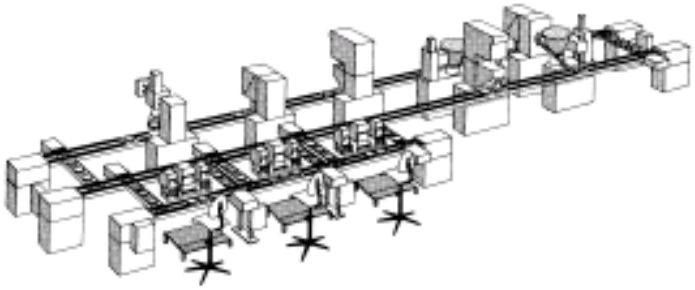
BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPGYÁRTÁSTECHNOLÓGIA TANSZÉK

SZERELÉS ÉS TERVEZÉSE

(Szerelési folyamat szervezésének elemei)

2. RÉSZ



KÉSZÜLT: BUDAPESTEN, 2013. NOVEMBER 19.-ÁN

ÖSSZEÁLLÍTOTTA: ***DR. BOÓR FERENC***

KÖZREMŰKÖDÖTT: *DR. FUTÓ BORBÁLA*

ÉS *SZÁNTAI MIHÁLY*

A SZERELÉS C. TÁRGY ELŐADÁS (TÖMÖRÍTVÉNY) **ANYAGA**

(2. RÉSZ TARTALOMJEGYZÉK)

3. SZERELÉSI FOLYAMAT ÉS ESZKÖZEI 51

3.1. A SZERELÉSI FOLYAMAT DEFINÍCIÓI 51
3.2. SZERELÉSI ELJÁRÁSOK 51
3.2.1. Kezelés 45
3.2.2. Összeállítás (egyesítés) 50
3.2.3. Ellenőrzés 53
3.2.4. Speciális szerelési eljárások 54
3.3. A SZERELÉS ESZKÖZEI 56
3.3.1. Tárolóeszközök – szereldei raktárak eszközei 56
3.3.2. Szállító- és továbbító berendezések és rendszerek 56
3.3.3. Automatikus adagolás és berendezései – a tároló, rendező és továbbító berendezések 58
3.3.4. Szerelőgépek, szerelő automaták 64
3.3.5. Szereldei kisgépek 64
3.3.6. Szerelő készülékek 64
3.3.7. Csomagológépek 64
3.3.8. Mosó-, tisztítóberendezések 64
3.3.9. Kézi szerszámok 65

4. SZERELÉSI RENDSZEREK 66

4.1. SZERELÉSI RENDSZEREK JELLEMZŐI 66
4.2. MUNKAHELY ELRENDEZÉS – A SZERELÉS ELRENDEZÉSI FORMÁI 67
4.3. A SZERELÉS SZERVEZÉSI FORMÁI 68
4.3.1. Szerelés szervezési alapformák: 69

3. Szerelési folyamat és eszközei

A szerelési folyamat tárgyalása rendkívül szerteágazó és számos olyan területe van, amely más témakörök részeként, önálló tudományágként részletezhető. Miközben a szerelés alkatrész központú folyamat, tehát arra az alkatrészgyártás meghatározó befolyással bír (lásd 1. fejezet), a szerelés tervezésének elsődleges, alapvető célja a szerelési folyamatot mindinkább elválasztani, elkülöníteni az alkatrészgyártástól. Mindezek ellenére sem volt és lesz a szerelés teljesen elválasztható a megelőző termelési folyamatoktól, így sokszor még az alapanyag, félkész- és előgyártmány előállítástól sem. S, bár egyre nagyobb szerepet kap az automatizálás kérdésköre, amely az eltérő módszerekkel automatizálható előgyártási folyamatokat mindinkább visszaszorítaná a megelőző termelési fázisokba, az idő- és költség-hatékony megoldások végül mégis az elkülönítendő termelési szakaszok átfedéseihez vezetnek. Általános esetben tehát a szerelésnek, mint a termelési folyamat természetes részének határai, jellemzői sem definiálhatók egyértelműen, magától értetődő könnyedséggel.

Nem véletlen, hogy a szerelésautomatizálás a szerelésszervezéssel együtt, az önálló, külön tudományág, a ***folyamatszervezés és -szabályozás*** részét képezi, s a szerelési folyamat fő fejlesztési irányai pedig – a többi termelési fázishoz hasonlatosan – az ésszerűsítés (racionalizálás), a gépesítés és automatizálás maradnak és lesznek még a közeljövőben is.

