresszor

- Ellenőrizni a csőcsatlakozásokat! Az elosztótömb és az eszközök csőcsatlakozásaiban (gyorscsatlakozók) található egy visszacsapó szelep, illetve egy vágógyűrű. Ha nincs eléggé betolva a cső, akkor ugyan megakad a vágógyűrűben (nem lehet kihúzni a csövet), de nem nyitja ki a zárószelepet (105. ábra).



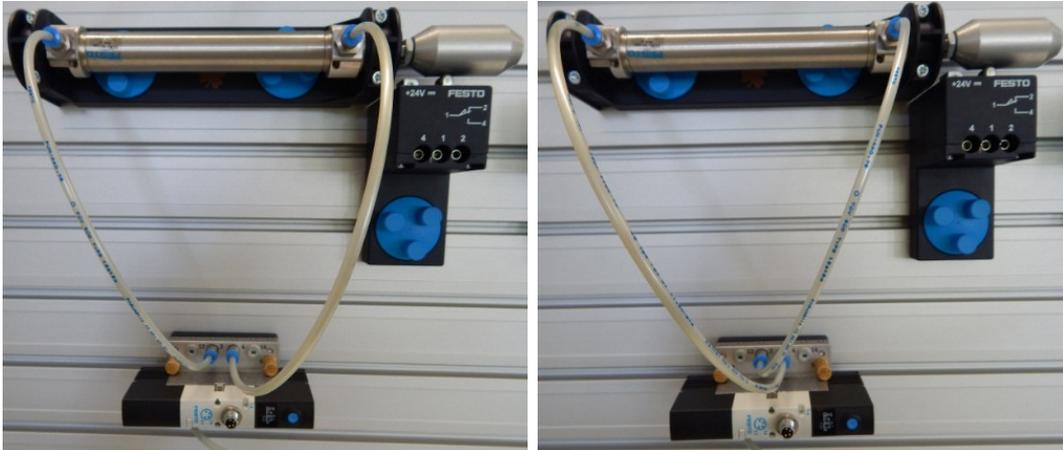
105. ábra: Csőcsatlakozások

- Lehetséges hibaforrás a munkahengerek löketvégi csillapításának túlzott elzárása is. Ez csavarhúzóval állítható.



106. ábra: Löketvégi csillapítás beállítása

- Fojtó, fojtó- visszacsapó szelep használata esetén ellenőrizni kell, hogy nincs-e elzárva teljesen a szelep.
- Pneumatikus csatlakozások felcserélése. Ez eredményezheti a munkahenger ellentétes irányú munkavégzését (107. ábra).



107. ábra: Pneumatikus csatlakozások felcserélése

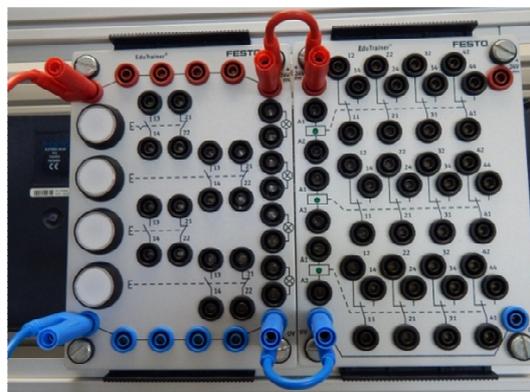
Amennyiben a hibajelenség továbbra is fennáll, ellenőrizni kell az elektromos kapcsolást is!

- Ellenőrizni kell, hogy a tápegység be van-e kapcsolva (108. ábra)!



108. ábra: 24 V-os elektromos tápegység

- Az elektromos tápegység a csatlakoztatva van-e a kapcsolótáblákra (109. ábra)?



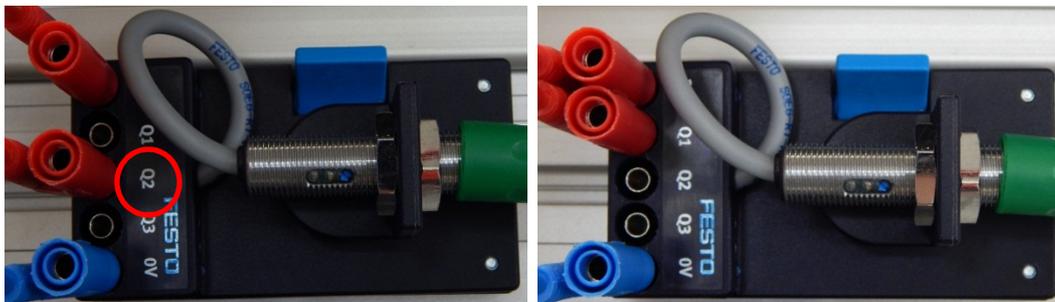
109. ábra: Tápfeszültség kiosztása

- Az elektromos szelephez tartozó 4 pin-es kábel megfelelően csatlakoztatva van-e rögzítve a szelepre (110. ábra)?



110. ábra: Szelepek vezérlőkábelének felhelyezése

- Szenzorok esetében rossz kimenet bekötése (Q2). Bekötés előtt érdemes leellenőrizni, hogy a szenzor melyik kimenetén jelenik meg érzékeléskor a jel (Q1) (111. ábra).



111. ábra: Szenzor kimeneti jelének felhasználása

- Szenzorok, végállás kapcsolók nem megfelelő elhelyezése, (112. ábra) (nem érzékel).

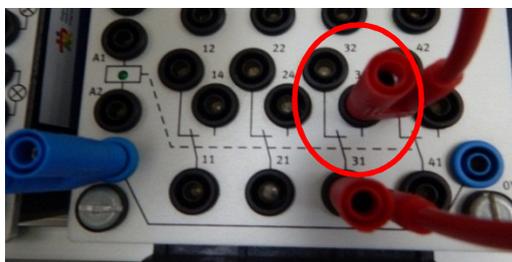


112. ábra: Végállás kapcsolók felhelyezése

- Elkötés, nyitó-, záróérintkezők felcserélése (114. ábra), szelepek vezérlőjelének felcserélése (12, 14) (113. ábra)



113. ábra: Szelepek vezérlővezetéke



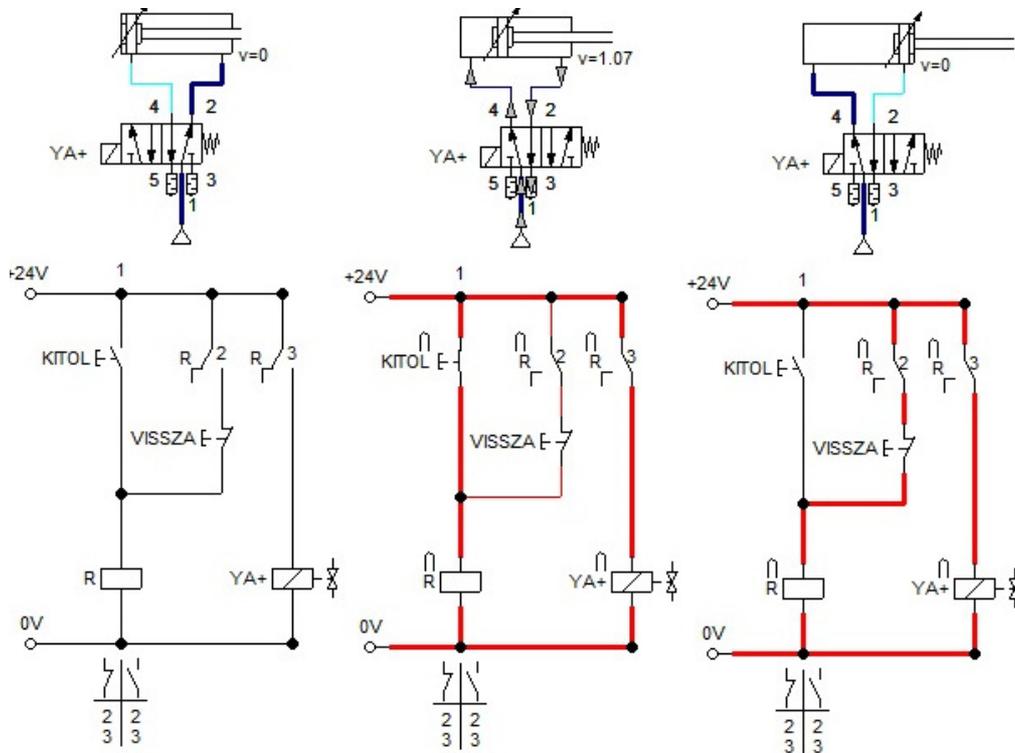
114. ábra: Relé segédérintkezői

## 8.10. BÉLYEGZŐ BERENDEZÉS ELEKTROPNEUMATIKUS VEZÉRLÉSE- DOMINÁNS TÖRLŐ, DOMINÁNS BEÍRÓ KAPCSOLÁS

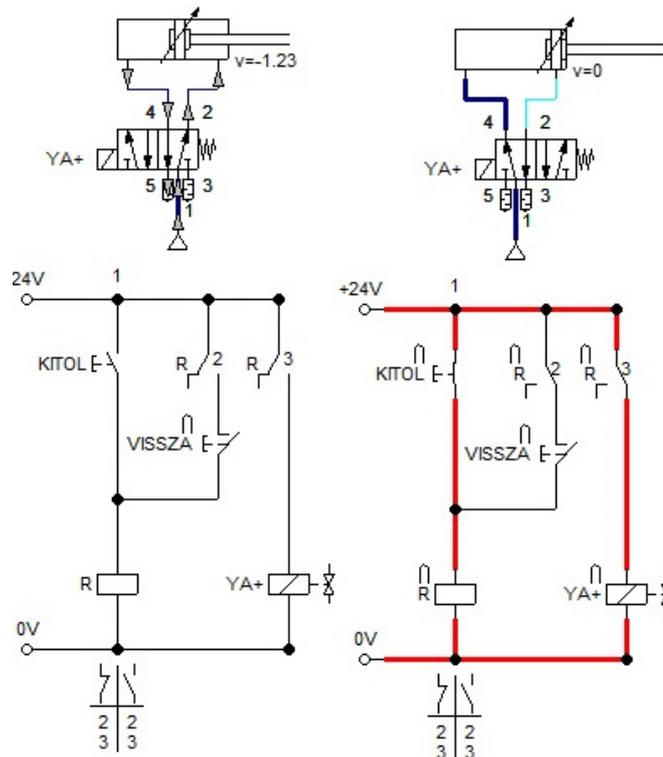
A pneumatikus bélyegző dugattyúja nyomógomb hatására térjen ki hátsó véghelyzetéből a külső véghelyzetébe, és maradjon ott mindaddig, amíg a visszatérést vezérlő nyomógombot meg nem nyomjuk.

### 8.10.1. Bélyegző feladat megtervezése

A feladat megoldásához egy kettős működésű munkahengert, és egy monostabil, elektromos vezérlésű útváltó szelepet kell felhasználni. Az elvárt működés az, hogy a start gomb egyszeri, rövid idejű megnyomására kimenjen a munkahenger, és mindaddig ott maradjon, amíg a másik nyomógombbal vissza nem lesz küldve. A monostabil szelep direkt vezérlésekor csak addig maradna kint a henger, amíg a start gomb működtetve van. Így szükségessé válik a start gomb jelének tárolása, öntartás alkalmazása.

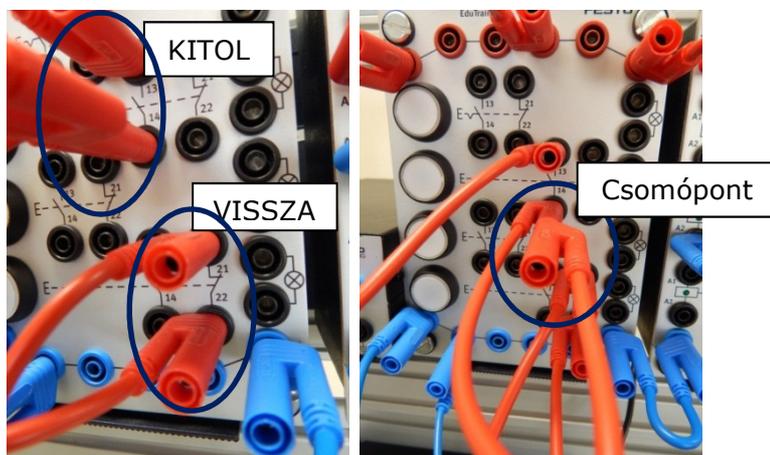


115. ábra: Domináns beíró öntartó kapcsolás működése



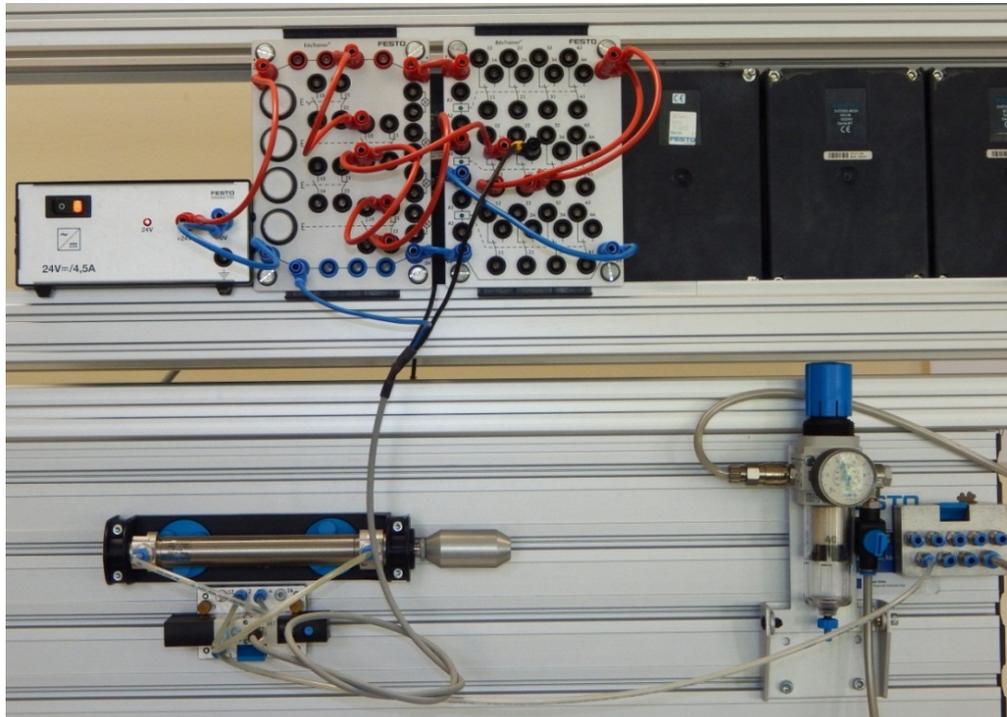
116. ábra: Domináns beíró öntartó kapcsolás működése-2

### 8.10.2. Bélyegző berendezés megépítése

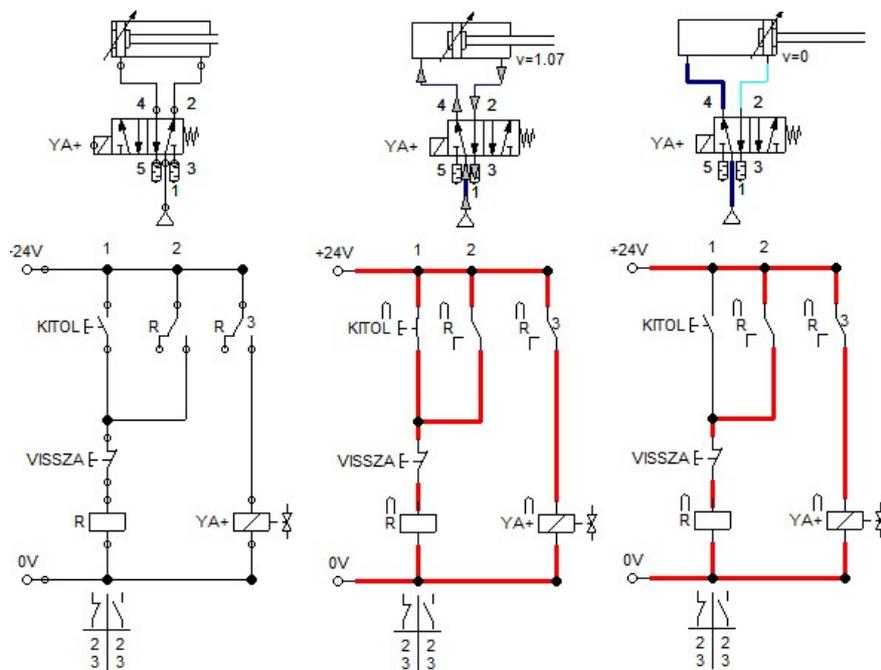


117. ábra: KITOL záró érintkezője, VISSZA bontó érintkezője, csomópontok létrehozása

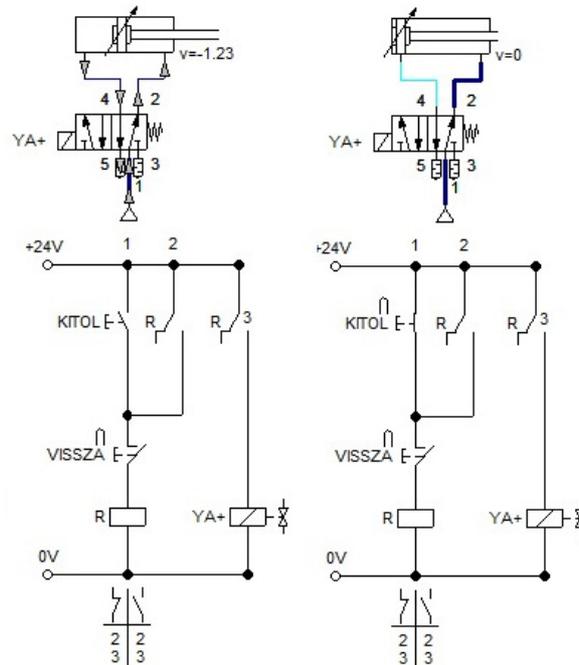
Az 115-116. ábrán az első áramútnál a KITOL nyomógomb használatakor gerjesztést kap az R relé. Annak érdekében, hogy a gomb elengedése után is megmaradjon a jel, az R záró érintkezője párhuzamosan van kötve a nyomógommbal. A relé másik záró segédérintkezője működteti az YA+ tekercset, ami így gerjesztve marad (a munkahenger kimegy és tartja a kinti véghelyzetét). Az öntartás megszüntetéséhez a VISSZA nyomógomb bontó érintkezőjét is be kell építeni a párhuzamos ágba, az R záró érintkezővel sorba kötve. A VISSZA gomb működtetésekor megszakad az R relé áramköre, megszűnik az öntartás, a munkahenger visszatér kiinduló helyzetébe. A nyomógombok egyidejű működtetésekor, az első áramúton az R relé megkapja a tápfeszültséget, beíródik (meghúz), ezért nevezzük domináns beíró kapcsolásnak (a munkahenger kimegy).



118. ábra: A bélyegző berendezés megépített domináns beíró kapcsolása

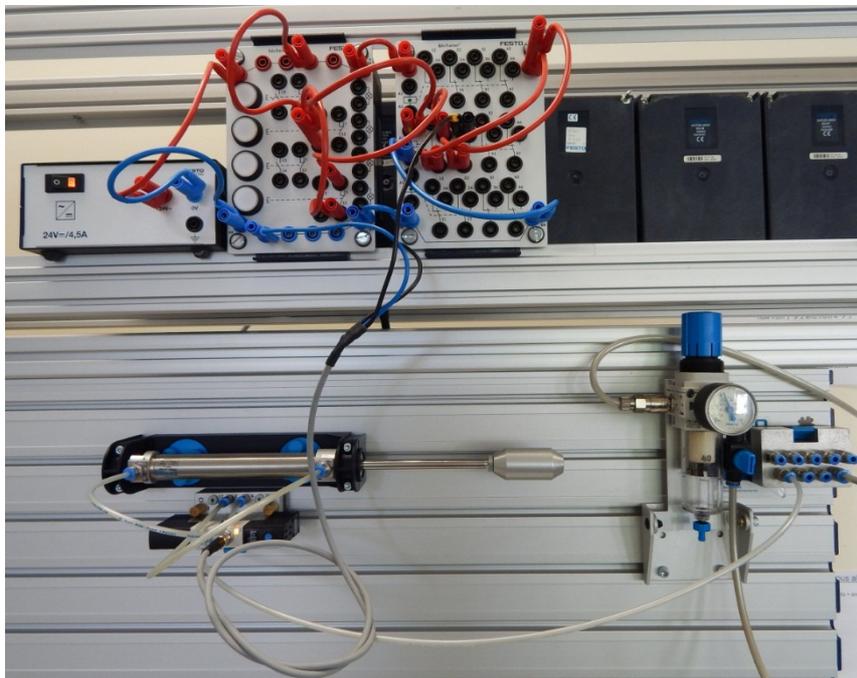


119. ábra: Domináns törő öntartó kapcsolás működése



120. ábra: Domináns törlő öntartó kapcsolás működése-2

A dominánsan törlő kapcsolás esetében is az R relé záró segédérintkezőjét párhuzamosan kell kötni a KITOL nyomógommbal. A különbség a domináns beíró kapcsoláshoz képest a VISSZA gomb bontó érintkezőjének elhelyezése, ami jelen esetben a KITOL gommbal van sorba kötve. Ez azt eredményezi, hogy a két gomb egyidejű működésekor az áramkör bontva van (nem megy ki a munkahenger).

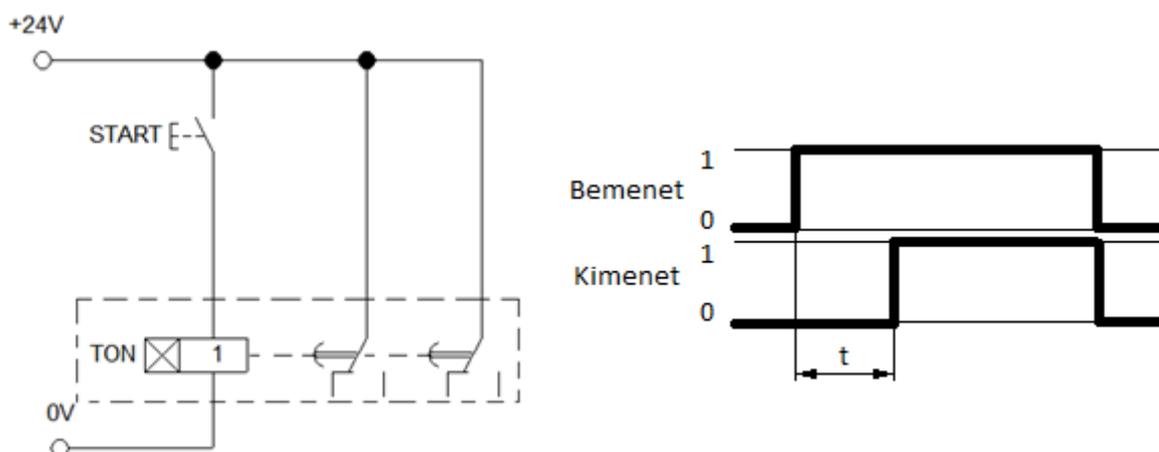


121. ábra: A bélyegző berendezés megépített domináns törlő kapcsolása

### **8.11. RAGASZTÓ BERENDEZÉS ELEKTROPNEUMATIKUS VEZÉRLÉSE – IDŐKÖVETŐ VEZÉRLÉSEL**

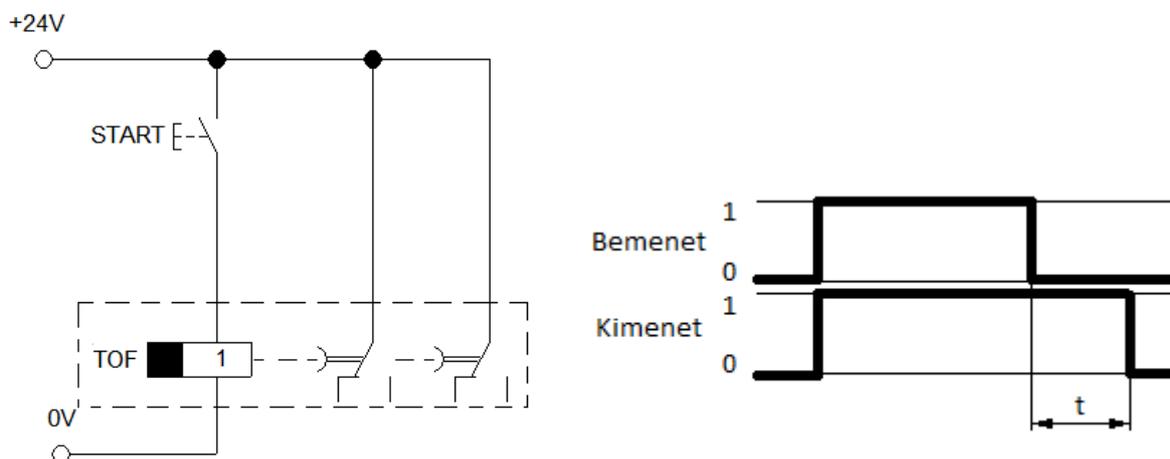
Az elektropneumatikusan vezérelt ragasztó berendezés kettős működésű munkahengere a START gomb megnyomása és a munkahenger belső véghelyzete (A0) esetén kimegy külső véghelyzetéig (A1), és ott ragasztási műveletet végez az időrelé segítségével meghatározott ideig (3 másodperc). Az idő letelte után külső véghelyzetéből automatikusan térjen vissza. A követő vezérlés meghatározott sorrendben, lépésenként hajtja végre a műveleteket. Az időkövető vezérlés esetében a léptetési feltételek időtől függenek, a folyamatkövető vezérlésnél pedig a vezérelt folyamat jeleitől (érzékelők).

Az időtagok létrehozásához időreléket kell felhasználni, ezek lehetnek meghúzás/bekapcsolás késleltető (TON, 122. ábra) vagy elengedés/kikapcsolás késleltető (TOF, 123. ábra) időrelék. Feladatuk, hogy egy beállítható idő elteltével egy áramkört ki, vagy be kapcsoljanak. A START gombot legalább addig aktiválni kell, amíg a TON időrelé időzítésnek az ideje le nem telt. A beállított idő letelte után a váltóérintkező átvált, és a záróérintkező zárja a rácsatlakoztatott áramkört (ami már nem szerepel az ábrán). A kimenet akkor kapcsolódik le, ha a bemenet kikapcsol.



122. ábra: Bekapcsolásra késleltető (TON) relé és állapot-idő diagramja

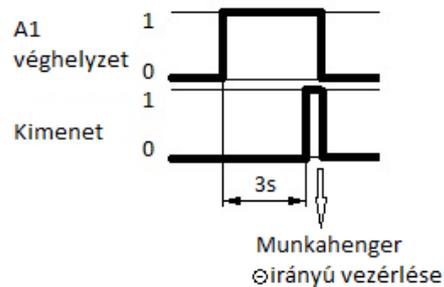
A START gomb megnyomásával egyidejűleg megjelenik a kimeneten (a TOF relé segédérintkezőin) a jel. A beállított időzítés csak akkor indul el, ha a bemenőjel inaktív lesz. A kimenet csak a beállított idő letelte után fog kikapcsolni (123. ábra).



123. ábra: Kikapcsolásra késleltető relé és az állapot-idő diagramja

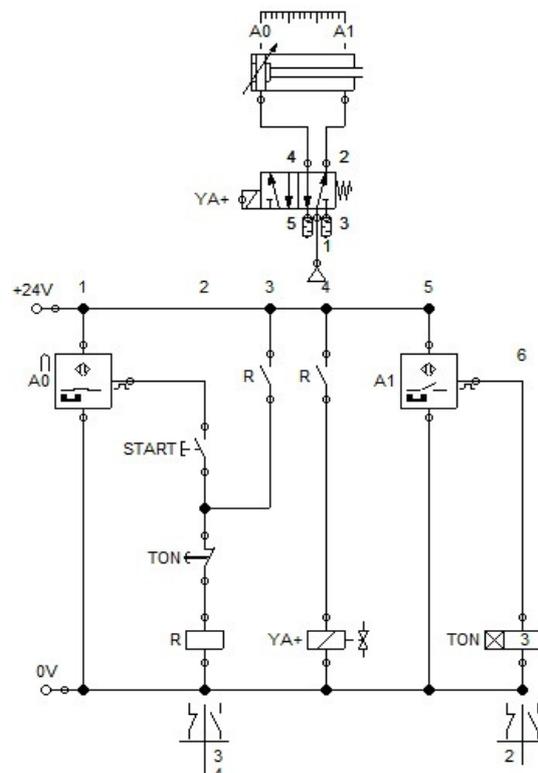
### 8.11.1. A ragasztó feladat megtervezése

A feladat megvalósításához monostabil útváltó szelepet kell felhasználni! A munkahenger két végállását (A0, A1) a hengerre rögzített mágneses közelítés kapcsolókkal lehet érzékelni. A munkahenger a külső véghelyzetén tartózkodik 3 másodpercig, és utána érkezzen a kimenetre a visszatérést indító jel (124. ábra).



124. ábra: Időzítés állapot idő diagramja

A mágneses közelítés kapcsoló jelének a felhasználásához, először a szenzornak szükséges 0 és 24 V-os megtáplálás. A szenzor jelvezetéke záróérintkezős (NO) kialakítású. A belső végállás (A0) és a START gomb egyidejű feltétele szükséges az indításhoz. A monostabil szelep használata miatt szükséges egy R relé, és annak záró segédérintkezőjével egy öntartást fog megvalósítani, továbbá szükség lesz egy bontó érintkezőre. Az R relé záróérintkezője indítja a munkahengert pozitív irányba. A külső végállás jele indítja az időzítőt. A 3 másodperc letelte után a TON időzítő bontó érzékelője elbontja a 2-es áramúton található R relé öntartását, így megszűnik a 4-es áramúton látható YA+ tekercs mágnesének gerjesztése, tehát a szelep átvált, a munkahenger visszatér kiindulási helyzetébe.



125. ábra: Monostabil útváltó szelepekkel megtervezett ragasztó készülék kapcsolási rajza

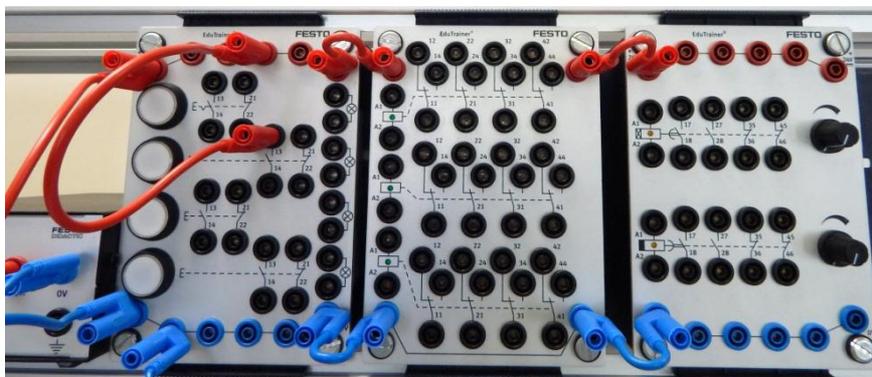
### 8.11.2. A ragasztó berendezés megépítése

A monostabil szelep használatakor csak az egyik vezérlőjelet kell használni (jelen esetben 14), így a kábelen található másik csatlakozási pont (12) nem kerül bekötésre. A Reed érzékelők rögzítésénél ügyelni kell arra, hogy a kívánt a pozícióban érzékeli-e a munkahengert a szenzor. Ez ellenőrizhető az érzékelőn található LED állapot visszajelzővel (126. ábra).



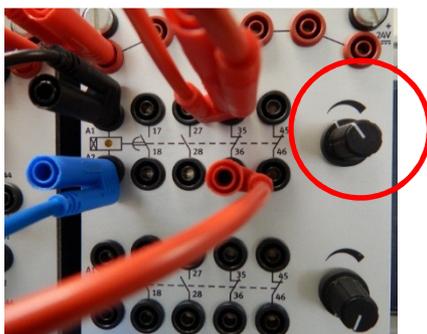
126. ábra: A munkahenger véghelyzet érzékelőinek beállítása

A feladat megoldása során három kapcsoló doboz lett felhasználva (nyomógombos, relés, idő relés) (127. ábra).

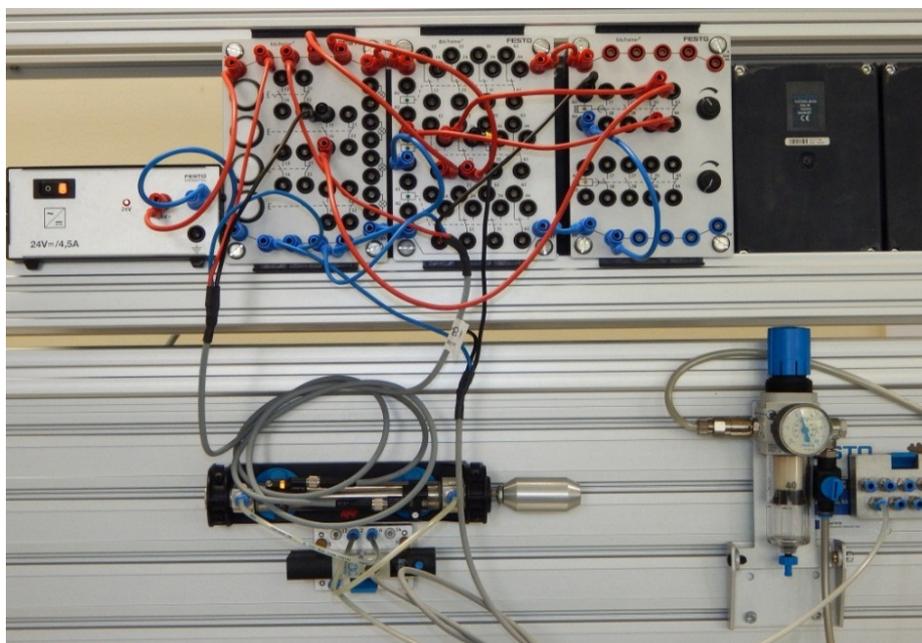


127. ábra: Felhasznált kapcsolódobozok

Az időrelék esetében ügyelni kell a megfelelő időzítő (TON) használatára. A késleltetési idő az időrelé segédérintkezői melletti csavaró potenciométerrel állítható be.



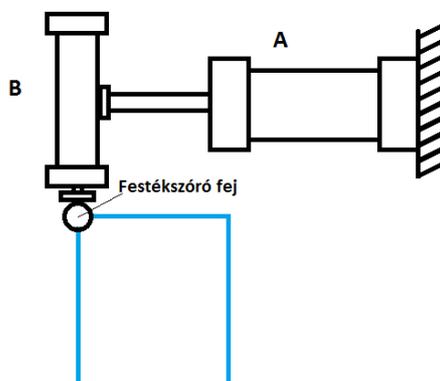
128. ábra: Időrelé bekötése



129. ábra: A ragasztó berendezés megépített kapcsolása

## 8.12. FESTÉKSZÓRÓ BERENDEZÉS ELEKTROPNEUMATIKUS VEZÉRLÉSE

Egy munkadarab keretét kékre kell festeni egy festékszóró berendezéssel. Kettő, egymásra merőlegesen rögzített munkahenger valósítja meg a mozgást. Az A henger belső véghelyzetét a hengerre felhelyezett mágneses közelítés kapcsoló, külső véghelyzetét kapacitív szenzor érzékeli. B munkahenger belső véghelyzetén egy induktív érzékelő, míg a külső véghelyzetén egy görgős végállás kapcsoló található.

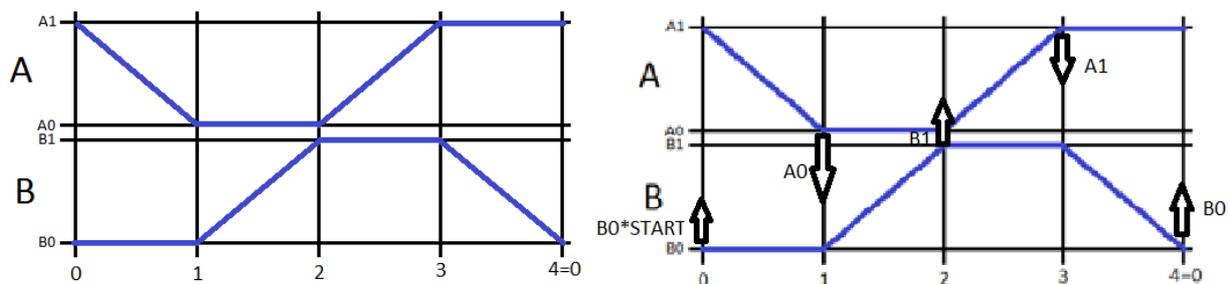


130. ábra: Festékszóró berendezés elvi vázlata



### 8.12.1. A festékszóró feladat megtervezése

Az automatikus ciklusok emberi beavatkozás nélkül addig folytatódnak, míg a folyamat feltételei fennállnak. Útterv (út-lépés) vezérlésnél ezeket a feltételeket a végállás kapcsolók és a jeladók elrendezése határozza meg. Egy automatikus ciklus leírásánál fontos a megfelelő tervezés. Az út-lépés diagram felvételével nyomon követhető, hogy a dugattyúmozgások mikor, melyik végállás kapcsolónak adnak jelet, és azok milyen műveletet indítanak el (131. ábra). Ebben a feladatban a 0. lépésben az előző ciklus végén beérkezett (4. lépés) B0 jele (és a START gomb) indítja az A henger negatív irányú mozgását. Ami azt jelenti, hogy a ciklus akkor fog elindulni, ha az A munkahenger alaphelyzetben kint van, és van START indító jel is. Továbbá a B0 érzékelő mindaddig jelet ad (B munkahenger a belső véghelyzetben marad) míg az előző lépés be nem fejeződik, azaz az A henger meg nem érkezik a véghelyzetébe. Az első lépésben az A0 jel indítja a B munkahenger pozitív irányú mozgását. A második lépésben az B1 jel indítja az A munkahenger pozitív irányú mozgását. A harmadik lépésben az A1 jel indítja az B munkahenger negatív irányú mozgását. A negyedik lépéssel pedig újra indul a ciklus, ha B munkahenger megérkezett a negatív véghelyzetébe. Tehát a dugattyúk mozgásai egymástól függenek, ezt útfüggő sorrendi vezérlésnek nevezzük.

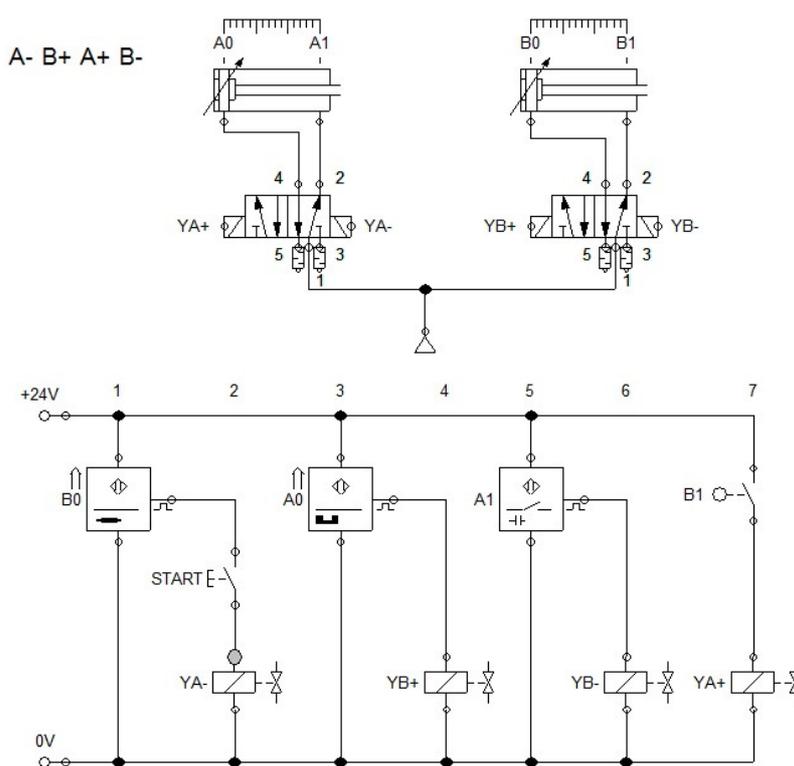


Dugattyú mozgása	Indítási feltétele
A-	B0 & START
B+	A0
A+	B1
B-	A1

131. ábra: Út-lépés diagram indítási feltételei

A végállásokat jelző különböző típusú szenzoroknak a 0 és a 24 V-ot kell adni, majd az út-lépés diagramból megállapított, a táblázatban látható feltételek szerint fel kell építeni a kapcsolást. Látható, hogy a kapcsolás elkészítését követően az A munkahenger pozitív véghelyzetben (kint), a B munkahenger pedig negatív véghelyzetben (bent) fog tartózkodni.

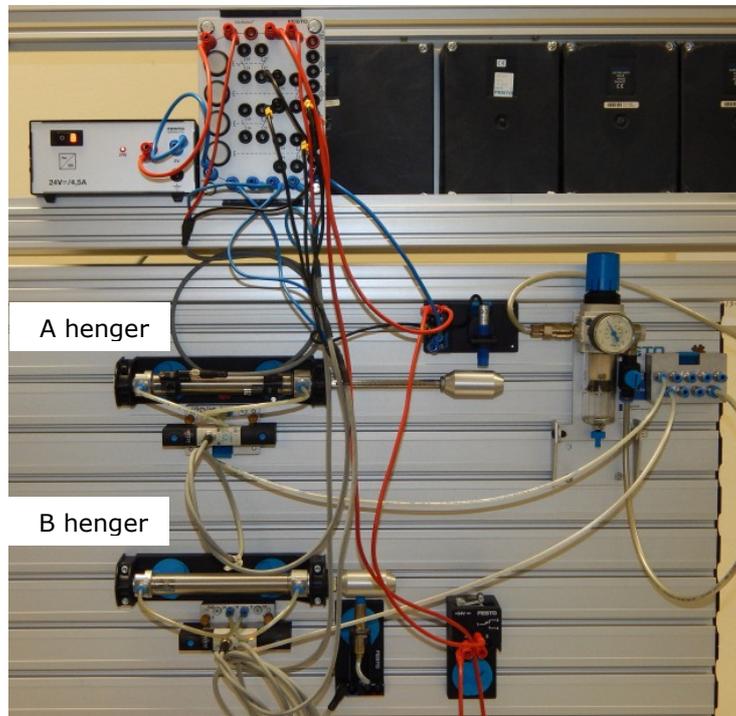
A B0 inductív érzékelő jele a START gombbal sorba kötve gerjeszti az YA-szelepet (direkt vezérléssel). Az A0 érzékelő jele direkt gerjesztést ad az YB+ szelep tekercsére, a B1 görgős végállás kapcsoló elérésekor átváltja az YA+ elektropneumatikus szelepet. Végezetül pedig az A1 szenzor jele visszaküldi a B hengert kiindulási helyzetébe az YB- szelep segítségével. Amennyiben a B munkahenger visszaért kiindulási helyzetébe (B0) és a START gomb újból megnyomásra kerül akkor a ciklus, folyamat újraindul.