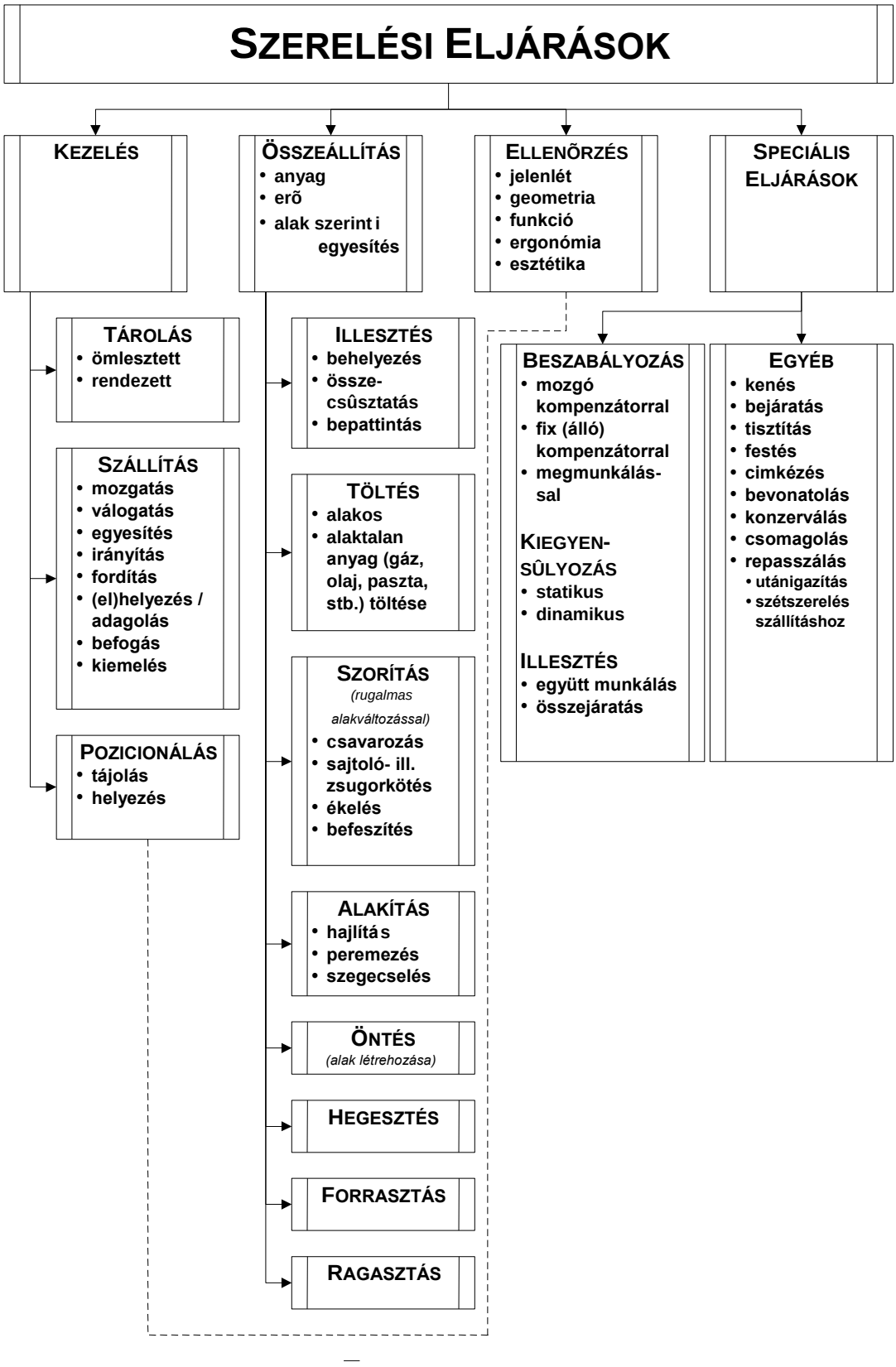
3.1. A szerelési folyamat definíciói

A szerelési műveleteket szűkebben, mint összeállítási folyamatokat (DIN3593), tágabb értelmezésben, mint munkadarab manipulációs funkciók összességét (VDI direktívák: 3239, 3240, 3244, …) definiálják a használatos szakirodalomban.

Tárgyát, célkitűzését tekintve ***a szerelés szerelvények*** – mint ***adott időszakban*** (termelési periódusban) ***több*** egyedi ***alkotórészből***, összetevőből (alkatrészből) ***álló, összetettebb és magasabb működésbeli képességekkel rendelkező objektumok – előállítási folyamata***. Szerelésről tehát összeállítási, avagy egyesítési eljárások nélkül valóban nem beszélhetünk. Mégsem az összeállítást tekinthetjük az elemzésre, tervezésre és a szerelés hatékonysági jellemzőire, eredményére legnagyobb hatással, befolyással bíró folyamatszakasznak, hanem az alkatrészek teljes életciklusára kiterjeszthető kiszolgálási folyamatokat; a kezelést. Nem véletlen, hogy a hazai és nemzetközi szakirodalom szerelés címszó alatt többnyire az alkatrész kezelési, kiszolgálási folyamatokat taglalja. A vonatkozó nemzetközi szabványok és ajánlások ***a szerelési folyamatot, mint több alkatrészt érintő*** alkatrész ***kezelési és*** más, ***érintett termelési folyamat szakaszok összességét definiálják***, melyeknek ***eredményeként az alkatrészek előre megtervezett*** (rendezett) ***állapotba*** (helyzetbe) ***kerülnek***, és ***amely állapot*** – meghatározott ideig vagy véglegesen, de – ***külső hatás nélkül meg is marad***.

3.2. Szerelési eljárások

1) A szerelést ***összeállítás***i, egyesítő eljárásokkal végzik, de a szereléshez tartoznak még – sőt, abban többnyire meghatározók – az ehhez elengedhetetlenül szükséges
2) ***kezelés***i eljárások (melyek „nem hagynak” fizikai állapotváltozási nyomokat),
3) a gyártás szerelési szakaszában a ***megmunkálás***i és ***segéd-eljárások***,
4) az ***ellenőrzés***
5) és (a szerelésben jellemzően igen sokrétű) ***egyedi (speciális) eljárások***.



1. ábra Szerelési eljárások

A szerelés során tehát még mindig változhatnak az alkatrész sajátosságai, sőt, egyes gyártási-szerelési eljárások azt is jelenthetik, hogy az alkatrészgyártás részben vagy akár teljes egészében a szerelés része lehet.

3.2.1. Kezelés

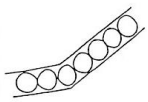
Feladata: Szűkebb értelemben a kezelés ***„az alkatrésznek a kiindulási helyzetből az összeállítási rajzon vagy a szerelési folyamat meghatározott, előre megtervezett szakaszában előírt állapotba, helyzetbe hozása”***. A feladathoz szükséges tevékenységek összefoglalását mutatja a 2. ábra és a 3. ábra.

A munkadarab kezelés tevékenységei:

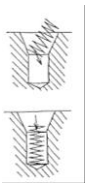
(1) tárolás — 2. ábra

a) ömlesztett (rendezetlen halmozás)

b) rendezett (indexelt raktározás)



(2) helyezés (pozicionálás)



a) tájolás

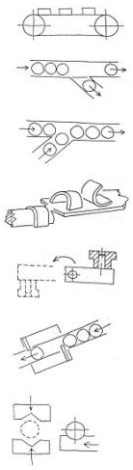
b) illesztés, elhelyezés

azaz a helyezés (pozicionálás) lehet

a) tájolás: két alkatrész megfelelő irányba hozása egymáshoz viszonyítva, hogy szerelhetők legyenek. Az egyik tag mindig rögzített, a másikat ehhez képest kell tájolni (pl. tájoló prizma összevezeti a két alkatrészt - 4. ábra).

b) elhelyezés (mint pozicionálás): alkatrészek, szerelvények és részegységek adott helyzetbe hozása közvetlenül a rögzítés előtt illetve alatt (5. ábra)

(3) továbbítás, szállítás — 3. ábra



a) mozgatás,

b) szétválasztás, leválasztás

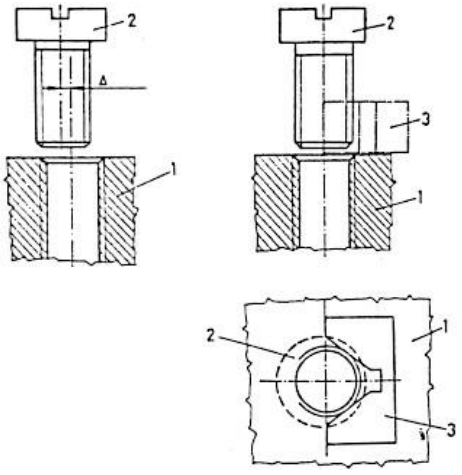
c) összevonás

d) irányítás

e) fordítás, forgatás

f) ütemezés, adagolás

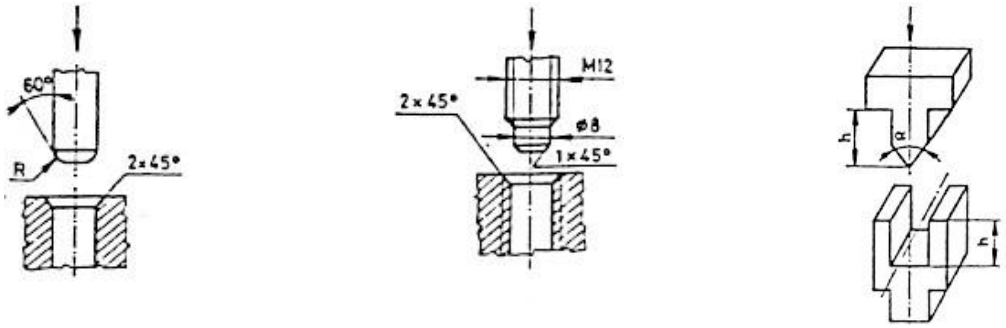
g) rögzítés, befogás, kiemelés



a) b)

4. ábra Tájolás prizmával

Illesztés



a) kúppal b) csappal c) élfelülettel

5. ábra Helyezés alakkal

Kezelésnek nevezzük, tehát, ***„a munkadaraboknak a szerelési műveletet végző eszköz munkaterének közvetlen környezetében történő tárolását, adott szempontok szerinti mozgatását és műveletre kész állapotba hozását”***. A gyártási eljárások is – függetlenül attól, hogy részei, avagy sem, a szerelésnek – kezelési, megmunkálási és ellenőrzési műveleteket foglalnak magukban. Amennyire csak lehetséges, a szerelést is úgy tervezzük, hogy a kezelési és összeállítási műveletek együtt történjenek (egy helyen és egyazon időben).

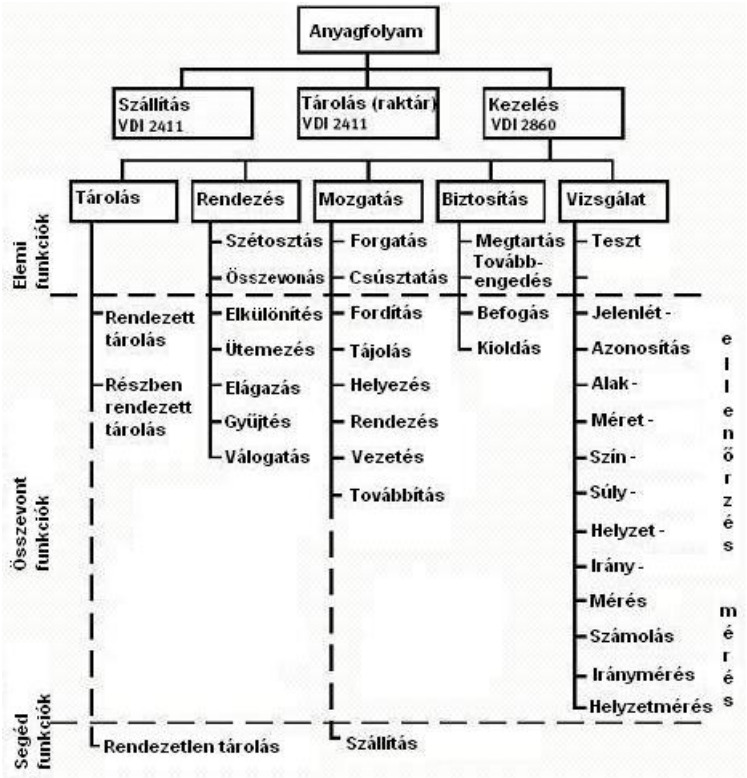
A kezelés racionalizálása az automatizálás fokozottabb alkalmazását követeli meg. Az automatizálás viszont a kezelést magasabb szintre emeli, minthogy nem csupán a szerelés, a gyártás részeként taglalja, hanem sokkal inkább, mint a termelési folyamat ésszerűsítésének, automatizálásának markánsan meghatározó területét.