132. ábra: Festékszóró berendezés kapcsolási rajza

### 8.12.2. A festékszóró feladat megépítése

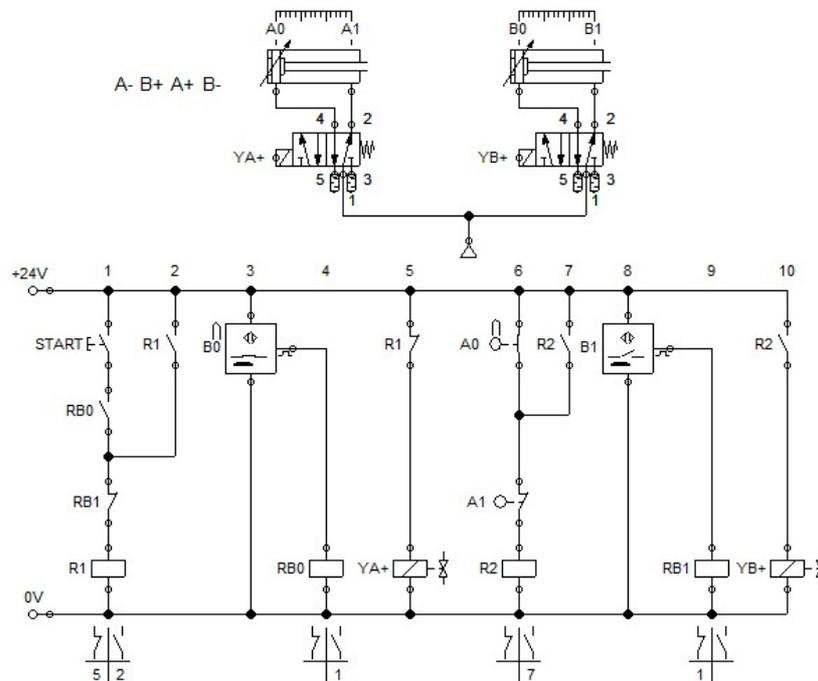
Ebben a kapcsolásban nem szükséges relétet használnunk, a szelepeket direkt vezéreljük. Ügyelni kell a szenzorok felrögzítésének helyére, bekötésére, megfelelő jelvezeték használatára.



133. ábra: Festékszóró berendezés megépített kapcsolása

### 8.12.3. A kapcsolás áttervezése monostabil szelepekkel

Az áttervezés során az A munkahengerhez görgős végállás kapcsolók lettek felhasználva, a B munkahenger esetében pedig induktív érzékelők. Mivel az induktív végállásoknál felhasználásra kerül több segédérintkező záró és bontó változata is, ezért a szenzorok jelei relére lettek kötve. A monostabil szelepek használata miatt szükséges az öntartások kialakítása is (134. ábra).



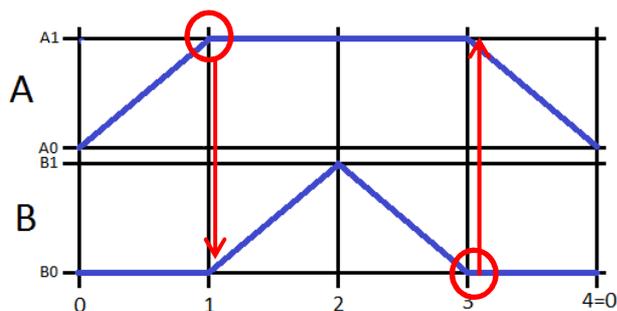
134. ábra: Festékszóró berendezés kapcsolási rajza monostabil szelepekkel

### 8.13. LYUKASZTÓ BERENDEZÉS ELEKTROPNEUMATIKUS VEZÉRLÉSE KASZKÁD MÓDSZER

Kettő bistabil munkahengerrel kell a lyukasztó készüléket működtetni úgy, hogy az A munkahenger végzi a termék leszorítását, majd a B henger lyukaszt. A kivágás befejezése után a B henger visszatér kiinduló helyzetébe, majd ezt követően az A henger is megszünteti a munkadarab rögzítését. A munkadarabok behelyezése és eltávolítása kézzel történik.

#### 8.13.1. Lyukasztó berendezés megtervezése

Fel kell venni a dugattyúmozgások út-lépés diagramját! Meg kell állapítani az indítási feltételeket!



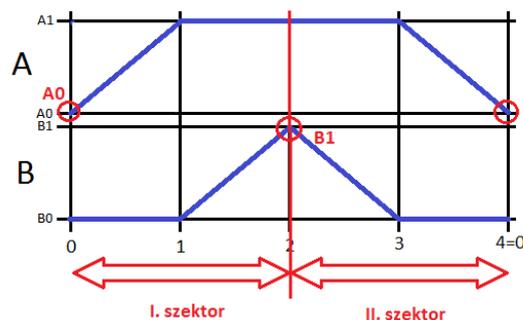
Dugattyú mozgása	Indítási feltétele
A+	A0 & START
B+	A1
B-	B1
A-	B0

135. ábra: Lyukasztó útlépés diagramja és indítási feltételei

A 135. ábrán nyomon követhető, hogy az A1 véghelyzet indítja a B hengert, és az is, hogy az A1 mindaddig nyomva van, amíg az A henger kint van. Amikor a B1 jel el akarja indítani a B henger negatív irányú mozgását, akkor az A1 jel ezt megakadályozza (mivel az folyamatosan vezéri a B hengert külső véghelyzetébe).

Megfigyelhető, hogy az A1 mellett a B0 is kiad lezárójelet. A 3. lépésben ennek hatására indul meg az A henger negatív irányú mozgása, és a B0 jel a ciklus újbóli indításakor továbbra is aktív, tehát nem tudnánk kivezérelni az A hengert. Így a folyamatban létrejövő jelekről megállapítható hogy az A1, B0 jelek lezáró-, azaz blokkoló hatásúak, a B1 és az A0 jelek pedig pillanatnyi-, azaz impulzusjelek. A lezárójelek feloldására több módszer is van, például: a görgőkaros jeladók, időtagok, memóriák használata, illetve a Kaszkád módszer alkalmazása.

Kaszkád módszer lényege, hogy a ciklust olyan részekre kell bontani, ahol a csoporton belül ugyanakkor a munkahengernek nincs mindkét irányú mozgása (tehát A+ és A- külön szektorban lesz!).

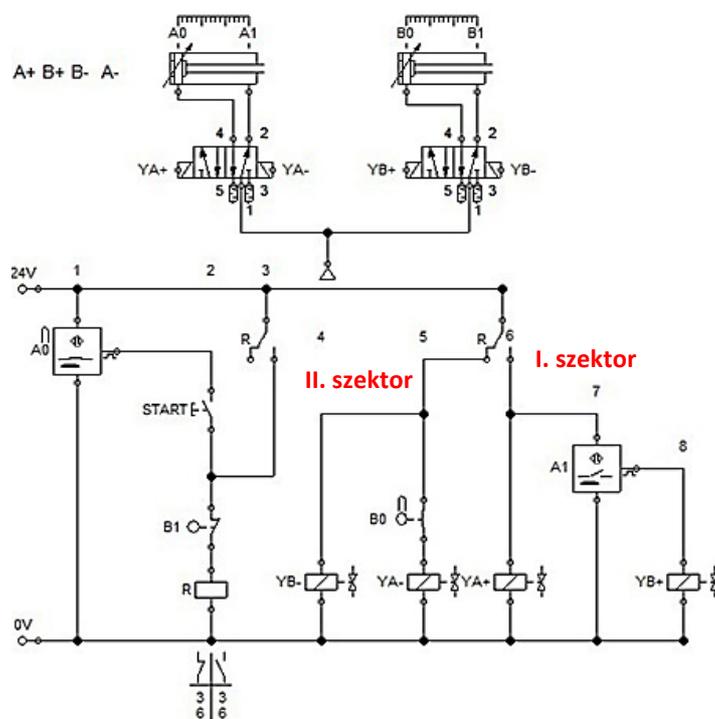


136. ábra: Kaszkád mozgási szektorok meghatározása

- I. szektor: A+, B+, szektorváltó: A0
- II. szektor: B-, A-, szektorváltó: B1

Ebben a kapcsolatban egy relé van felhasználva, aminek a működtetett állapota jelenti az első szektorba belépést, és a bontott állapota a második szektorban tartózkodást.

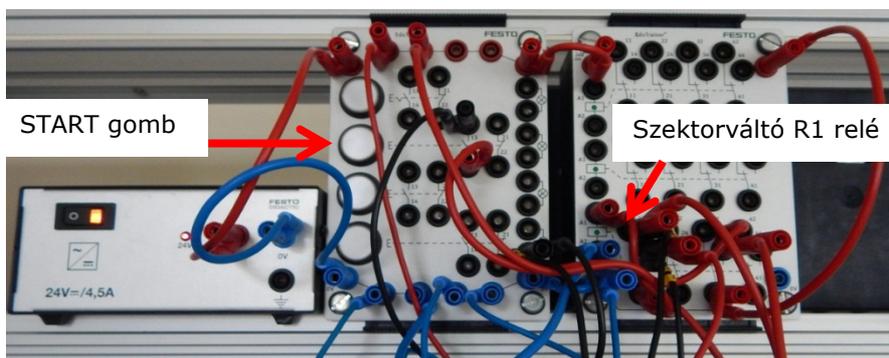
A0 és START jel hatására R relé gerjesztést kap, belép az első szektorba, és ez mindaddig így marad (az öntartás miatt), míg a második szektor indítójele nem bontja a relét áramkörét. Az első szektorba való belépéssel automatikusan pozitív irányba történik az A henger (YA+) vezérlése, majd az első szektor és az A1 végállás együttes teljesülésekor indul meg a B henger pozitív irányú mozgása (YB+). A B1 végállás kapcsoló elbontja a relé öntartását, így belépve a második szektorba automatikusan vezéri a B munkahengert a kiindulási helyzetébe (YB-). A B henger belső végállása és a második szektorban tartózkodás együttes feltétele indítja vissza az A hengert (YA-).



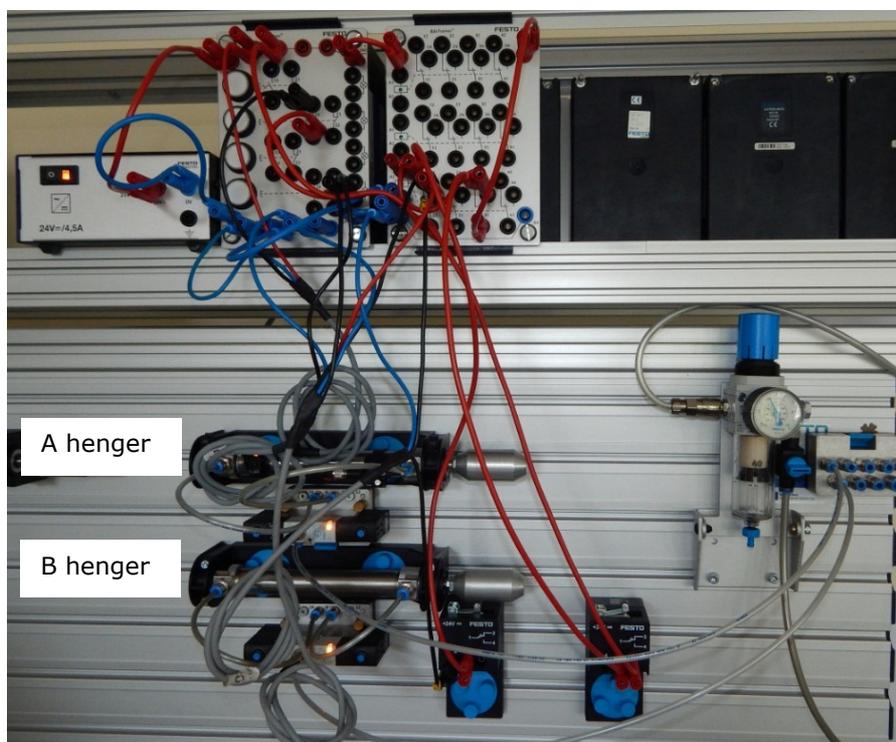
137. ábra: Lyukasztó berendezés kaszkád kapcsolási rajza

### 8.13.2. Lyukasztó berendezés megépítése

A 137. ábrán látható kapcsolási rajznak megfelelően összeköttetésre kerültek az elektropneumatikus és az elektromos eszközök. Az eredmény 139. ábrán látható.



138. ábra: Elektromos kapcsolódobozok bekötése

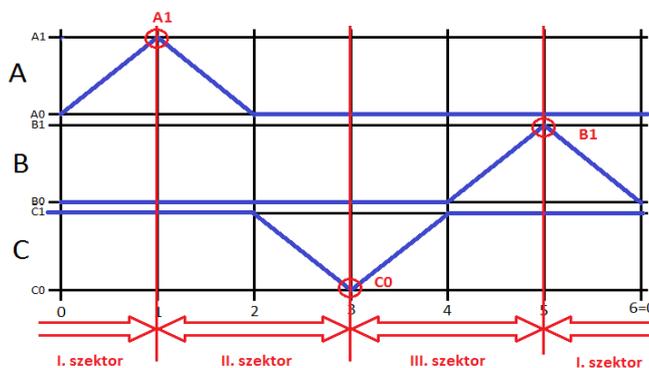


139. ábra: Lyukasztó berendezés megépített kapcsolási rajza

## 8.14. TERMÉK SZILÁRDSÁGÁNAK ELLENŐRZÉSE

A feladat egy ellenőrzési-adagolási folyamat modellezése. Az A munkahenger betolja a munkadarabot az ellenőrzés helyére, és visszatér alaphelyzetébe, hogy ne akadályozza a C munkahenger mozgását. A C munkahenger alaphelyzetben a külső véghelyzetében van, a munkadarabok behúzására alkalmas kialakítással. A termék megérkezése után a C munkahenger behúzza azt, ezzel a munkadarabot összenyomva, így hajtva végre szilárdsági ellenőrzést. A C munkahenger feladatának elvégzése után B munkahenger letolja az ellenőrzött terméket a gyűjtő helyre.

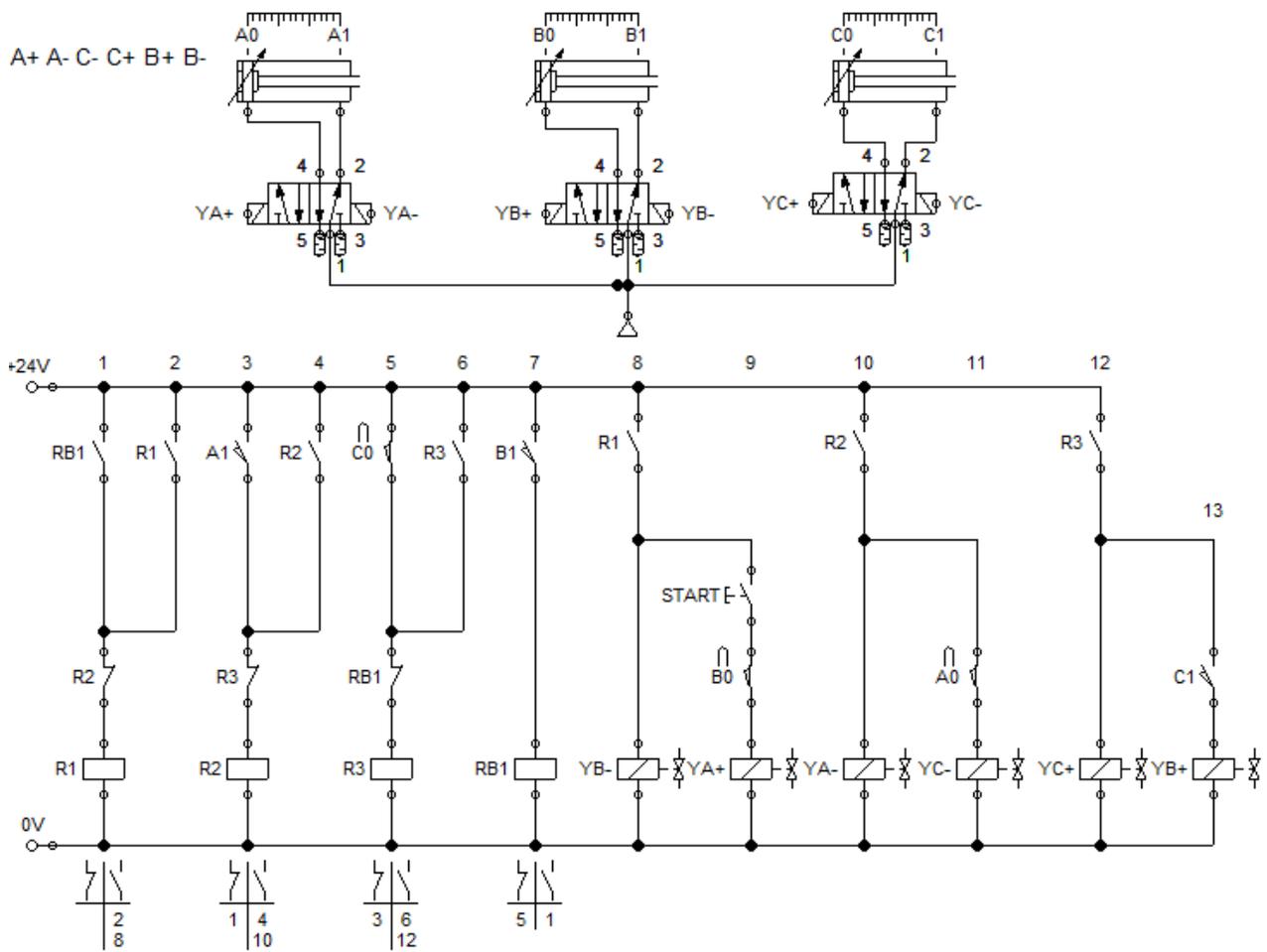
### 8.14.1. Szilárdság ellenőrző berendezés megtervezése



Munkahengerek mozgása	Indítási feltételek
A+	START&C1
A -	A1
C -	A0
C+	C0
B+	C1
B -	B1

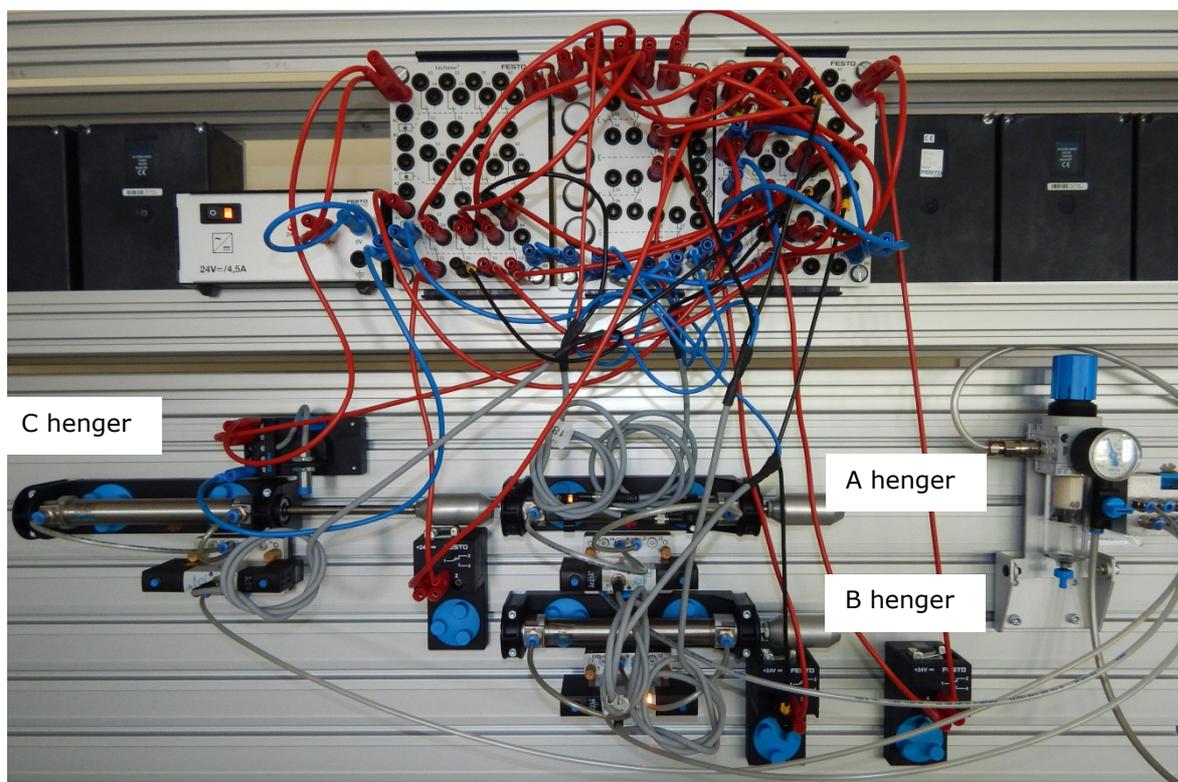
140. ábra: Kaszkád csoportok, indító feltételek meghatározása

Minden csoportot indítson egy-egy relé! A csoportban maradás valósuljon meg öntartás segítségével! A csoportbontást a másik csoportba való belépés hajtja végre (tehát a következő szektor reléjének bontó kapcsolója, vagy a következő csoport indító feltételének bontó érintkezője)! A kapcsolási rajz elkészítésekor célszerű először mindegyik csoport indítását elkészíteni, vagyis csoportindítási feltétel (a táblázatban piros jelek, 140. ábra), bontó érintkező, csoport relé, öntartás összekapcsolása. Második lépésben pedig az adott csoportokban található folyamatok, vagyis a szelepeket vezérlését elvégezni. Tehát például R1 hatására (I. szektorba való belépéskor) B henger visszavezérlése (YB-), és annak véghelyzetekor a START gomb megnyomásával indítható a ciklus (141. ábra).