A munkadarab kezelést számos nemzetközi, nemzeti szabvány, mint az anyagmozgatás, anyagáramlás alrendszerét tárgyalja és definiálja: miszerint a kezelés ***„geometriai testek meghatározott térbeli elrendezésének megvalósítása, az elrendezés ideiglenes vagy végleges megváltoztatása, karbantartása egy referencia koordinátarendszerben. Meghatározó paraméterei, jellemzői az idő, a mennyiség és a mozgatási útvonal, pálya”***.

A szerelésautomatizálás szempontjából tehát a kezelés ***„elemi feladatok kombinációja”***. Általánosabb értelemben a kezelési eljárások tehát a következő csoportokba foglalhatók, mint:

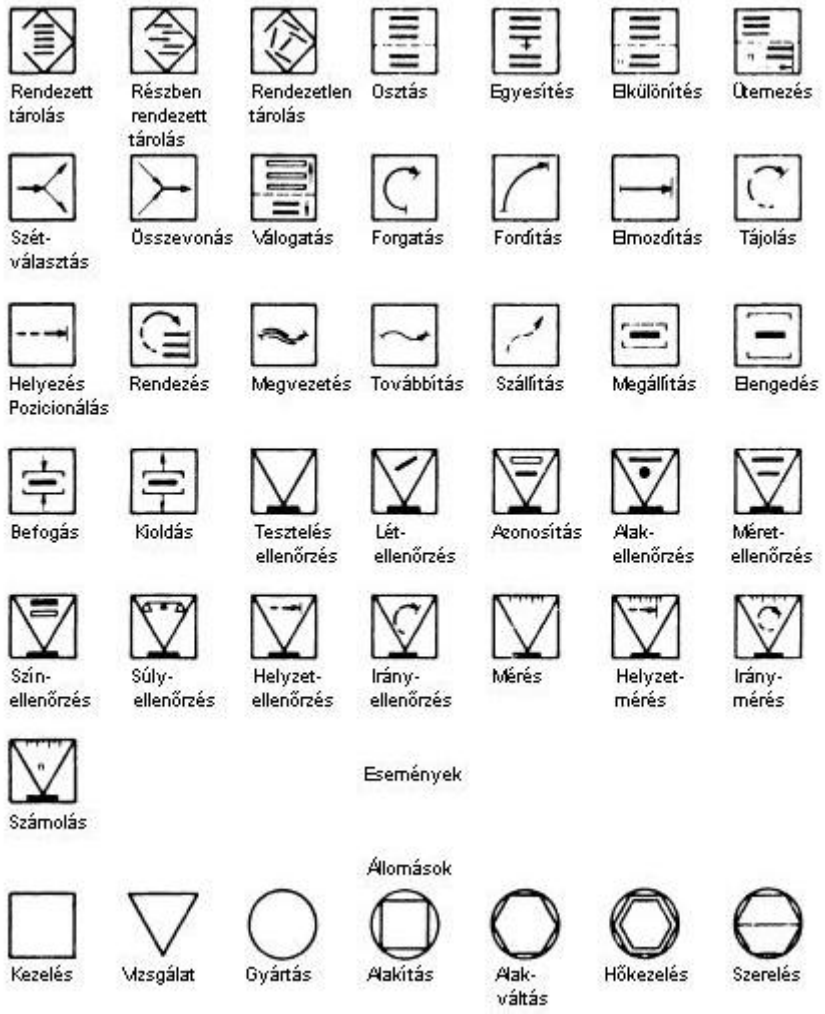
- Tárolás, kötegelés, összerendezés (meghatározott elérhetőség biztosítása)
- Mennyiségi változtatás, újrarendezés (egy meghatározott mennyiség elkülönítése)
- Mozgatás (egy meghatározott térbeli elrendezés megvalósítása, megváltoztatása)
- Biztosítás (egy meghatározott térbeli elrendezés megőrzése, karbantartása)
- Vizsgálat (egy meghatározott térbeli elrendezés ellenőrzése)

Ezen főcsoportok elemi és kombinált funkciókat definiálhatnak (6. ábra).



6. ábra Kezelési eljárások és funkciók
(a raktári és ideiglenes tárolás és mozgatás, szállítás megkülönböztetésével)

Az automatizálási berendezések többnyire több ilyen funkciót látnak el egyazon időben. Az egyes feladatokhoz választandó berendezések funkcióinak és az azokkal megvalósítandó feladatoknak, eseményeknek egyértelmű meghatározására, ábrázolására egységes kezelési szimbólumokat alkalmaznak (7. ábra).



7. ábra Kezelési eljárások egyezményes szimbólumai

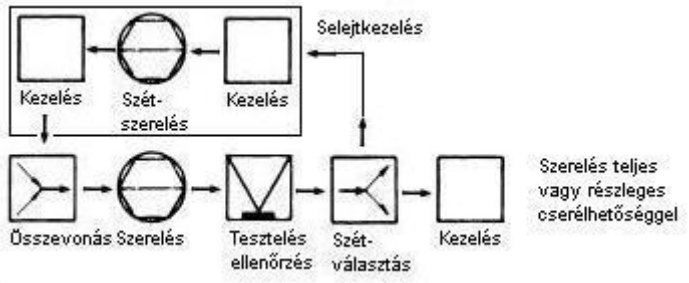
A szerelési és gyártási eljárások könnyedén definiálhatók az előbbi ábrán látható szimbólumok segítségével, a termelési folyamatok pedig a 8. ábrán látható folyamatábrákkal.

A 2. fejezetben verbálisan tisztázott tűrésillesztési módszerek munkafolyamatai is leírhatók grafikus formában. A grafikusan megjelenített folyamatábrák alapján világosabban láthatjuk az egyik vagy másik módszer melletti döntés következményeit.

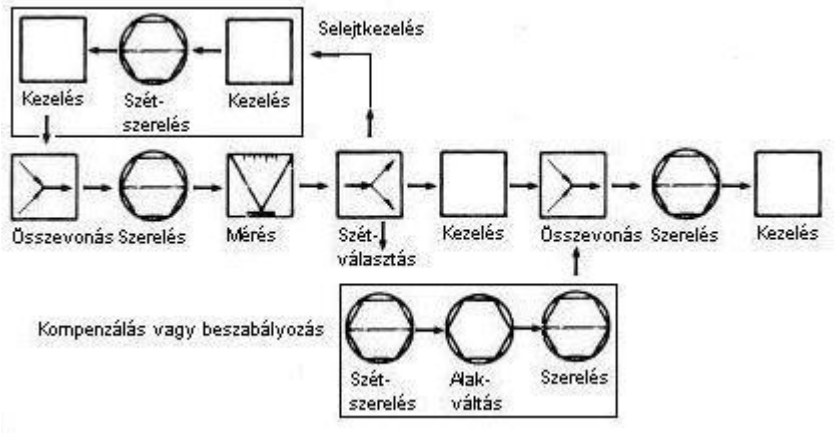
A 8.a) ábra a teljes és részleges cserélhetőség módszer alkalmazásának folyamatát mutatja a szerelésben. Természetesen a teljes cserélhetőség a szűkebben vett tűrésillesztés szempontjából elvileg nem igényli a selejtkezelés alfolyamatát, azonban a szerelés – mint a kézi munkafolyamatokat leginkább alkalmazó termelési folyamat – elképzelhetetlen selejtszűrés nélkül, ezért mindkét esetben azzal együtt hiteles a munkafolyamat ábrázolása. Csupán megjegyezzük, hogy teljes cserélhetőség módszere esetén a selejtszűrés nem a módszerből következik.

A 8.b) és c) ábra által vázolt utólagos illesztési és válogató párosítási eljárások esetében viszont a selejtkezelés két ciklusban is bekövetkezhet, amelyek közül csupán azt a selejtkezelési folyamatokat tartalmazzák az ábrák, melyek a módszer következményei. Az

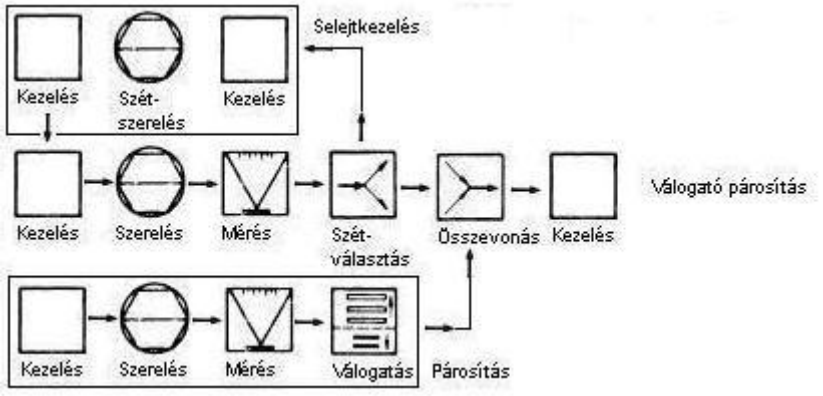
ábrákon látható selejtkezelési folyamatok csak akkor alkalmazandók, ha már a tűrésillesztési módszer tervezése során számolunk a nem illesztendő selejt bekövetkezési valószínűségével (a módszerek ún. részleges cserélhetőségi szintű alkalmazása). Selejtmentes tűrésillesztés tervezésekor az ábrákon külön keretbe foglalt selejtkezelési folyamatok elhagyhatók. Természetesen ez utóbbi esetekben is, mint a teljes cserélhetőségi szintű válogatás nélküli alapszerelés módszernél, létezik egy másik – itt nem ábrázolt – selejtszűrési, selejtkezelési ciklus is, mint a termelési folyamatban elengedhetetlenül bekövetkező selejt következménye, a folyamat utolsó elemeként ábrázolt kezelés részeként. Ez alól csupán azon egyedi megoldások jelentenek kivételt, mikor a kiegészítő (komplementer) szerelvény zérus, azaz közvetlenül a zárótagot mérjük, avagy a válogatott pár teljes szerelvényt alkot. Az ábrákon könnyen kivehetők a módszerek melletti döntések idő- és költségbeli következményei.



a) Válogatás nélküli **alapszerelés** (a selejt újrafeldolgozásával)