141. ábra: A berendezés kapcsolási rajza

### 8.14.2. Szilárdság ellenőrző berendezés megépítése



142. ábra: A megépített kapcsolás

A kapcsolás megépítésekor az első indítás előtt a végállás kapcsolók jeleinek hatására megtörténik az alaphelyzetbe állás, C0 hatására R3 meghúzó, és a C hengert pozitív irányba vezérli, aktív lesz a III. csoport, ezt követően a rendszer készen áll a ciklus indítására.

A B henger külső végállás kapcsolóját szükséges relére kötni, mivel a kapcsolásban különböző helyeken kell felhasználni a záró és a bontó érintkezőjét. Abban az esetben, ha egy görgős végállás kapcsoló záró és bontó kontaktusait is fel kell használni egy kapcsolásban, különböző helyeken, szükséges egy plusz relé használata.



## 9. HIDRAULIKUS RENDSZEREK AUTOMATIZÁLÁSA

A hidraulikus energiaátvitelt napjainkban elterjedten alkalmazzák az iparban, a mezőgazdaságban, a közlekedésben és a gazdaság sok más területén. A hidraulikus energiaátvitel lényege, hogy a mechanikus energiát (nyomaték, fordulatszám) hidraulikus energiává alakítják (nyomás, térfogatáram), majd ez a munkafolyadék eljut a fogyasztókhoz, amelyek újra mechanikai energiává (nyomaték, fordulatszám, erő, sebesség) alakítják. Az energiaátalakítás eszközei a szivattyúk, amelyek a mechanikus energiát hidraulikus energiává alakítják, illetve a hidromotorok és hidraulikus munkahengerek, amelyek pedig a hidraulikus energiát alakítják mechanikus energiává. Az energiaátalakítók mellett a rendszer tartalmaz irányítóelemeket, kondicionáló elemeket és energiatárolókat is.

### 9.1. A HIDRAULIKUS RENDSZEREK ELŐNYEI

- A hidrosztatikus erőátvitel hatásfoka kb. a villamos erőátvitelével azonos.
- Nagyobb távolságok áthidalására alkalmas, mint a mechanikai erőátvitel különböző fajtái, de sokkal kisebbre, mint a villamos erőátvitel.
- A hidromotor nagy nyomatékot tud kifejteni kis inercia tömeggel.
- A forgatónyomaték és inercia tömeg viszonyozsáma több nagyságrenddel felülmúlja a villamos motorét. Ezért reagálási érzékenysége nagy.
- A hidromotorral nagy energiasűrűség érhető el, ennek következtében mérete és súlya sokkal kisebb, mint az azonos teljesítményű villamos motoré.
- A hidrosztatikus erőátvitellel nagy erőhatásokat lehet kifejteni.
- Gyors kapcsolási és átvezérlési lehetőségeket nyújt.
- Jó gyorsítás és fékezés valósítható meg.
- Fokozatmentesen szabályozható, szerkezete egyszerű, a rezgésekre nem érzékeny, lökésszerű túlterheléseket is elvisel.
- Kezelése egyszerű.

### 9.2. A HIDRAULIKUS RENDSZEREK HÁTRÁNYAI

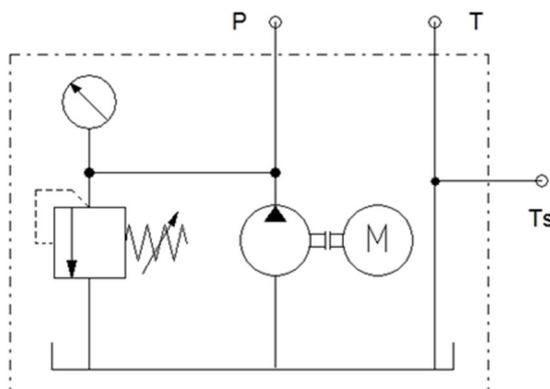
- Csak mérsékelt teljesítmények átvitelére alkalmas, mivel méretei és a munkafolyadék nyomása bizonyos határokon túl nem növelhető.
- A nagy nyomások szűk rések alkalmazását teszik szükségessé, ami csak az alkatrészek nagy pontosságú megmunkálásával érhető el.
- A nagy nyomások miatt a tömítés is nehezebb.
- A szűk rések miatt érzékeny a munkafolyadék tisztaságára, ezért a munkafolyadék alapos szűréséről kell gondoskodni.
- Érzékeny a munkafolyadék levegőtartalmára, mivel az ebből kiváló gázok és gőzök folyadékutéseket okozhatnak.

- A tömítetlenségeken kilépő finoman porlasztott munkafolyadék tűz- esetleg robbanásveszélyes. [11]

### 9.3. ELEKTROHIDRAULIKUS RENDSZEREK

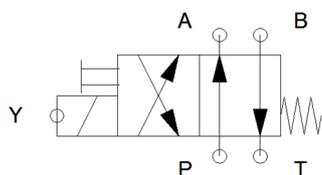
Manapság a tisztán hidraulikus rendszerek használta csak igen egyszerű és főleg mobil hidraulikában található meg (pl. hidraulikus gépkocsi emelő). A telepített hidraulika esetén főleg az elektrohidraulikus megoldások a jellemzők (pl. nehézipari gépek, emelők, megmunkáló gépek). Az elektrohidraulikus rendszerekben a munkavégző közeg ugyanúgy folyadék (olaj vagy víz), de a jelek érzékelése és a szabályozás elektronikus elven működik. Hasonlóan, mint a 8.3-as fejezetben bemutatott elektropneumatikus rendszereknél, az elektrohidraulikánál is főleg a vezérlési és szabályozási előnyöket lehet megemlíteni a klasszikus hidraulikus rendszerekhez képest. Az elektrohidraulikus rendszerekben is három energiaátviteli rendszer kapcsolódik össze:

- energiaelőállítást a hidraulikus tápegység (nyomáshatároló, szivattyú, villanymotor, tengelykapcsoló, manométer, tartály, szűrő, hűtő, fűtő, hőmérő, szintjelző) valósítja meg.

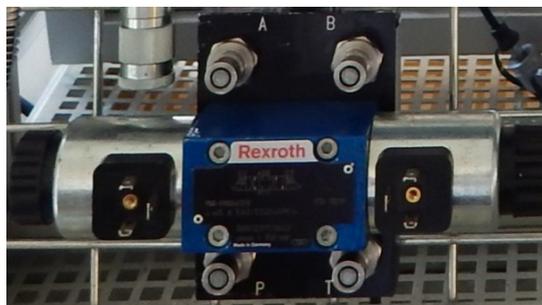
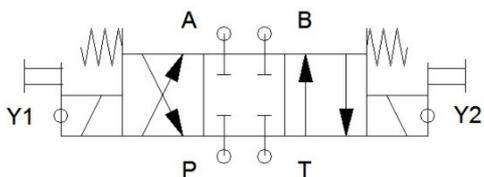


143. ábra: Hidraulikus tápegység

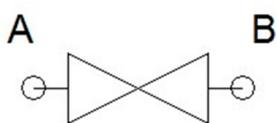
- hidraulikus vezérlést az elemek (útváltó-, záró-, áramlásirányító-, nyomásirányító szelepek) végzik, amik a folyadék nyomását, folyását, térfogatáramát befolyásolják.



144. ábra: 4/2-es elektromosan vezérelt monostabil (rugó visszatérítéses) útváltó szelep

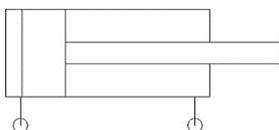


145. ábra: 4/3-as elektromosan vezérelt monostabil (rugóközpontosítású) útváltó szelep

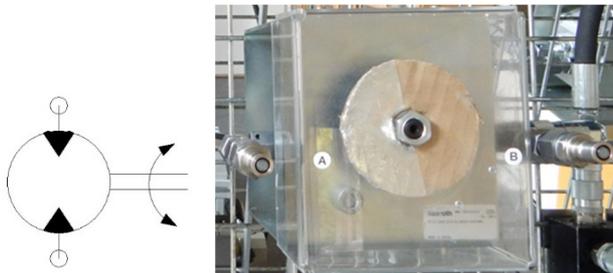


146. ábra: Zárószelep

- munkavégző (munkahenger, hidromotor, forgatómű) azaz a végrehajtó rész.



147. ábra: Hidrohenger

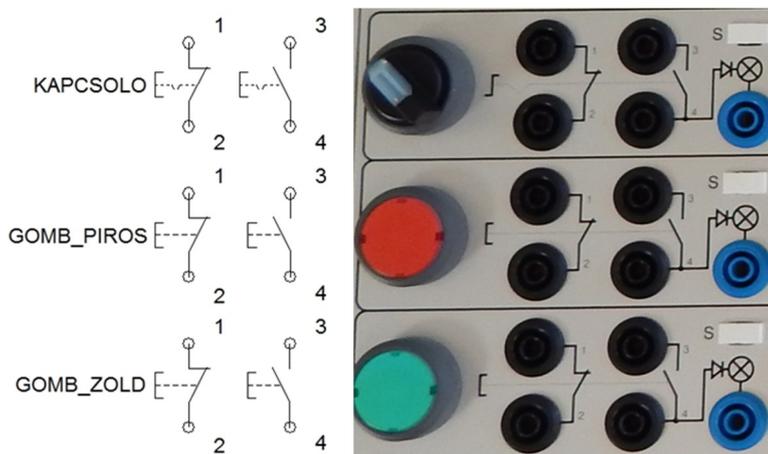


148. ábra: Hidromotor

Az elektromos vezérléshez a jeladásra (érzékelők) és a jelfeldolgozásra (mikro számítógépek, PLC) van szükség.

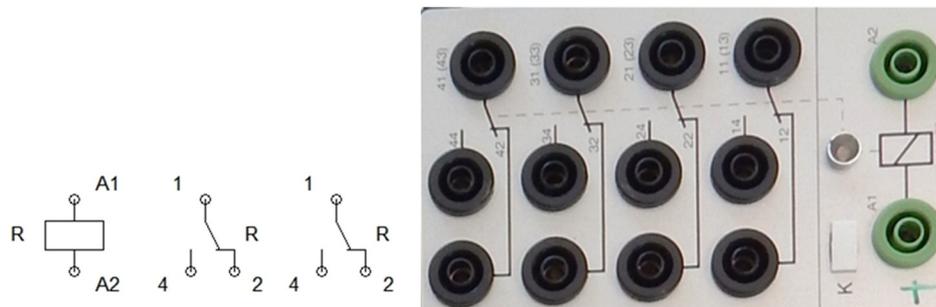
#### 9.4. AZ ELEKTROHIDRAULIKUS KÖRÖKBEN FELHASZNÁLT ELEMÉK

Az elektropneumatikus 8.4. - 8.6. részben bemutatott elektromos érzékelők (jeladók), közelítéskapcsolók, jelfogók az elektrohidraulikában is ugyan úgy működnek. A mechanikus végállás kapcsolók alkalmazását kerülik a hidraulikában, mivel a pneumatikánál használt üzemi nyomáshoz (4-6 bar) képest a hidraulikus rendszereknél minimum tízszer nagyobb üzemi nyomást (50-60 bar) használnak fel. Esetleges rossz rögzítés, kilazulásból adódóan a mechanikus végállás kapcsolók letörhetnek, meghibásodhatnak.



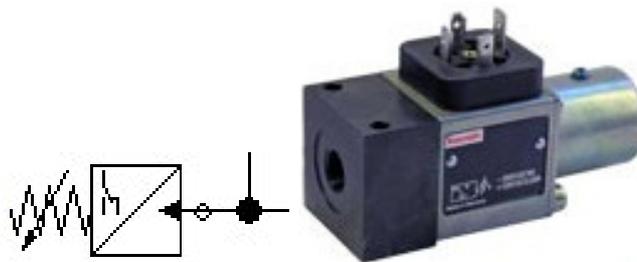
149. ábra: Kapcsoló- /nyomógombtábla

A nyomógombok és a kapcsoló belsejében található lámpák működtetéséhez csak 0 V csatlakoztatása szükséges, mellyel visszajelzőként is funkcionálhatnak.



150. ábra: Relé doboz

A relé dobozon található jelölés egy tekercs. A helyes jelölés a szimbolikus jelképen (R relé) látható.



151. ábra: Elektromechanikus nyomáskapcsoló

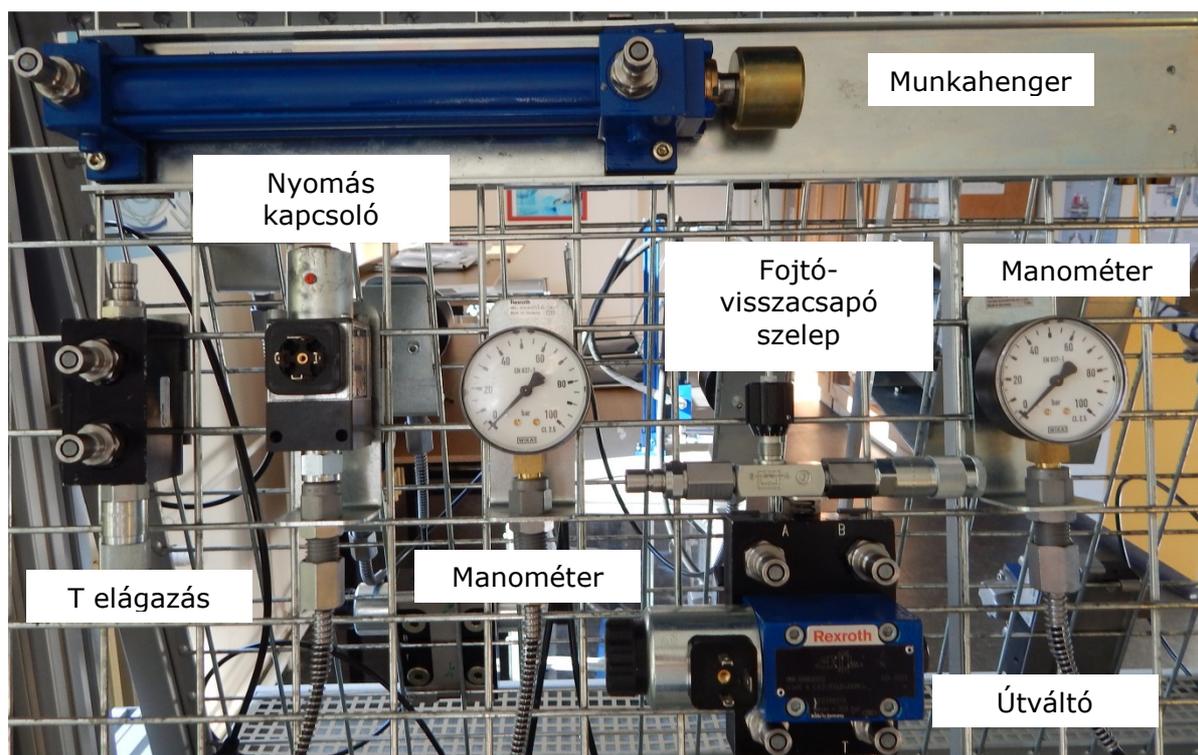
Az elektromechanikus nyomáskapcsoló a kapcsolási pont túllépésekor aktivál egy mikrokapcsolót. A mikrokapcsoló ki-, vagy bekapcsolja a rákapcsolt feszültséget. A kapcsolási pontok csavarorsó segítségével állíthatók be.

## 9.5. SAJTÓBERENDEZÉS ELEKTROHIDRAULIKUS VEZÉRLÉSE - NYOMÁSKAPCSOLÓ ALKALMAZÁSA

Egy sajtóberendezés munkadarabokat sajtol. Egy kettős működésű hidraulikus munkahenger mozgatja a sajtolószerszámot. A sajtolónyomás elérésekor a sajtolószerszámnak vissza kell állnia az alaphelyzetbe. A szerszám sebessége állítható.

### 9.5.1. Hidraulikus sajtó feladat megtervezése, megépítése

A kapcsoláshoz szükség van egy hidraulikus munkahengerre, ami a sajtolószerszámot helyettesíti, egy elektromosan vezérelt 4/2-es monostabil útváltó szelepre, ami a vezérlésért felelős, egy fojtó-visszacsapó szelepre és egy nyomáskapcsolóra. Ezek mellett még egy nyomáshatárolót a rendszer túlnyomás elleni védelméért kell használni, illetve két darab manométert, hogy folyamatos információ legyen lényeges nyomásértékekről (152. ábra).

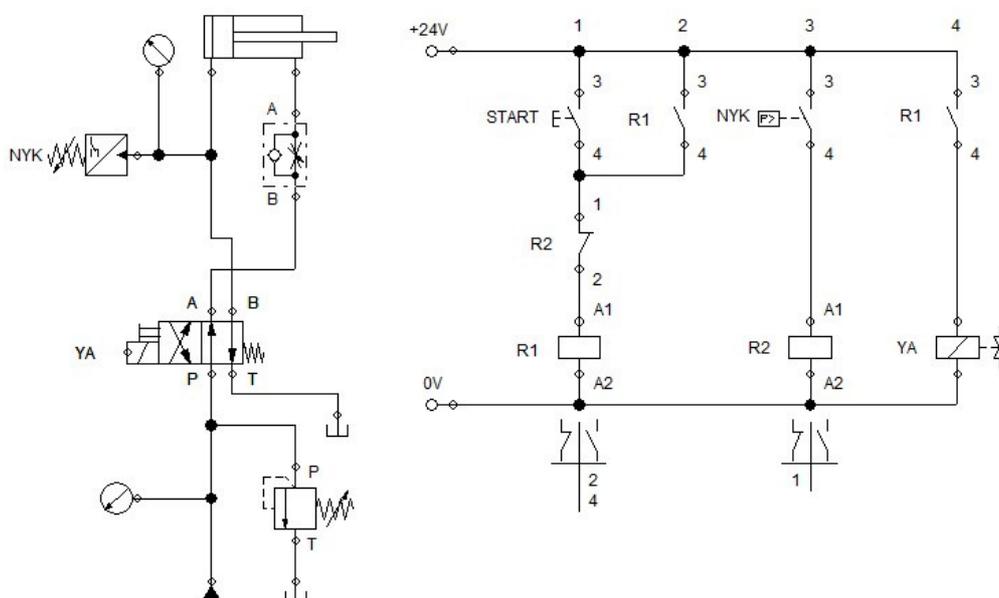


152. ábra: Sajtóberendezés - alkalmazott eszközök

A hidraulikus tápegységről egy „T” elágazással be kell kötni a 4/2-es útváltó szelepet és a nyomáshatárolót. A nyomáshatároló tartálycsatlakozását közvetlenül a tápegység tartály csatlakozójára kell kötni. Az útváltó szelep A csatlakozásából indul a munkahenger dugattyúrúd oldali ágába egy fojtó-visszacsapó szelepen keresztül a munkafolyadék. Ezzel a dugattyú sebességei

különbözőek lesznek. A sajtolási folyamat lassabban, míg a szerszám emelése teljes sebességgel (gyorsabban) fog bekövetkezni. A munkahenger dugattyúoldali csatlakozására elé kell bekötni a nyomáskapcsolót, és beállítani egy kapcsolási nyomás értéket, amit a 4/2-es útváltó szelep *B* csatlakozása kell bekötni. A nyomáskapcsolót a nyomásméréshez kialakított, a hidraulika csöveken is megtalálható csatlakozóba kell bekötni.

Ahhoz, hogy a nyomáskapcsoló kapcsolási értékéről információt lehessen kapni, szükséges egy „T” elágazás, így lehetővé válik, hogy egy manométert a segédágba be lehessen kötni. A másik manométer a tápegység mérési csatlakozására kerül, hogy az alap nyomásról is legyen információ.