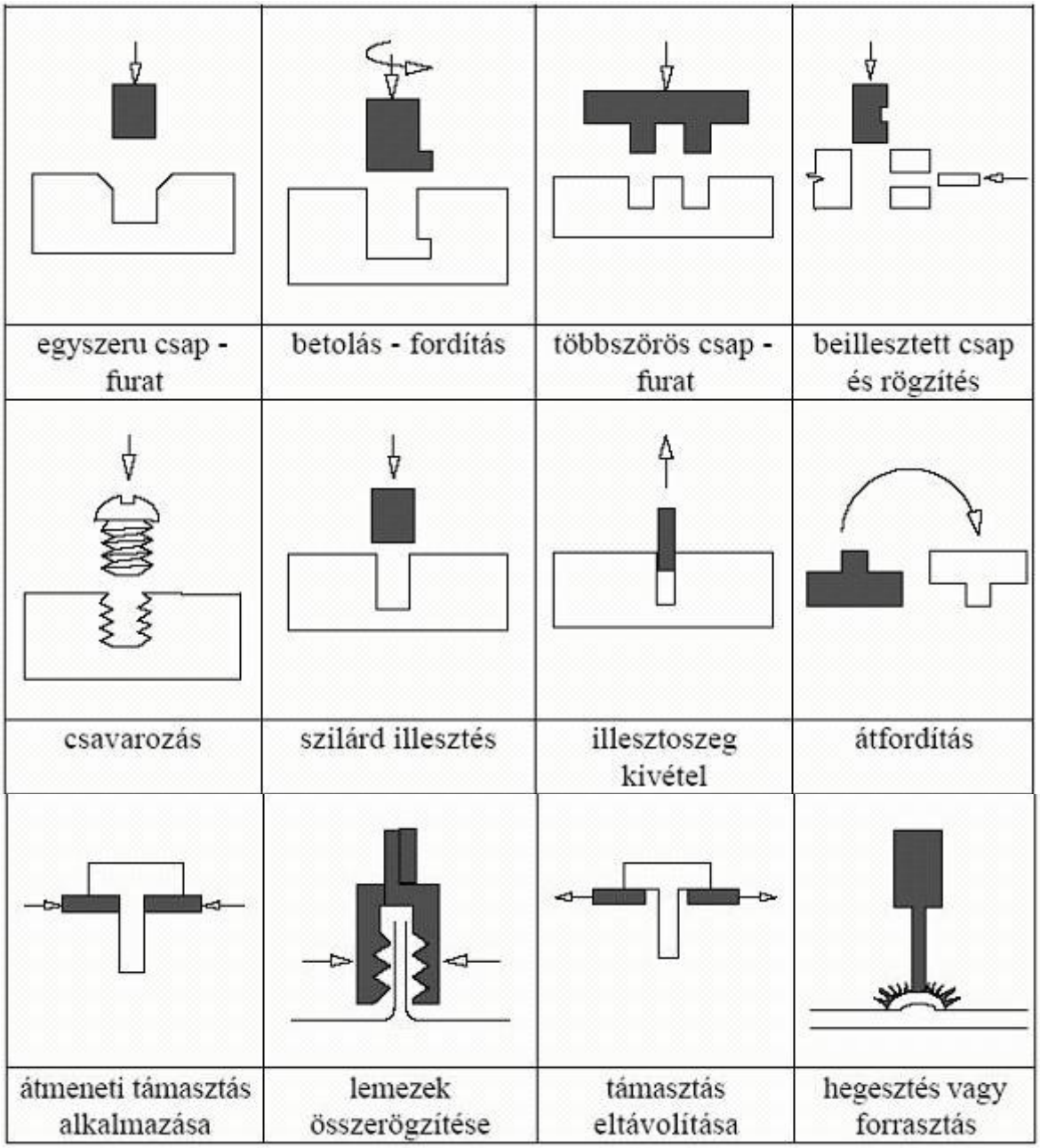
b) Tervezett selejtszinten végzett szerelés **utólagos illesztés**sel



c) Szerelés nem selejtmentesre tervezett **válogató párosítás**sal

8. ábra Tűrésillesztési folyamatok formális ábrázolása egyezményes szimbólumokkal

A kezelés automatizálása az egyes eljárások további csoportosítását követeli meg. A szerelési lépések egyértelmű és gyors elvégzéséhez a Nevins-féle, az automatizált szerelés szempontjából megfelelőbb és nemzetközileg is elfogadott szerelési feladat csoportosítást ajánlott használni. Ezen csoportosításoknál az alkalmazott berendezések kapacitásától függően egyre inkább elmosódik a határ a tisztán alkatrész kezelési és összeállítási műveletek között. A cél a szerelési igények, a műveletelemek és azok bonyolultságának egyértelmű meghatározása, előírása.



Szerelési műveletek Nevins-féle csoportosításban

A szerelés nemcsak az új konstrukciók elkészítésének fontos része, hanem az üzemben lévő gépeknél és a karbantartás során is rendkívüli szerepet tölt be. Olyan kialakítású konstrukciók szükségesek, hogy a sérülékeny és gyorsan kopó alkatrészek cseréje könnyen kivitelezhető legyen.

3.2.2. Összeállítás (egyesítés)

Az összeállítás egyesített kapcsolat létrehozása két v. több geometriailag határozott szilárd test, avagy ugyanilyen test(ek) és alaktalan anyag között. A leggyakoribb alkalmazásai különböző szempontok szerint és több csoportban foglalhatók össze.

Az összeállítási eljárások tipikus esetei:

- a megvalósított kapcsolat jellege szerint az oldható és oldhatatlan illetve laza, átmeneti és önzáró kapcsolatok,
- a kapcsolatot létrehozó kényszer szerint az alak, erő, anyagszerkezet kényszerű kapcsolatok,
- a kapcsolódás fizikai jellege szerint a mechanikus, mágneses, kémiai, … kapcsolatok

Az egyesítő eljárások csoportosítása:

a) A szerelvény-elemek kapcsolatának jellege szerint:

- nehézségi erő (súrlódás) } ⇒ összeillesztés
- alakzárás v. rugóerő }
- körülzárás ⇒ töltés
- erőzárás ⇒ szorítás
- alakzárás alakváltozással ⇒ alaklétrehozás, képlékeny alakítás
- anyagkötés ⇒ hegesztés, forrasztás
- adhézió (kohézió) ⇒ ragasztás

b) A kötés oldhatósága szerint

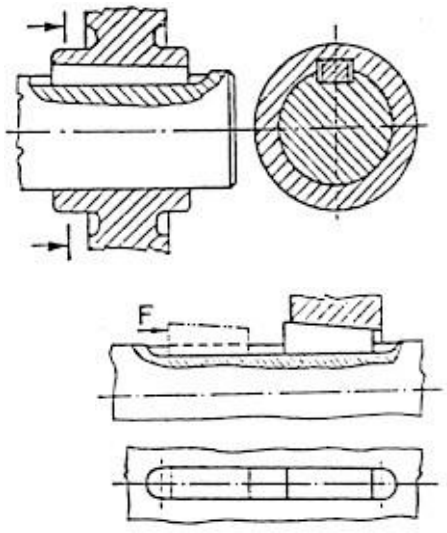
i) Oldható kötések:
- összeillesztés
- csavarozás
- töltés
- szorítás
- forrasztás (esetenként)

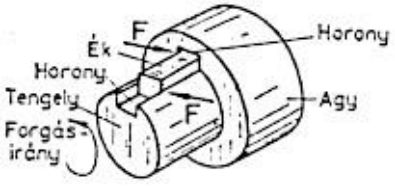
ii) Nem oldható kötések:
- alaklétrehozás
- képlékeny alakítás
- hegesztés
- forrasztás
- ragasztás

Tipikus alkalmazások:

(1) Összeillesztés

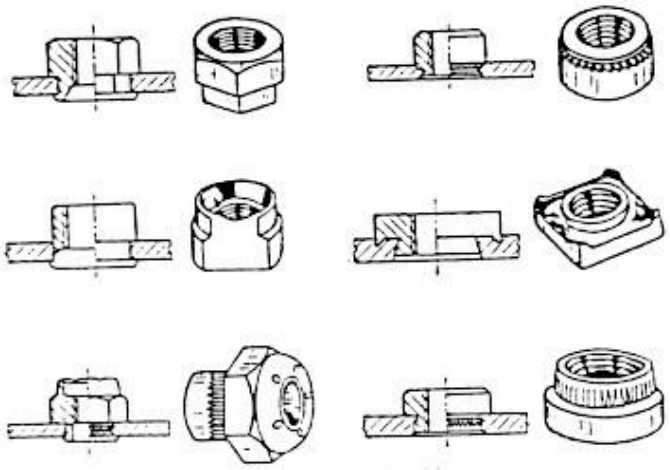
- ráhelyezés: az általában alakzárással kapcsolódó elemek kapcsolatát a nehézségi erő biztosítja (az illeszkedő felületek a mozgatás irányára merőlegesen helyezkednek el).
- összecsúsztatás: pl. külső elem (fogaskerék) ráhúzása belsőre (tengelyre) avagy éppen belső elem (átmenő csavar) betolása, külső elemekbe (lemezek furatába)





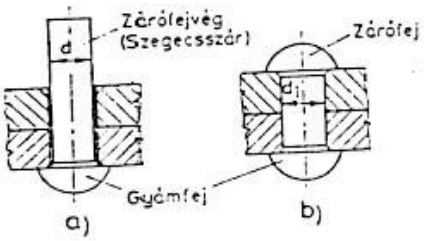
9. ábra Alakkal illesztett elemek

- bepattintás: rugalmasan alakított elem behelyezése v. ráhúzása, majd visszarugózása után alakzárás (pl.: rugalmas rögzítőgyűrű beszerelése).

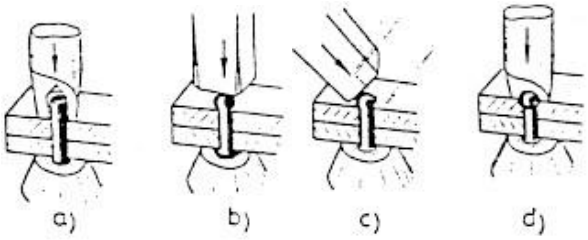


10. ábra Rugalmas (-képlékeny) alakzárás

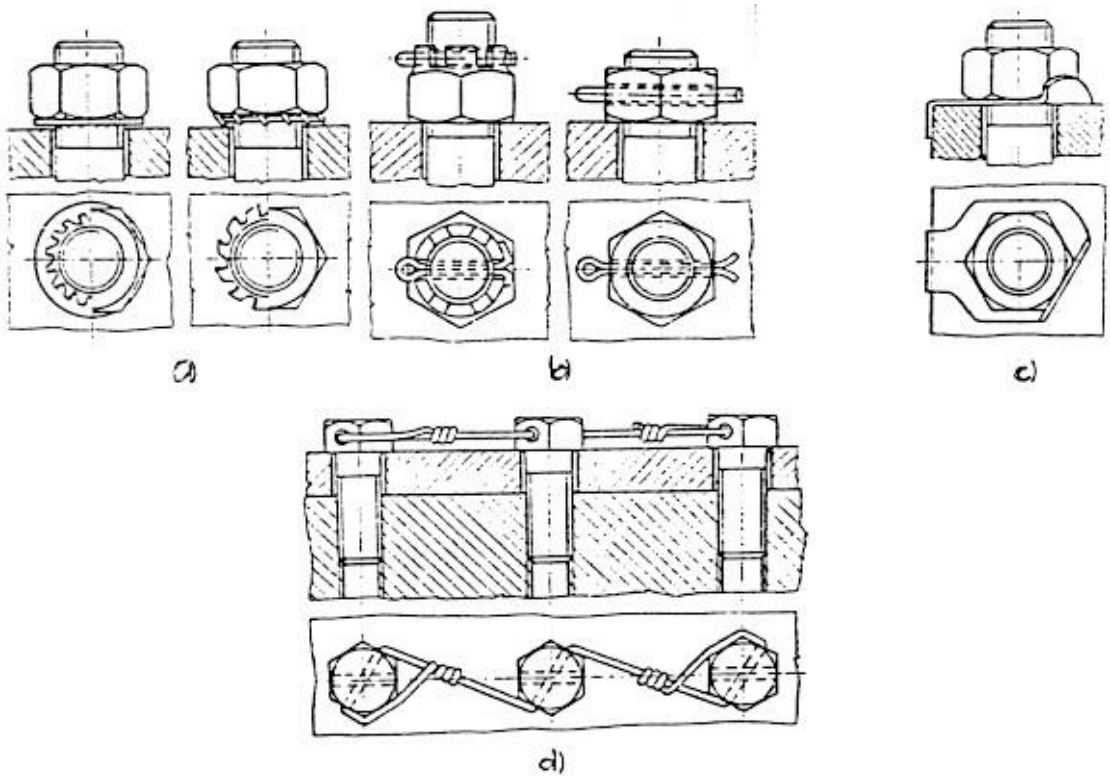
(2) Képlékeny alakítás:
főleg lemez-, csőalkatrészek egymással vagy profilos alkatrésszel való egyesítéséhez használják.