153. ábra: Sajtóberendezés - hidraulikus és elektromos kapcsolás

Az elkészült a hidraulikus kör megépítése után az elektromos (vezérlő) kapcsolás megépítését (153. ábra) kell elvégezni. Első lépésként az elektromos tápegység 24 V-os és 0 V-os csatlakozását az elosztó dobozba kell csatlakoztatni, így kisebb távolságot kell áthidalni a kábelekkel, és könnyebben átlátható lesz a kapcsolás. Az elektromos tápegység kapcsolóját biztonsági okokból csak az elektromos kör megépítése után szabad felkapcsolni. A megépítéshez szükség van egy nyomógombra (START), ami indítja a sajtolási folyamatot. A második relé (R2) bontó segédérintkezője a START gomb után van sorba kötve, ez fogja a beállított nyomásérték elérésekor alaphelyzetbe állítani a folyamatot. Az R1 relé indítja el a folyamatot egy segédérintkezője segítségével. A nyomógomb folyamatos nyomásának elkerülése az R1 relé segédérintkezőjével valósítható meg, amit az R2 bontó segédérintkező elé a nyomógommbal párhuzamosan kell bekötni.

A harmadik ág a nyomáskapcsolóval kezdődik (NYK) aminek bekötése egyszerű, 24 V (piros kábel) és 0 V (kék kábel) szükséges a működéshez,

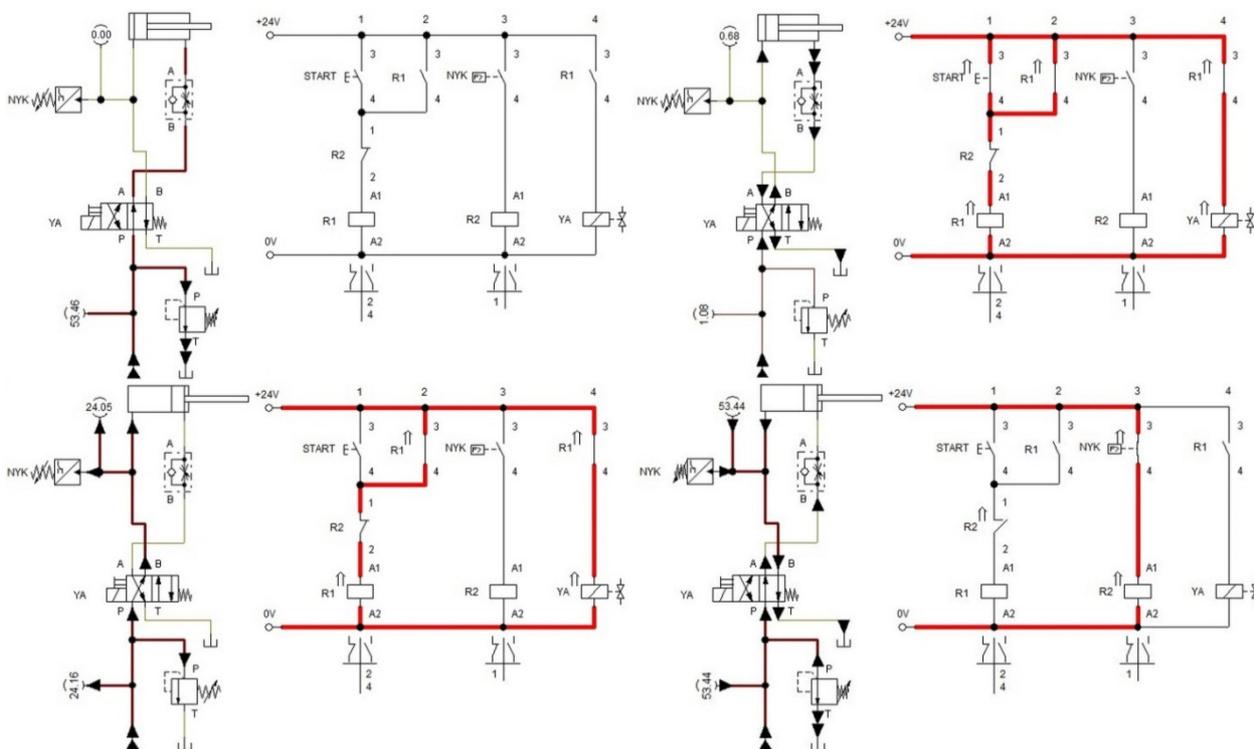
valamint a jelkábel (fekete), ami az információt fogja továbbítani, hogy nyomás elérte-e a beállított nyomás értéket. A nyomáskapcsolóval sorba kötött R2-es relé aktiválása után az egyes ágba az R2 relé bontóérintkezője miatt az öntartás megszűnik, azaz a 4-es ágba vezérelt kimeneti jel (YA) is.



154. ábra: Sajtóberendezés - megépített hidraulikus kapcsolás

### 9.5.2. Hidraulikus sajtó feladat működtetése, tesztelése

Az elkészült hidraulikus és elektromos kapcsolást első lépésben aktívvá kell tenni. Ehhez szükség van a munkaasztal áram alá helyezéséhez és a szivattyú beindításához. Egy munkafolyamat a START nyomógomb megnyomásával kezdődik, ekkor zár a nyomógomb érintkezője és aktiválja az R1 relét. Ez a relé húzza meg az YA tekercset, ami a 4/2-es útváltó szelepen található. A tekercs átváltja a szelepet, a B csatlakozón megjelenik a nyomás és a munkahenger kitolódik. Amint eléri a kapcsolási nyomásértéket a nyomáskapcsoló jele aktiválja az R2-es relét. Mivel az R2 relé bontó segédérintkezője az R1 relé elé van kötve, így annak aktiválásakor megszakad az YA-ra adott kimeneti jel. A 4/2-es útváltó szelep a benne található rugó segítségével visszaáll az alaphelyzetébe (mivel monostabil), és így újra az A csatlakozó kap kimeneti jelet (nyomást). A fojtó-visszacsapó szelep visszacsapó része ebben az áramlási irányban nyit, így a munkahenger a rendszer által biztosított teljes sebességgel tér vissza az alaphelyzetébe (155. ábra).



155. ábra: Sajtóberendezés - működési folyamat

## 9.6. GYAKORI HIBAJELENSÉGEK

Az ebben a fejezetben összegyűjtött jellemző hibák minden egyes feladat megvalósítása során bekövetkezhetnek. Ezért a hibák kiküszöbölése csak úgy valósítható meg, ha az itt felsorolt hibalehetőségekre külön oda is van figyelve!

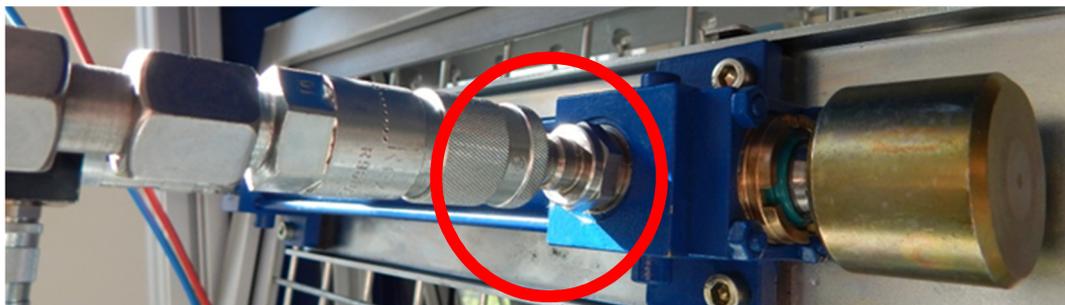
A feladat elvégzése során a hibák eredhetnek a hidraulikus vagy az elektromos részből is. Mivel hidraulikus elemekből kevesebbet használunk fel, illetve ezek a kapcsolások jobban átláthatóak érdemes lehet itt kezdeni a hibakeresést.

- Nyomáskapcsoló kapcsolási értékének túl magas vagy túl alacsony beállítása. Túl alacsony nyomás esetén nem indul el a folyamat (mindig bontja a vezérlést), ha pedig túl magas a nyomás érték, akkor a dugattyú nem tud visszatérni a kiindulási állapotba. A nyomáskapcsoló tetején található egy belső kulcsnyílású szabályozó (
- 156. ábra), ennek segítségével be lehet állítani a megfelelő kapcsolási nyomás értéket.



156. ábra: Nyomáskapcsoló

- Nem megfelelő csőcsatlakozások (
- 157. ábra). Ennek oka lehet a nyomás alatt maradt eszköz, vagy hidraulika cső. Ilyenkor nyomás mentesíteni kell a csövet és/vagy az eszközt. Ez a tartály ágakra való csatlakoztatással megoldható, ezáltal a csőben csökkeni fog a nyomás.



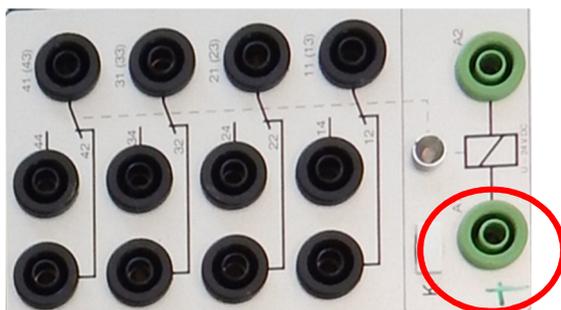
157. ábra: Csőcsatlakozás helytelen bekötése

- A elvárthoz képest fordított működés. Ilyenkor a csatlakozások felcserélésével lehet orvosolni a problémát. (
- 158. ábra).



158. ábra: 4/2-es útváltó szelep csőcsatlakozásai

- Az elektromos kábelek hibás csatlakozása. Az elektromos kapcsolás megépítésekor figyelni kell, hogy a kábelek kellőképpen be legyen dugva, illetve a vezérlő kábelek csatlakozása megfelelő legyen.
- Relék fordított polaritású bekötése. A relék bekötése során figyelni kell, hogy melyik csatlakozás a pozitív (24 V) és melyik a negatív (0 V). A „+” jelölés, amely a relék bal oldali csatlakozása mellett található (
- 159. ábra).



159. ábra: Relé doboz

- A vészstop (leállító) gomb benyomva marad (
- 160. ábra). A gomb mindaddig aktív (nem indítható), amíg vissza nincs húzva.



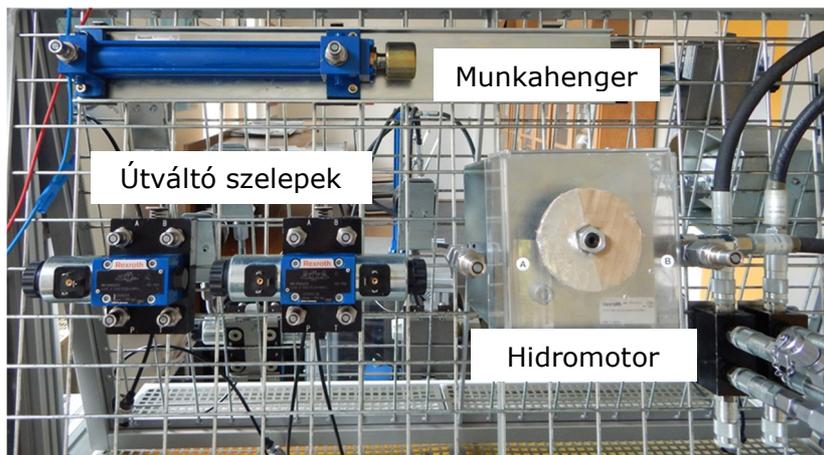
160. ábra: Leállító gomb

## 9.7. KERESZTRETESZELÉS, HIDRAULIKUS MOTOR ÉS MUNKAHENGER KAPCSOLATA

Cél egy olyan kapcsolás létrehozása, amelyben egy hidraulikus motort és egy hidraulikus munkahengert kell működtetni. Az elsődleges feladat, hogy egyszerűen a kettő hidraulikus végrehajtó ne működjön.

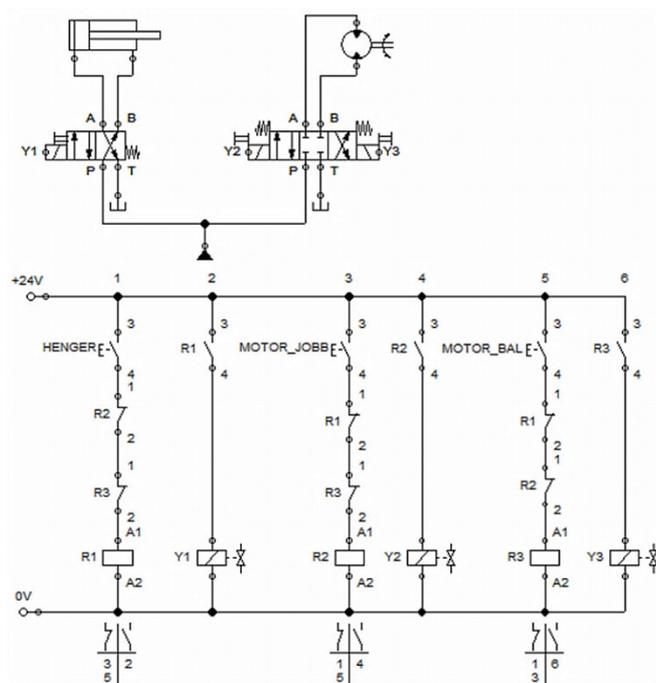
### 9.7.1. Keresztreteszelés feladat megtervezése, megépítése

A feladat megtervezése során a hidraulikus kapcsolásban kevés eszközzel van szükség, nehézsége az elektromos kapcsolásban rejlik. A munkahengeren és hidraulikus motoron kívül, kettő darab útváltó szelepet kell felhasználni. Egy 4/2-es monostabil útváltó szelep vezérli a munkahenger kitolását.



161. ábra: Keresztreteszeléshez felhasznált hidraulikus eszközök

A hidraulikus motornak változtathatni lehet a forgásirányát, amit egy 4/3-as monostabil útváltó szeleppel lehet megvalósítani. Amíg a munkahenger kitolt állapotban van, a hidraulikus motor egyik irányba sem indulhat el, valamint amíg a hidromotor vezérlést kap, nem lehet a munkahengert elindítani!



162. ábra: Keresztreteszelés - hidraulikus és elektromos kapcsolás



Az elkészült hidraulikus kapcsolás megépítése után az elektromos kapcsolás elkészítése következik (

162. ábra). Ehhez nyomógombokra, relékre és az útváltó szelepeken található tekercsekre van szükség.

Az első ág egy nyomógommbal indul, ami a henger kitolását eredményezi. Amíg a nyomógomb nyomva van, addig nem indítható el a hidraulikus motor. Ehhez az szükséges, hogy a munkahengert indító tekercset aktiváló, a nyomógommbal sorba kötött relé elé, be legyen kötve a hidraulikus motor forgását indító, tekercset vezérlő relé bontó segédérintkezői (szintén a nyomógommbal sorba). Tehát a nyomógomb (START) és az R1 relé közé kell kötni az R2 és R3 bontó segédérintkezőket.

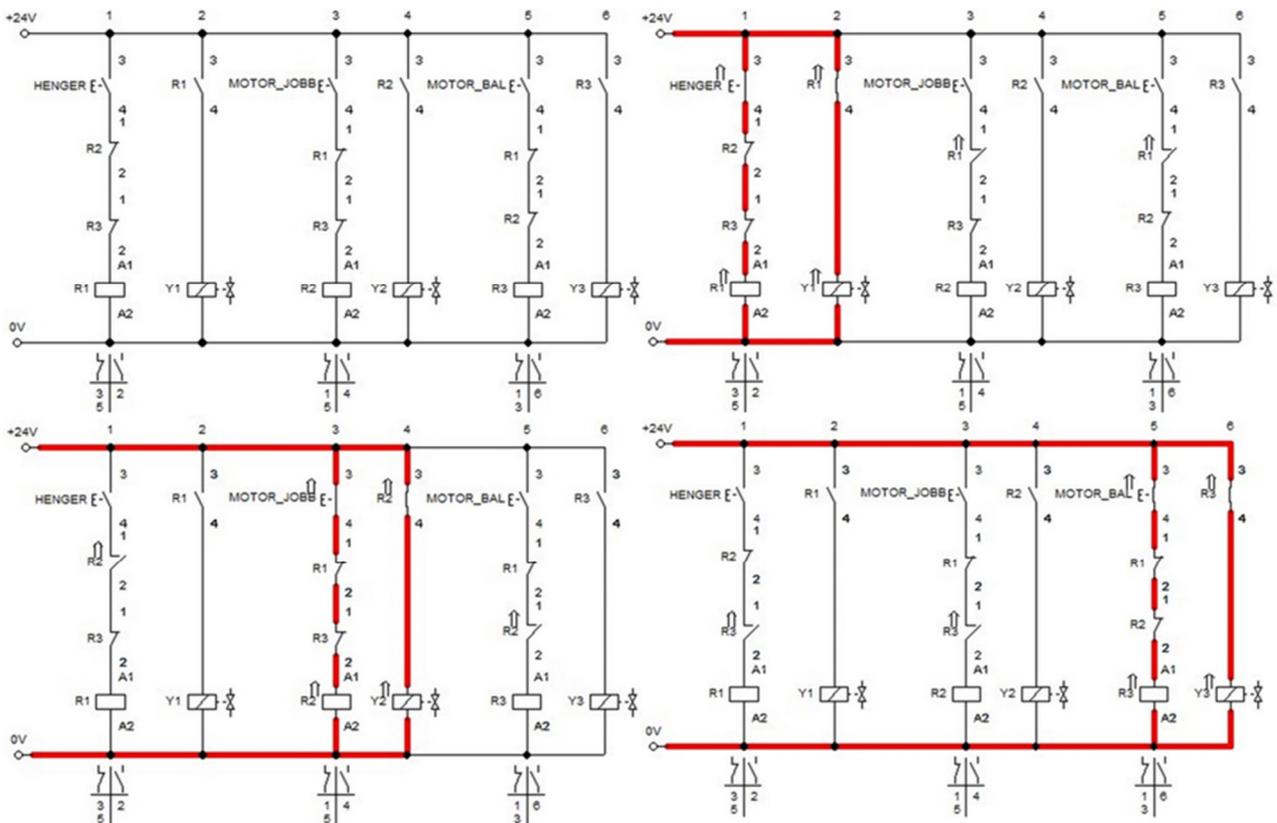
A 2-es ág egy R1 segédérintkezőből, és a munkahengert vezérlő útváltó szelep tekercséből épül fel (Y1). Az egyes és kettős ágak mintájára készül el a hidraulikus motort vezérlő másik kettős vezérlő „ágpár”. Ezekben az ágakban is egy-egy nyomógomb vezérli az R2 és R3 relét. Ha az R2-es relé található az ágba, akkor az R1 és R3 bontó segédérintkezőket kell vele sorba kötni, ha pedig az R3-as relé található az ágba, akkor az R1 és R2 relé bontó segédérintkezőinek a soros kapcsolását kell megvalósítani.

### 9.7.2. Keresztreteszelés feladat működése, tesztelése

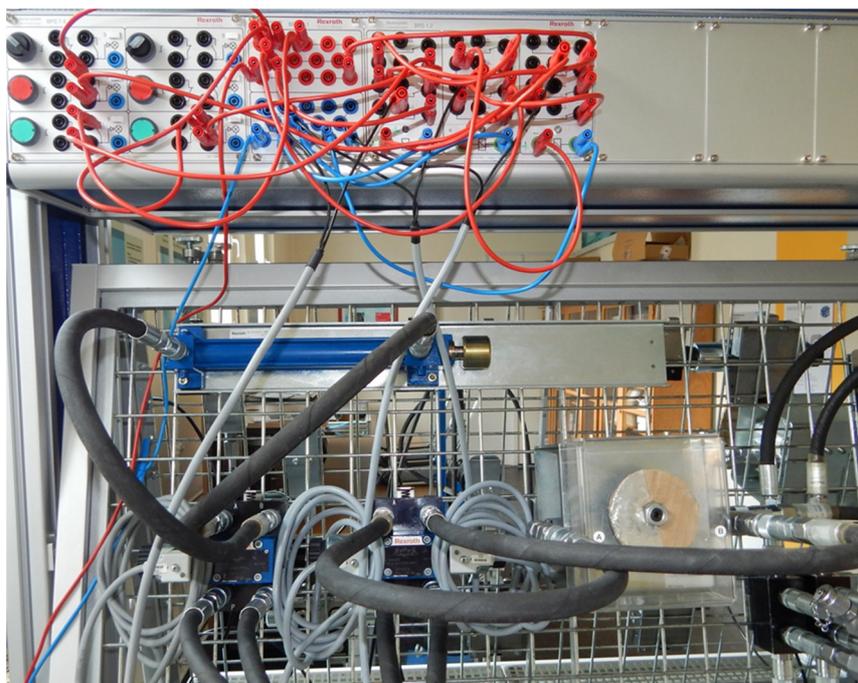
A 162. ábrán található HENGER nyomógombot megnyomva aktiválódik az R1 relé, ami egy segédérintkezőn keresztül áram alá helyezi az Y1 tekercset, illetve az R2 és az R3 relék nem aktiválódnak nyitó segédérintkezők miatt.

A R1 relé átváltja a munkahenger kitolásáért felelős 4/2-es hidraulikus útváltó szelepet (Y1). A szelep A kimenetén megjelenik a hidraulikus nyomás, ezzel egy időben megindul a munkahenger kitolása. Ameddig nyomva van a HENGER gomb, addig tolódik ki a munkahenger a végállásáig. Amennyiben a hidrohenger aktiválása közben bármelyik hidromotort indító nyomógomb (MOTOR\_BAL vagy MOTOR\_JOB) megnyomására nem történik változás, mivel már a korábban aktivált R1 relé segédérintkezői bontják a hidromotor vezérlő ágait. Amennyiben az irányító gombok elengedésre kerülnek, és a hidromotort indító gombok egyike megnyomásra kerül, ekkor működésbe lép az adott áramút, és a keresztreteszelés miatt működése közben a másik kettős nyomógomb inaktívvá válik (163. ábra).

A kapcsolások megépítése során előfordulhat, hogy a keresztreteszelések helytelenül vannak bekötve, mert helyenként az elektromos kapcsolás átláthatatlanná válhat. Fontos, hogy sorrendben, áganként kell a bekötéseket elvégezni. Egy nyomógomb, egy relé és két segédérintkező (mind különböző) legyen megtalálható egy-egy vezérlő ágba.



163. ábra: Keresztreteszélés - működési folyamat



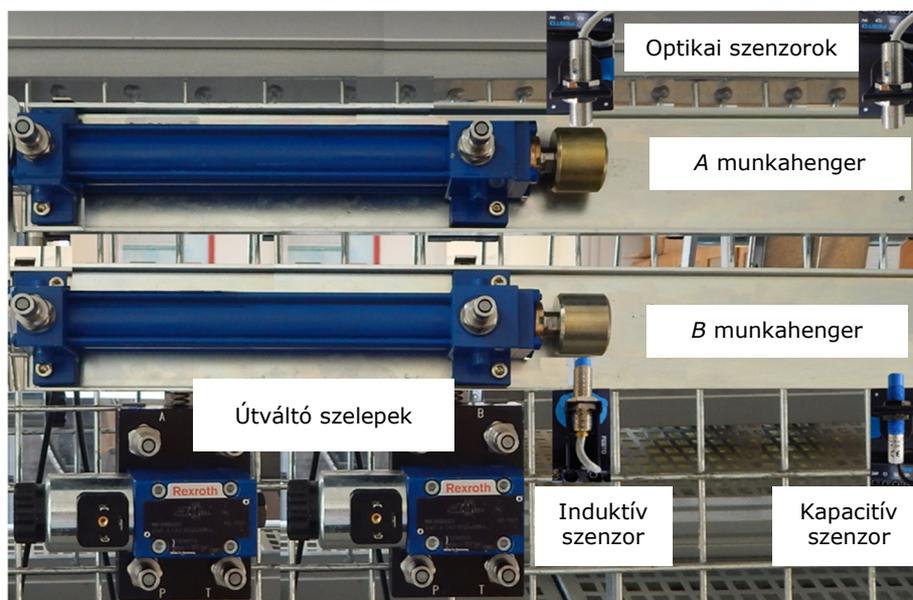
164. ábra: Keresztreteszélés - megépített hidraulikus és elektromos kapcsolás

## 9.8. ÉLHAJLÍTÓ BERENDEZÉS - SORRENDI VEZÉRLÉS, MONOSTABIL ÚTVÁLTÓ SZELEPEK ALKALMAZÁSÁVAL

A feladat kettő munkahenger sorrendi vezérlése. Először az A munkahengert kell kiküldeni, ez tolja ki és rögzíti a munkadarabot, majd ha elérte a végállását, a B munkahenger induljon meg pozitív irányba (közben az A kitolt állapotban marad). Ha B is elérte a végállását, ezzel elvégezve a hajlítási műveletet, vissza kell küldeni a B munkahengert (eközben az A munkahenger külső végállásban marad). Ha a B munkahenger visszatér alap helyzetébe, akkor kell visszaküldeni az A munkahengert is. A munkadarab eltávolítását kézzel végzik (félautomata). A munkafolyamatot egy nyomógombbal kell indítani.

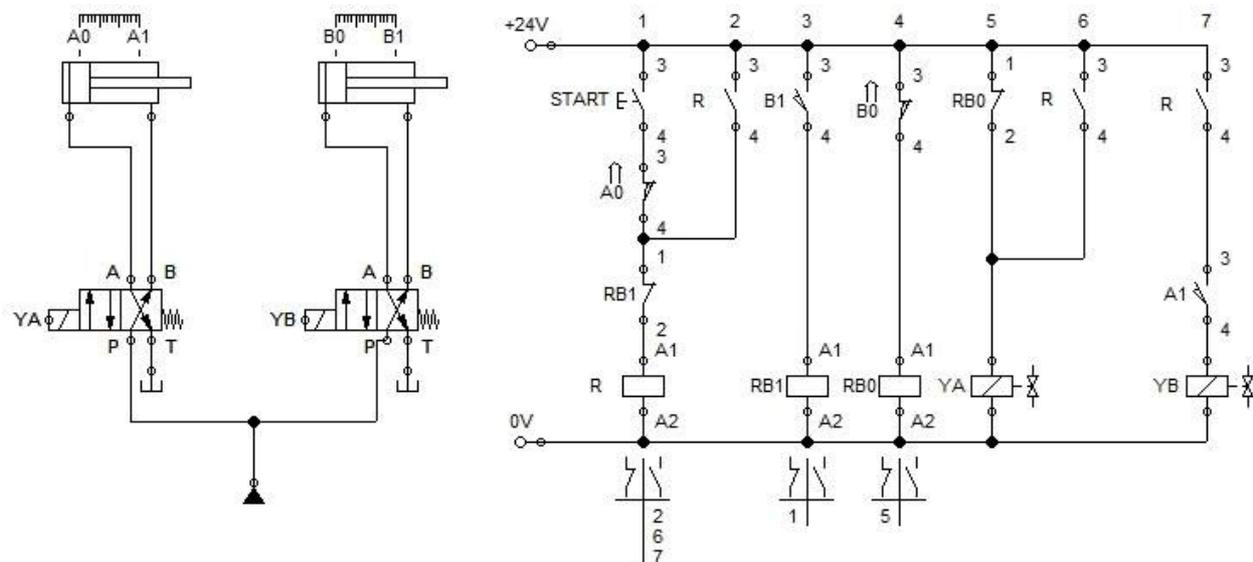
### 9.8.1. Sorrendi vezérlés megtervezése, megépítése

A feladat elkészítéséhez szükség van kettő darab 4/2-es elektromosan vezérelt monostabil hidraulikus útváltó szelepre, kettő darab kettősműködésű hidraulikus munkahengerre valamint négy darab végállást érzékelő szenzorra. Jelen esetben kettő optikai, egy kapacitív és egy induktív érzékelő lett felhasználva. A kettő optikai szenzor az A munkahenger végállásait figyeli. Az induktív szenzor a B munkahenger belső végállását, a kapacitív érzékelő a B munkahenger külső végállapotáról ad jelet (165. ábra).



165. ábra: Élhajlító berendezéshez használt elemek

Az elektrohidraulikus kört előbb a hidraulika megvalósításával kell kezdeni. A kettő darab 4/2-es monostabil útváltó szelep vezérli a munkahengereket.



166. ábra: Sorrendi vezérlés - Elektromos kapcsolási rajz

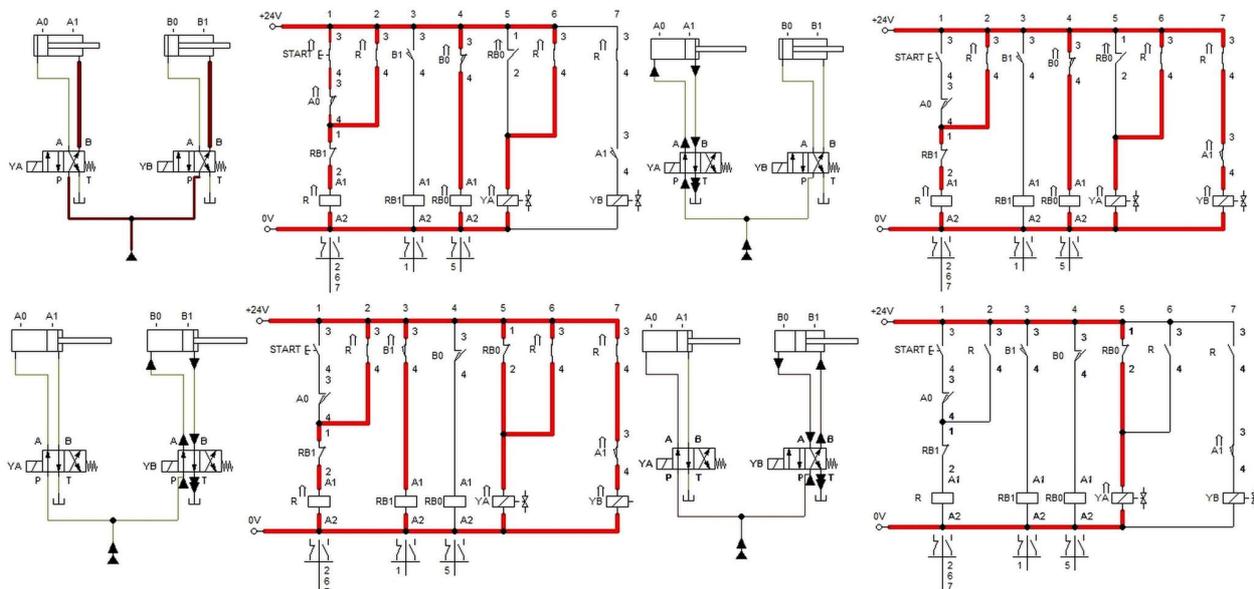
Az elektromos kapcsolásban (166. ábra) csak egy nyomógombra van szükség, mivel a további jeleket a végállás kapcsolók fogják szolgáltatni. A négy darab végállás kapcsolót rögzíteni kell a korábban bemutatott pozíciókba. A B munkahenger végállás kapcsolóit célszerű relére kötni, mivel bontó jelekre lesz szükség az áramkörben. A 24 V-ot a START gombra kell rákötni, vele sorosan kell kötni az A munkahenger belső végállás kapcsolóját (A0), majd a B munkahenger külső végállás kapcsolóját (B1) és az ág utolsó tagja az R relé lesz.

A következő ágban (2) R relé egyik segédérintkezőjét 24 V-ra kell kötni, majd a másik csatlakozóját pedig az A0 és B1 végállás kapcsolók közé, ezzel létrehozva az első ágban az öntartást.

A következő ág (3) azzal indul, hogy a B0 bontó végállás kapcsolóját 24 V-ra kell kötni, majd vele sorosan az A munkahengert vezérlő 4/2-es útváltó szelep YA tekercsét. A B0 végállás kapcsolóval párhuzamosan kell kötni az R relé másik segédérintkezőjét (4) (első csatlakozó 24 V, másik a B0 és az YA közé). Az utolsó ág (5) szintén az R segédérintkezőjével kezdődik, majd vele sorba az A munkahenger kitolt állapotát érzékelő (A1) végállás kapcsoló, majd végül az YB tekercs található, ami a B munkahengert vezérlő 4/2-es útváltó szelepet működteti.

### 9.8.2. Sorrendi vezérlés működése, tesztelése

A munkafolyamatot automatizálhatjuk, ha a nyomógombunkat kapcsolóra cseréljük, mivel a munkafolyamat a START jel állandósítása mellett is lezajlik. Így amennyiben a START jel a folyamat végén aktív, a berendezés új ciklusba kezd. A ciklus pedig a (167. ábra) alapján fog megvalósulni.



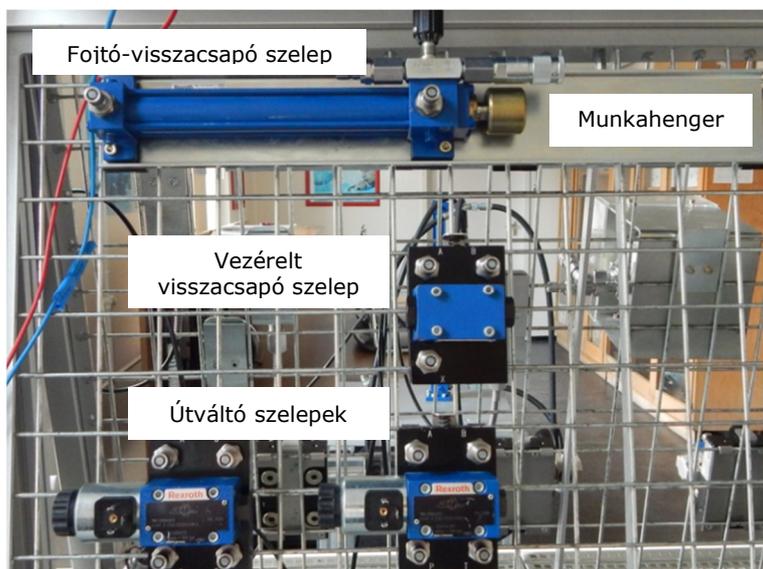
167. ábra: Sorrendi vezérlés működési folyamata

A START gomb megnyomásakor, kapcsol az R relé, ami a segédérintkezőjével öntartásba kerül, mivel az A henger belső vég helyzetében van, így az A0 végállás kapcsoló jelet ad. A harmadik ágba lévő YA tekercs átváltja az A munkahengert vezérlő útváltó szelepet, és a munkahenger kitolódik. Az ötös ágba, ahogy az A1 végállását eléri az A munkahenger, az érzékelő zár és aktiválja az YB tekercset, mellyel az útváltó szelep aktiválódik és kiküldi B munkahengert. Amikor a B munkahenger külső (B1) végállásban kerül, akkor bontja R relét és automatikusan visszamegy a B munkahenger a monostabil útváltó szelep miatt. Az A munkahenger addig nem fog visszatérni, amíg a B henger el nem éri B0 végállást, ami majd bontani fogja az YA tekercs vezérlését. Az A munkahenger visszaérkezése után (A0) a START gomb megnyomásával újra indítható a műveleti sorozat (167. ábra).

## 9.9. KEMENCEAJTÓ MŰKÖDTETŐ ELEKTROHIDRAULIKUS VEZÉRLÉS

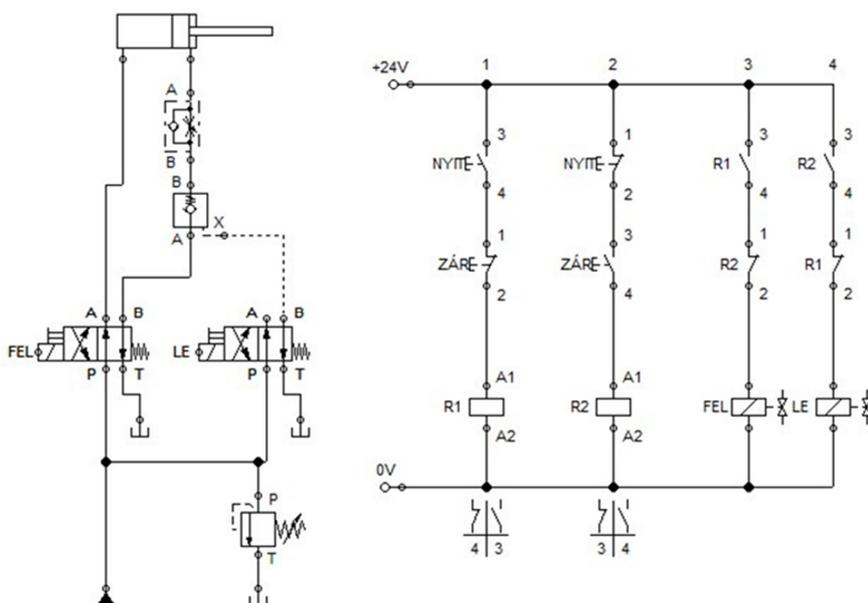
A feladat egy kemenceajtó mozgatása hidraulikus munkahenger segítségével. Biztosítani kell a nagy tömegű ajtó megtartását, amit szintén hidraulikusan kell megvalósítani. Egy-egy nyomógomb működtesse az ajtó nyitását és zárását. Az egész vezérlési folyamatnál a kemenceajtó megfelelő magasságban való megtartása a legfontosabb!

### 9.9.1. Kemenceajtó feladat megtervezése, megépítése



168. ábra: Kemenceajtót működtető feladathoz használt eszközök

A feladat megvalósításához szükség van egy, az ajtó nyitását-zárását jelképező hidraulikus munkahengerre. A munkahenger „záró” ágába a teher megtartás érdekében be kell kötni egy nyitásra vezérelt visszacsapó szelepet, ami az egyik 4/2-es monostabil útváltó szeleppel van vezérelve. A lezárás lassításához egy fojtó-visszacsapó szelepet kell felhasználni. A másik 4/2-es monostabil útváltó szelep végzi a munkahenger (kemence ajtó) irányváltását.



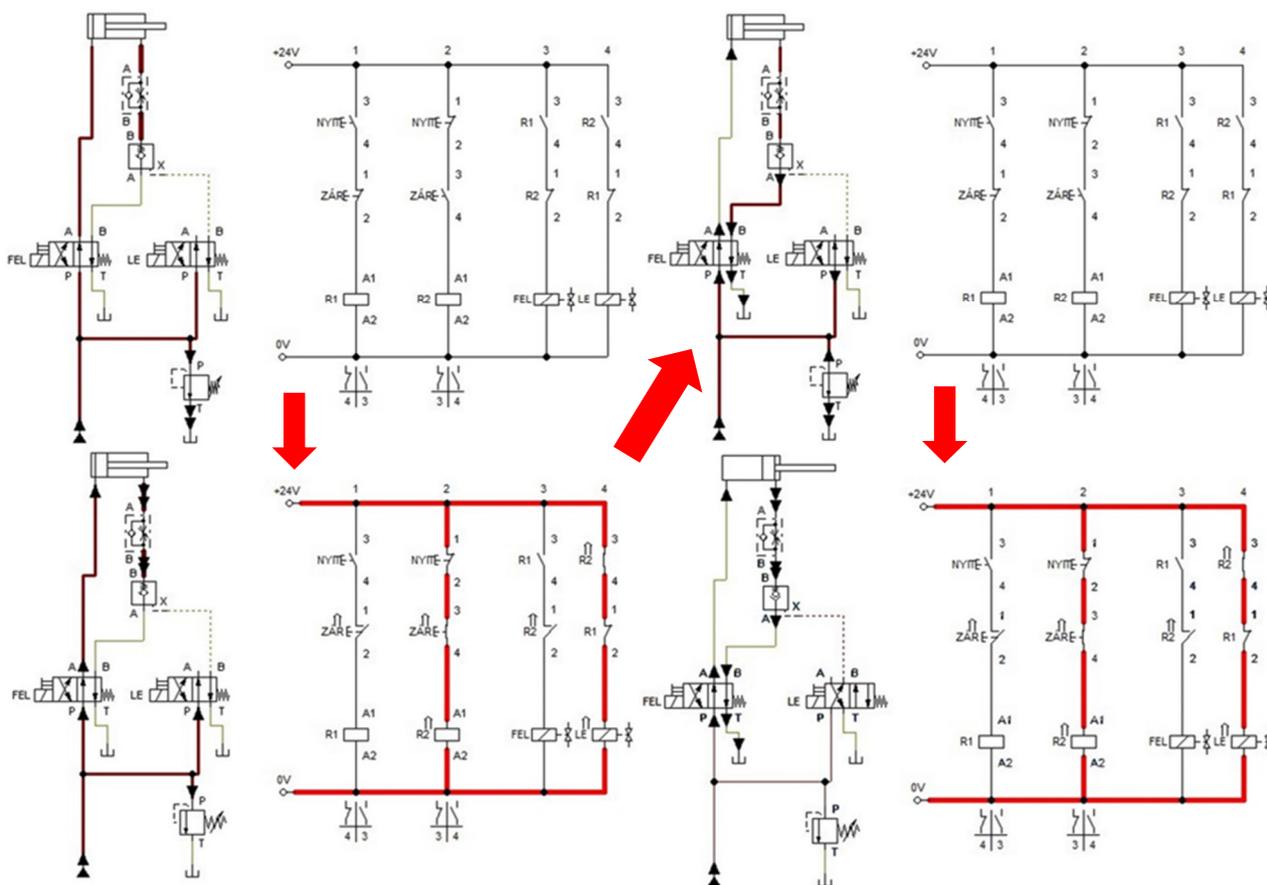
169. ábra: Kemenceajtót működtető feladat hidraulikus és elektromos kapcsolása



Az elkészült a hidraulikus kör megépítése után lehet az elektromos kapcsolás megtervezéséhez hozzákezdeni (

169. ábra). Ennek megépítéséhez két darab nyomógombot, két darab relét és az útváltó szelepek elektromos tekercsei szükségesek. Az első ágot (1) a NYIT nyomógommbal kezdjük, majd ezzel sorba kötve a ZÁR nyomógomb alaphelyzetben zárt érintkezőjét (az egyszerre történő vezérlés elkerülése végett). Ezt követi az R1 relé, ami az ajtó emeléséért felelős tekercset működteti. A második ág (2) struktúráját tekintve megegyezik az elsővel, ez a vezérelt visszacsapó szelep működtetését végzi.

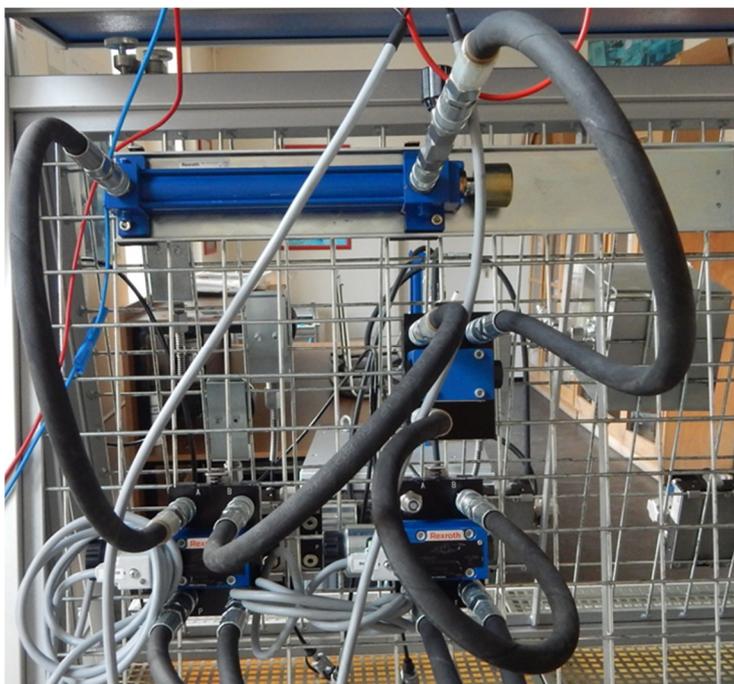
### *9.9.2. Kемenceajtó feladat kapcsolásának működése, tesztelése*



170. ábra: Kemenceajtó feladat működési folyamata

A NYIT gomb lenyomva tartásakor a kemenceajtó felemelkedik, de a gomb elengedésekor fordul a munkafolyadék iránya, de a vezérelt visszacsapó szelep megakadályozza az ajtó visszasüllyedését. Amint a ZÁR nyomógomb aktiválódik (és nyomva tartva marad) kinyit a vezérelt visszacsapó szelep és lesüllyed a kemenceajtó (

170. ábra). Hibalehetőség lehet a vezérelt visszacsapó szelep csatlakozásainak felcserélése.



171. ábra: Kemenceajtó feladat megépített hidraulikus kapcsolás

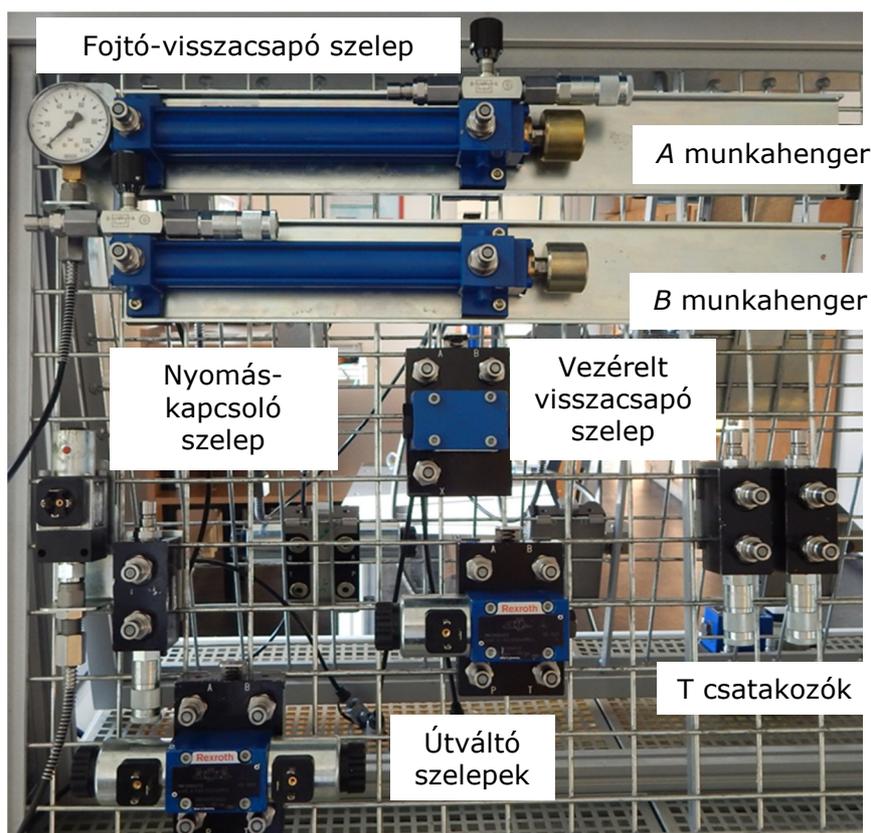
## 9.10. SZERELŐ AUTOMATA BERENDEZÉS ELEKTROHIDRAULIKUS VEZÉRLÉSE

Egy szerelő automata egy munkadarab függőleges irányú előszerelését végzi az A hengerrel, majd a furatok utómunkálatát a B munkahengerrel. Az A munkahenger kitolása után, az előszerelés végén egy nyomáskapcsoló vezérli a B munkahenger indítását. A függőleges egység tömegének megtartásához teher tartó kapcsolást kell alkalmazni. A megmunkálási ciklus a START nyomógombbal indul, és a STOP reteszeltető nyomógomb hatására a szerelő automata visszaáll alaphelyzetbe. A reteszelt állapotról egy lámpa ad visszajelzést. A reteszelés megszüntetésekor indítható újra a gép.

### 9.10.1. Szerelőautomata feladat megtervezése, megépítése

A feladat elkészítéséhez szükség van a fent említett kettő darab kettősműködésű hidraulikus munkahengerre, valamint az ezeket irányító útváltó szelepekre. Ezek közül az A (előszerelést végző) munkahenger vezérléséhez egy 4/3-as monostabil útváltó szelep, míg a B (furat utómunkálást végző) munkahengerhez egy 4/2-es monostabil útváltó szelep lett felhasználva. Az előszerelés végét jelző nyomáskapcsoló mellett szükség van, egy a pontos kapcsolási nyomásérték beállításához szükséges manométerre. A teher tartó kapcsolást egy vezérelt visszacsapó szeleppel kell megvalósítani. A teljesítménynövelés és a sebességszabályozás érdekében két darab fojtó-visszacsapó szelepet is fel kell használni, amelyek a

munkahengerek visszafolyó ágain végzik a fojtást. Végül a nagyszámú csatlakozás miatt szükség van kettő darab „T” csatlakozóra. Az egyik a P (nyomó) ágat osztja szét, a másik a T (tartály) ágat (172. ábra).

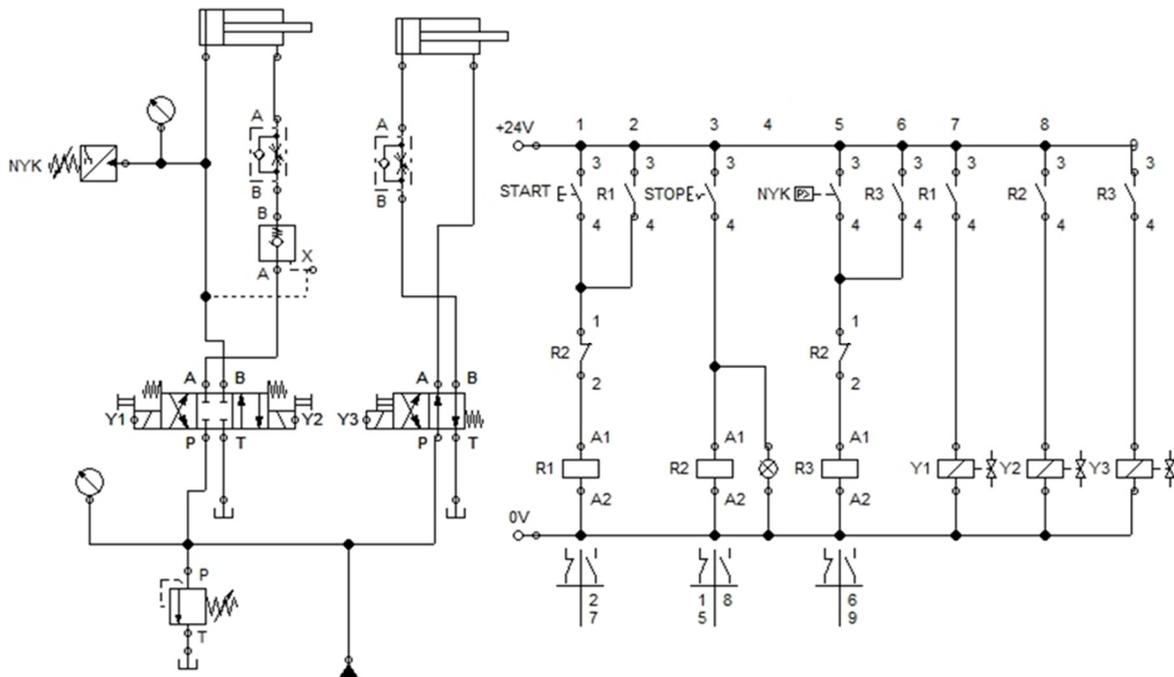


172. ábra: Szerelő automata - felhasznált eszközök

A hidraulikus kör megépítése az előszerelő résszel kezdődik. A 4/3-as útváltó szelep nyomás és tápcsatlakoztatása után, az A csatlakozását a vezérelt visszacsapó szelep A (bemeneti) csatlakozására kell kötni. A vezérelt visszacsapó B csatlakozása az egyik fojtó-visszacsapó szelep B csatlakozásába kapcsolódik, majd ezt az A munkahenger visszahúzó ági csatlakozása követi. A 4/3-as útváltó szelep B csatlakozása egy T elosztón keresztül az A munkahenger kitoló csatlakozásához kapcsolódik. A T elosztó a nyomáskapcsoló és a hozzá tartozó manométer csatlakoztatásához szükséges.

A furat utómunkáló ág megépítését a 4/2-es útváltó szelep P és T csatlakozásával célszerű kezdeni, majd az A csatlakozást a munkahenger visszahúzó csatlakozására kötni. A 4/2-es szelep B csatlakozóját a másik fojtó-visszacsapó szelep B csatlakozásával kell összekapcsolni, majd annak A csatlakozását rákötni a B munkahenger kitoló (dugattyú oldali)

csatlakozására. Be kell kötni a nyomáshatárolót, és az ehhez tartozó manométert is, így a hidraulikus kör nyomását közvetlenül meg lehet figyelni.

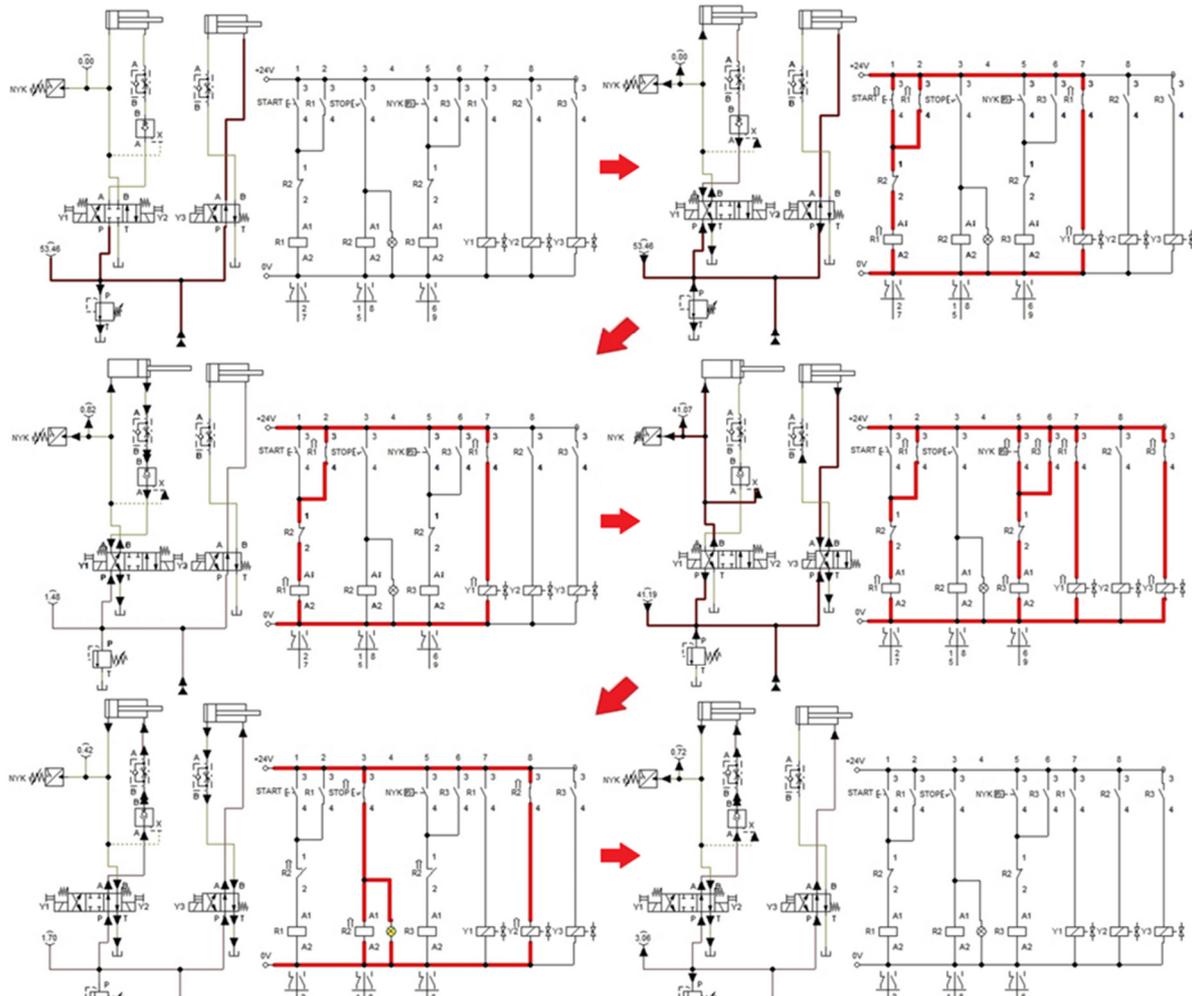


173. ábra: Szerelő automata feladat hidraulikus és elektromos kapcsolás

Az elektromos kör megépítése a 0 V és 24 V-os csatlakozások elosztóba történő bekötésével kezdődik. Egy választott START nyomógombot rá kell kötni a 24 V-ra, majd ezzel párhuzamosan az R1 relé egy alaphelyzetben nyitott segédérintkezőjét (öntartás céljából). A nyomógombbal sorba kell kötni az R2-es relé egyik bontó segédérintkezőjét, majd az R1-es relét. Az R1 relé segédérintkezőjét a START és az R2 segédérintkezők közé kell bekötni. A (3) ágat a STOP kapcsolóval kell kezdeni, amit rá kell a R2 relére kapcsolni. Az R2 relével párhuzamosan be kell kötni a reteszelés jelző lámpát is. Az (5) ágban a 24 V-ra kell kötni a nyomáskapcsoló piros kábelét, és a 0 V-ra a kékét. A nyomáskapcsoló sorba kötést a fekete jelkábelével kell folytatni, amivel sorosan kell kötni az R2 relé egy másik, (korábban nem használt) bontó segédérintkezőjét, valamint az R3 relét, aminek negatív csatlakozását a 0V-ba kell bekötni. Az R3-as relével kell megvalósítani az (5) ág öntartását úgy, hogy a nyomáskapcsoló (NYK) fekete jelkábeléhez csatlakoztatjuk az R3 relé segédérintkezőjét, másik csatlakozására pedig 24 V-t kell kötni. A (7), (8), (9) ág a korábban felhasznált relék (R1, R2, R3) alaphelyzetben nyitott segédérintkezőinek a 24 V-ra kötésével indul, majd ezekhez kell csatlakoztatni az egyes útváltó szelepek (Y1, Y2, Y3) vezérlését végző tekercsek piros (24 V) kábeleit. Az útváltó szelepek vezérlésére szolgáló kék kábeleket a 0 V-ra kell kötni, amelyen kialakul a végleges irányító áramkör (

173. ábra). Valóságban a hidraulikus és elektromos körök kapcsolatát az útváltó szelepeket vezérlő kábelek valósítják meg.

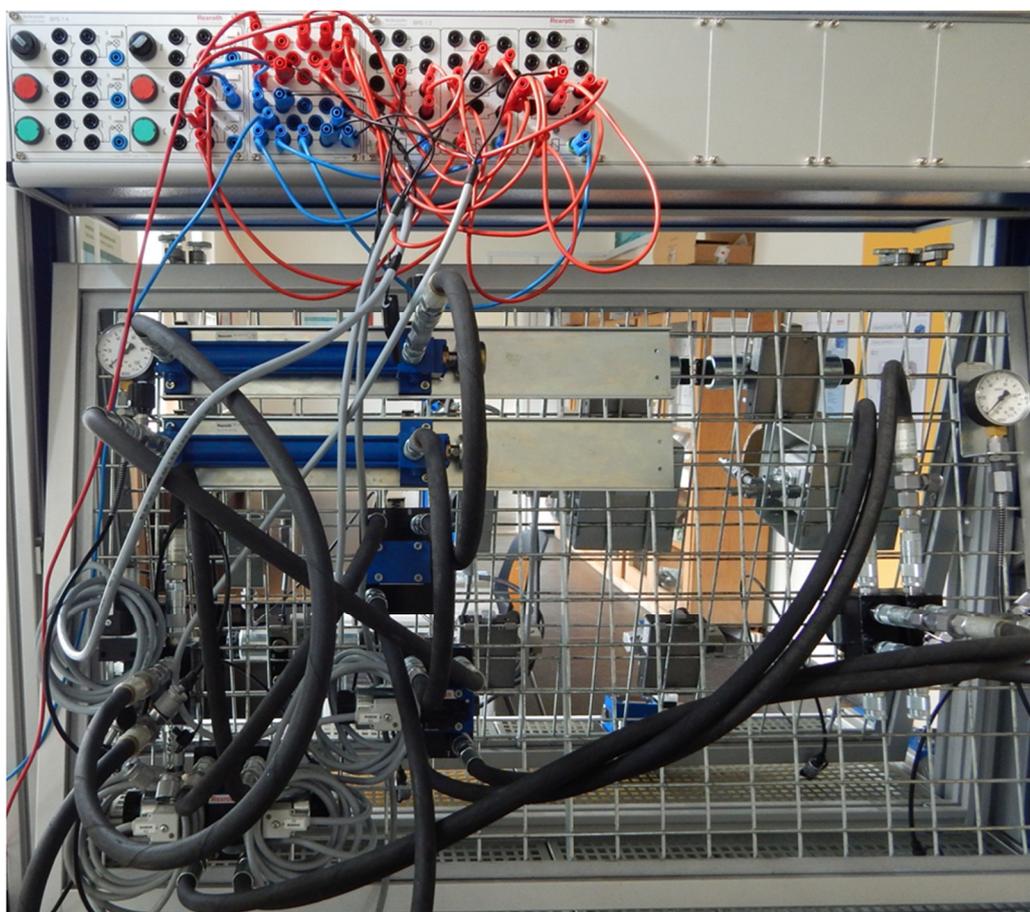
### 9.10.2. Szerelőautomata feladat kapcsolásának működése, tesztelése



174. ábra: Szerelő automata - működési folyamat

A START nyomógomb megnyomására meghúzza az R1 relé és a segédérintkezőjén keresztül zárja az Y1 tekercset. A tekercs átváltja a 4/3-as útváltó szelepet a bal oldali állásába, és a szelep B csatlakozásán megjelenő nyomás kitolja a munkahengert. Ha az A munkahenger (bal oldali) eléri a végállását, a dugattyú oldalon (kitoló ágon) megnő a nyomás, és amint elérte a kapcsolási nyomásértéket, a nyomáskapcsoló jele aktiválja az R3-as relét. Az R3 relé az Y3 tekercs segítségével átváltja a B munkahengert (jobb oldali) vezérlő 4/2-es útváltó szelepet és a B munkahenger kitolódik. A munkahengerek a STOP kapcsoló aktiválására visszatérnek behúzott állapotukba, mivel az R2 relé bontó segédérintkezői megszüntetik a kitolásért

felelős jeleket (R1, R3 relé). Ezzel párhuzamosan aktiválja az Y2 tekercset, így az A munkahenger a 4/3-as szelep jobb oldalának gerjesztésével visszatér alaphelyzetébe. A reteszelt állapotot a kapcsolóba épített lámpa jelzi. A folyamat nem indítható újra addig, amíg ez az állapot aktív (174. ábra). A feladat elkészítése során több hiba is előfordulhat, ami nem várt működést eredményezhet, például a nyomáskapcsoló értékének rossz beállítása (túl kevés nyomás - nem indítja el a B hengert) vagy a munkahengerek csatlakozásainak felcserélése (nem indul el a folyamat vagy fordított működés).

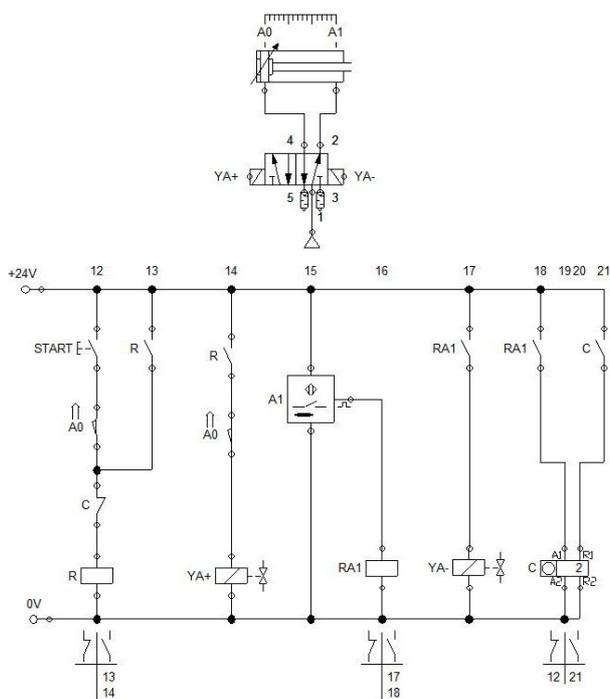


175. ábra: Szerelő automata megvalósított hidraulikus és elektromos kapcsolása

## 10. AZ ELEKTROMOS ÉS A RELÉS VEZÉRLÉS KAPCSOLATA

A 8-as és a 9-es fejezetben pneumatikus és hidraulikus feladatokon keresztül bemutatásra került az elektromos vezérlés jelentősége és szerepe. Mint ahogy a korábbi fejezetekben látszott, hogy némelyik bonyolult feladathoz (142. ábra, 175. ábra) igen sok elektromos kábelt kellett felhasználni az elektromos vezérlés kialakításához. Ezt a fajta, sokszor átláthatatlan direkt kapcsolatok kiválthatók a programozható logikai vezérlőkkel (PLC, Programmable Logic Controller). A relés vezérlés az LD (Ladder Diagram) létradiagramos programozási nyelvnek teljes mértékben megfelel. Ennek a jegyzetnek nem célja a PLC programozás megtanítása, ugyanis annak elsajátítása egy teljes kurzust, jegyzetet magába foglalna. Ennek ellenére egy gyakorlati példán keresztül bemutatásra kerül, hogy a relés logika mennyire hasonlít a létradiagramos programozási nyelvre. A bemutatásra kerülő feladat, például egy dobozba pakolási (számlálási) műveletet valósít meg:

A munkahenger alkatrészeket tol ki egy dobozba. A start gomb megnyomása után a munkahenger a belső véghelyzetéből térjen ki a külső véghelyzetébe, majd onnan automatikusan térjen vissza. Ezt ismétlje automatikusan annyiszor, ahány darabszám be lett állítva a számlálón.



176. ábra: Számláló megvalósítása elektropneumatikus vezérléssel

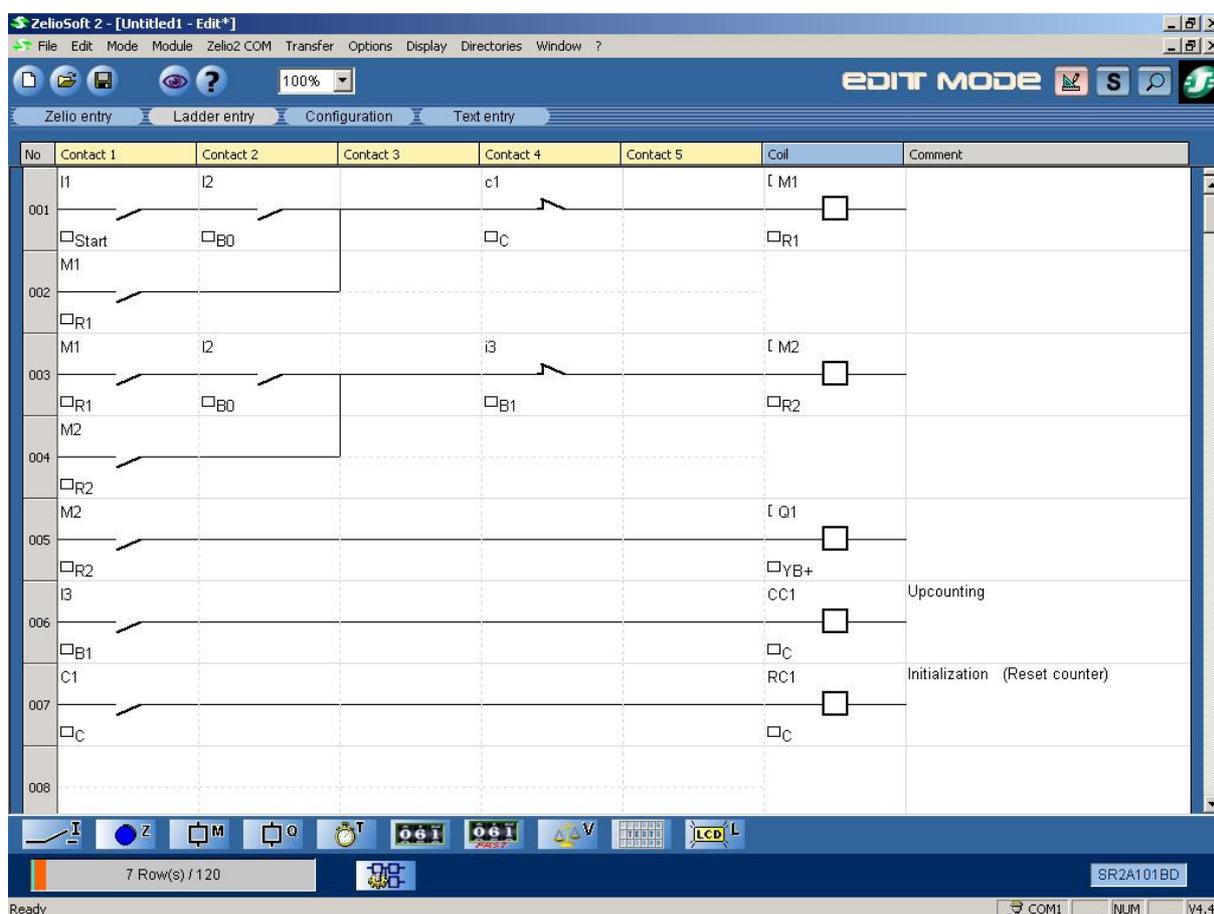


A feladat bemutatása a Zelio Soft 2 szoftver segítségével valósul meg (177. ábra). Az ábrán látható, hogy az elnevezések nagyon hasonlítanak a 176. ábrán látható elnevezésekre. A különbség abban van, hogy minden PLC-nek vannak korlátozott fizikai paramétereit (be és kimeneti egységek), amiket figyelembe kell venni, és azok fogják meghatározni a szenzorok és aktuátorok fizikai címét. Tehát pl.:

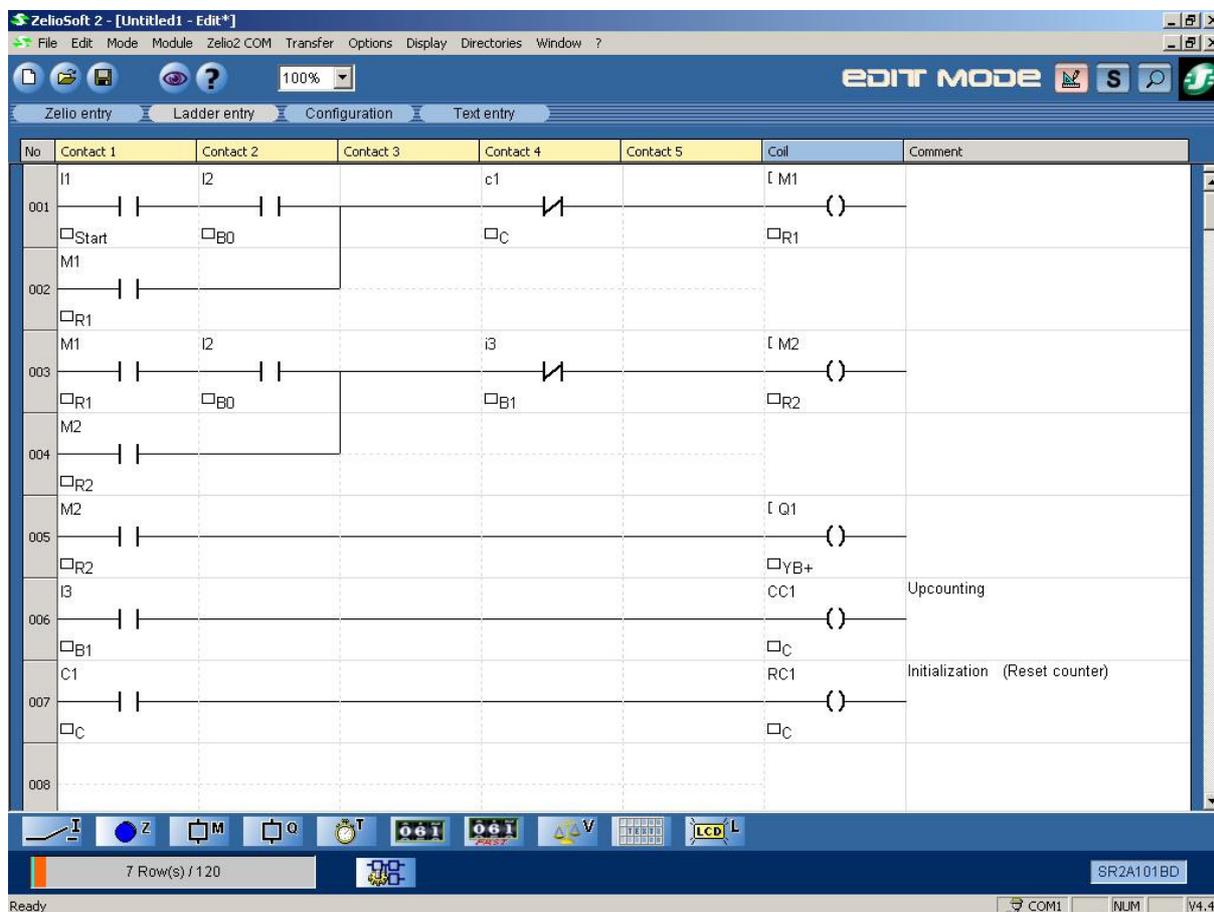
I1-I8: 1-8-as bemeneti (szenzor) egység, => start gombok, érzékelők,

Q1-Q4: 1-4-es kimeneti (aktuátor) egység, => mágnes szelepek,

M1-M16: 1-16-os merker (köztes tároló) egység => relék.



177. ábra: Számláló feladat megvalósítása Zelio Soft 2 szoftverben elektromos szimbólumokkal



178. ábra: Számláló feladat megvalósítása Zelio Soft 2 szoftverben PLC-s szimbólumokkal



## 11. P-, H-, V-, GÉPEK ÖSSZEHAISONLÍTÁSA

10. táblázat: A gépek működési módjuk szerinti összehasonlítása [11]

	<b>Pneumatikus</b>	<b>Hidraulikus</b>	<b>Villamos</b>
Energia-előállítás	Helyhez kötött, mozgatható kompresszorberendezésekben. Hajtás villamos- vagy belsőégésű motorral. A kompresszorrendszere a kívánt nyomás és mennyiség szerint választható. Levegő mindenütt van korlátlan mennyiségben sűrítés céljára.	Helyhez kötött és mozgatható szivattyúberendezésekben. Hajtás villamos motorral, kivételes esetekben belsőégésű motorral, generátoron és villamos motoron keresztül. Kis berendezések kézi üzemmel is. A szivattyúrendszere a kívánt nyomás és mennyiség szerint választható.	Termelőhelyhez kötve (víz-, szén-, atomenergia).
Energia-tárolás	Nagy mennyiségek tárolása is lehetséges nagy ráfordítás nélkül. A tárolt sűrített levegő szállítható (gázpalackok).	Tárolás csak korlátozott mértékben, segédeszközzel; csupán kis mennyiségekre gazdaságos.	Tárolás nagyon nehéz és költséges, inkább csak kis mennyiségek esetén (akkumulátor, elem).
Energia-szállítás	Vezetékekben könnyen szállítható mintegy 1000 m-ig (nyomásvesztés).	Vezetékekben mintegy 100 m-ig szállítható (nyomásvesztés).	Egyszerűen szállítható korlátlan távolságra.
Szivárgások	Az energia veszteségek alkalmával a sűrített levegő a szabadban szétoszlik.	Energiavesztés: a hidraulikafolyadék a környezetet erősen szennyezi.	Más alkatrészekkel való kapcsolat (vezetőképesség) nélkül nincs energiavesztés.
Energia-költségek	A villamoshoz és a hidraulikához viszonyítva nagyok.	Kisebbség.	A legkisebb energiaköltségek.
A környezet hatása	A sűrített levegő érzéketlen a hőmérsékletingadozásokra. Nincs tűz- és robbanásveszély külön védelmi intézkedések nélkül sem. Magas légnedvesség hőmérséklet esetén jegesedés veszély.	Hőmérsékletingadozásokra érzékeny. Szivárgás esetén tűzveszély lehetséges.	Érzéketlen a hőmérsékletingadozásokra (normál tartományban szigetelőanyag). Veszélyeztetett területeken külön védelmi berendezés szükséges tűz és robbanás ellen.
Egyenes vonalú mozgás	Munkahengerekkel egyszerűen megvalósítható mintegy 2000 mm löketig, nagy gyorsulás és lassulás, sebesség kb. 10 mm/s- 10 m/s-ig.	Munkahengerekkel könnyen elérhető. Jó szabályozhatóság a lassú sebességtartományban.	Csak rövid utak esetén emelőmágnással, egyenes mozgású, motorral, egyébként forgó mozgásból mechanikus szerkezetek segítségével.
Elforgató mozgás	Henger, fogazott rúd és fogaskerék révén. Adatok, mint az egyenes vonalú mozgásnál. Forgatóhengerekkel 360°-ig egyszerűen elérhető.	Hengeren és forgatható hajtáson át egyszerűen megvalósítható 360°-ig és azon felül is.	Forgó mozgásból mechanikus szerkezetek segítségével.



	<b>Pneumatikus</b>	<b>Hidraulikus</b>	<b>Villamos</b>
Forgó mozgás	Nagy fordulatszám tartomány, több mint 500 000 ford/min-ig, Egyszerű forgásirányváltás.	Különbéféle szerkezetű hidraulikus motorok. A fordulatszám-tartományuk kisebb, mint a pneumatikus motoroké, jobb szabályozhatóság a lassú tartományban.	Legjobb a hatásfoka a forgó hajtásoknál.
Egyenes vonalú mozgatóró	A kis nyomás miatt, kis teljesítménysűrűség. Túlterhelhető a nyugalmi helyzetig. A tartás (nyugalmi helyzet) nem igényel energiafogyasztást. Nyomóerők a levegőnyomástól és a hengermérettől függően 10 N-30 000 N között gazdaságosak.	A nagy nyomás miatt, nagy a teljesítménysűrűség. Túlterhelhető a biztonsági határig (biztonsági szelep). A tartás állandó energiafogyasztást igényel	Roszbabb hatásfok a beiktatott mechanikai szerkezetek miatt. Nem szabad túlterhelni. Üresjáratban nagy az energiafogyasztás.
Forgató erő	Teljes forgatónyomaték nyugalmi helyzetben is, energiafogyasztás nélkül. Túlterhelhető a nyugalmi helyzetig, hátrányos körülmények nélkül. Kis teljesítménysűrűség, üresjáratban nagy energiafogyasztás.	Teljes forgatónyomaték nyugalmi helyzetben is. Ugyanitt legnagyobb az energiafogyasztás. A biztonság határig túlterhelhető (biztonsági szelep). Nagy teljesítménysűrűség.	Csak csekély forgatónyomaték nyugalmi helyzetben, nem szabad túlterhelni. Kis teljesítménysűrűség
Szabályozhatóság	Az erő a nyomás (nyomáscsökkentő szelep) segítségével 1:10 tartományban egyszerűen szabályozható. Terhelésfüggő. A sebesség fojtószeleppel vagy gyors üritőszeleppel egyszerűen szabályozható. Az alsó sebességtartományban a sebességcsökkentés rossz.	Az erő a nyomás segítségével széles tartományban egyszerűen szabályozható, kevésbé terhelésfüggő. A sebesség: nagyon jó és pontos szabályozhatóságú a lassú tartományban.	Csak korlátozott lehetőségek. Nagy költség.
Anyagkezelés	Kevés ismerettel is jó eredmények érhetők el. Vezérlőrendszerek felépítése és üzembe helyezése egyszerű, jó oktatási eszközök.	Nehezebb, mint a pneumatikánál. Nagy nyomásoknál biztonsági, szivárgási és tömítési problémák.	Csak szakismerettel. Balesetveszély, rövidzárlatveszély, hibás csatlakozáskor a készülékek és a vezérlés tönkremennek.
Zajok	A kipufogás zajok kellemetlenek, hangtompítókkal nagymértékben csökkenthetők.	Nagyobb nyomásoknál szivattyúzajok. A hang a merev csővezetékben tovatérjed.	Mágneskapcsolók és emelőmágnesek nagy zajjal kapcsolnak egyébként a műhely zajon belül.



## FELHASZNÁLT IRODALMAK

- [1] **Dudás I.:** *Gépgyártástechnológia I. A gépgyártástechnológia alapjai.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2011., p. 583.
- [2] **Fancsali J.:** *Géprajz*, kézirat, 9. változatlan kiadás, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2004., p. 260.
- [3] **Fridrik L., Leskó, B.:** *Gépgyártástechnológia alapjai (II. sz. segédlet)*, kézirat, II. változatlan kiadás, Tankönyvkiadó, Budapest, 1987., p. 200.
- [4] **Jakab S., Kodácsy J.:** *Szerelés és Javítástechnika*, Kecskeméti Főiskola, Kecskemét, 2011., p. 163.
- [5] **Kövesi Gy.:** *Gépipari alkatrészgyártás és szerelés technológiai tervdokumentáció készítésének számítógépes támogatása*, Miskolci Egyetem, Miskolc, 2005. p. 43.
- [6] **Terplán Z.:** *Gépelemek II/1.*, kézirat, Tankönyvkiadó, Budapest, 1970., p. 216.
- [7] **Szabó T.:** *Gépészeti automatizálás*, Edutus Főiskola, Tatabánya, 2011., p. 98.
- [8] **Takács J.: szerk.:** *Gyártásautomatizálás*, Typotex kiadó, Budapest, 2012., p. 192.
- [9] <http://www.hns.eu/test/Tevekenyseg/> Letöltve: 2015.06.11.
- [10] [http://www.prospot.sk/robotized\\_sk.php](http://www.prospot.sk/robotized_sk.php) Letöltve: 2015.06.11.
- [11] **Veres Gy.:** *Hidraulika és pneumatika*, Pannon Egyetem, Veszprém, 2011., p. 103.
- [12] **Balpataki A., Bécsi T., Károly J., Márton G., Szentannai G.:** *Járműhidraulika és -pneumatika*, Typotex Kiadó, Budapest, 2012. p. 185.
- [13] **Kulcsár B., Pápai F.:** *Az anyagmozgatás irányítás- és automatizálástechnikája*, Typotex Kiadó, Budapest, 2012. p. 175.
- [14] **Festo Didactic:** *P111 Bevezetés a pneumatikába*, Budapest 2006.
- [15] **Festo Didactic:** *EP211 Bevezetés az elektropneumatikába*, Budapest 2006.
- [16] **Festo Didactic:** *H511 Bevezetés a hidraulikába*, Budapest 2011.
- [17] **Festo Didactic:** *EH611 Bevezetés az elektrohidraulikába*, Budapest 2003.
- [18] **Hantos T., Barak A., Nagy L., Simon G.:** *Hidraulika alapjai*, Miskolci Egyetem, HEFOP 2007.
- [19] **Vraukó L.:** *Gépipari szerelési példatár*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983., p. 306.
- [20] **Fridrik L., Nagy S., Orosz L., Vékony S.:** *Alkatrészgyártás és szerelés I. (Alkatrészgyártás)*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1990., p. 313.
- [21] **Gács Gy.:** *Alkatrészgyártás és szerelés II. (Szerelés)*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1989., p. 220.



- [22] **Németh T.:** *Gépipari szerelés*, 2. átdolgozott kiadás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981., p. 363.
- [23] **Klaus B.:** *Gyártási és szerelési kézikönyv*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980., p. 726.
- [24] **Bálint L.:** *A forgácsoló megmunkálás tervezése*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1961., p. 883.
- [25] **Korbuly L., Szécsy L.:** *Gépek szerelése*, Nehézipari Könyvkiadó, 1954., p. 404.
- [26] **Gyáni K.:** *Gépgyártástechnológia alapjai I.*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1980, p. 131.
- [27] **Dudás I.:** *Gépgyártástechnológia III., Megmunkáló eljárások és szerszámaik, Fogazott alkatrészek gyártása és szerszámaik*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2011., p. 538.
- [28] **Gribovszki L.:** *Gépipari megmunkálások*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1977, p. 451, ISBN 963 17 2404 2