11. ábra Szegecselés



12. ábra Szegecselés (helyileg kialakított szegeccsel)

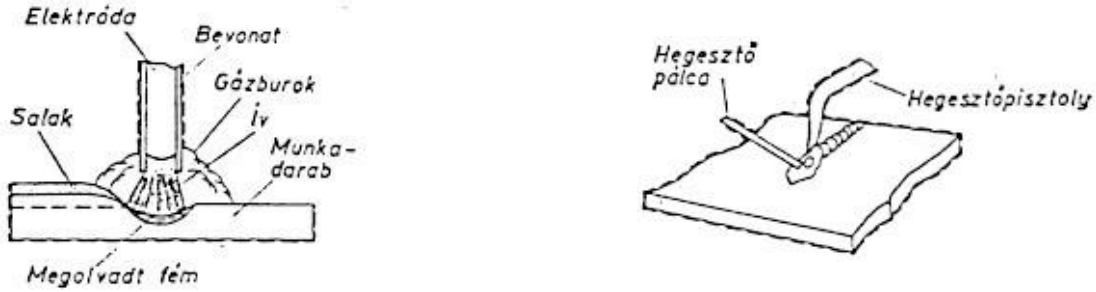


13. ábra Csavarkötés rögzítés a) recézett alátéttel b) sasszeggel c) biztosító lemezzel d) biztosítóhuzallal

(3) Anyagszerkezeti egyesítés

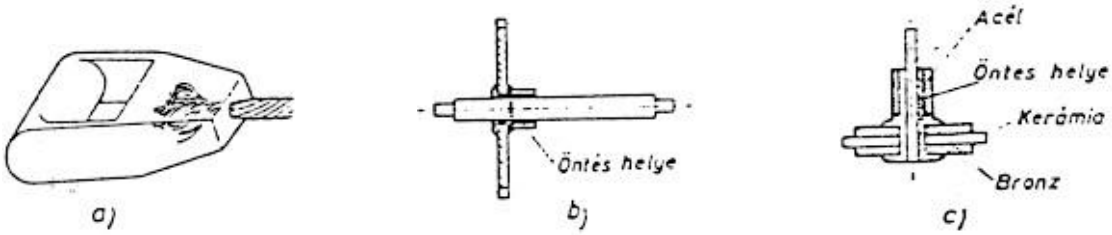
Általában nem oldható, vagy korlátozott mértékben oldható kötések.

a) Hegesztés: a legelterjedtebb kötési eljárás



14. ábra Ív- és lánghegesztés

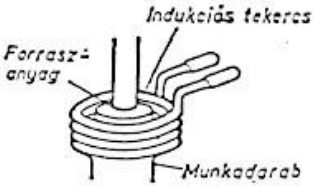
b) Öntés



15. ábra a) öntött csatlakozás b) nyomásos kiöntés c) formaöntés nyomásos öntéssel

c) Forrasztás:

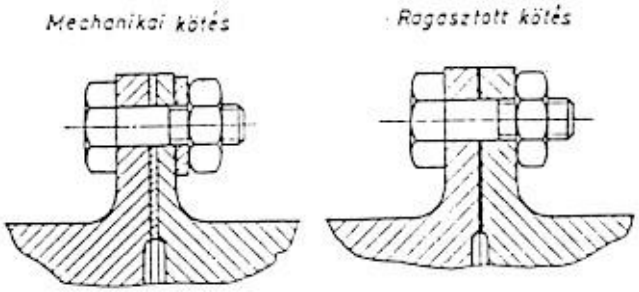
Lágy forrasztás	Kemény forrasztás	Nagy hőfokú forrasztás
ón vagy ólom	ezüst, réz, alumínium	nikkel, nemesfém
450C^0 alatt	900C^0-ig	900C^0 felett



16. ábra Indukciós forrasztás

d) Ragasztás:

leggyorsabban fejlődő kötési eljárás (szilárdság, hőállóság, stb.). A kötési szilárdság összesajtolás nélkül is perc nagyságrendű idő alatt elérhető; következésképpen jól illeszthető eljárás kötött ütemű szerelősorba

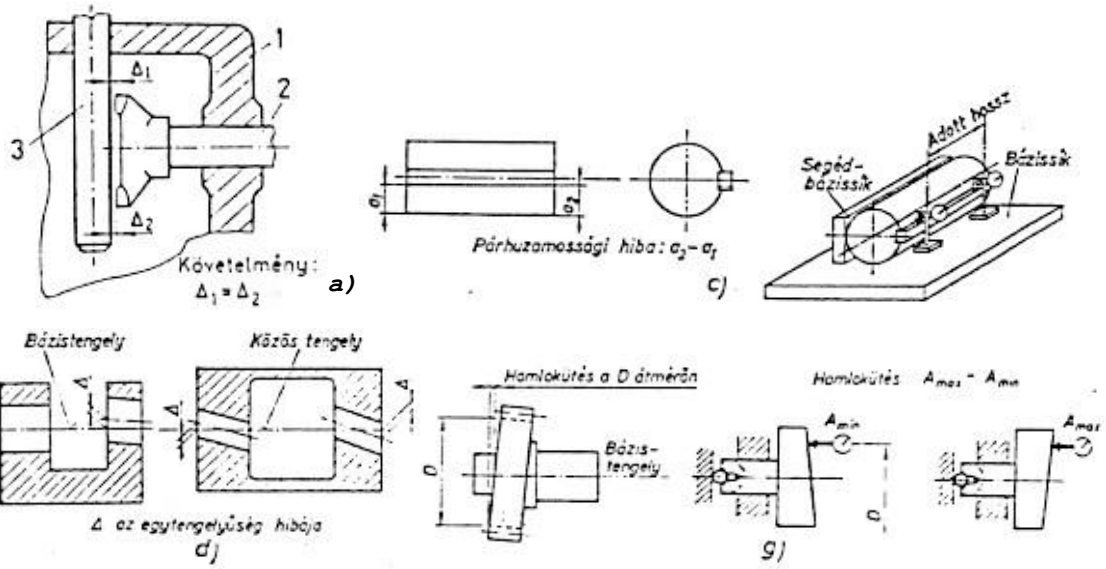


17. ábra Ragasztással csökkent az alkatrészek száma

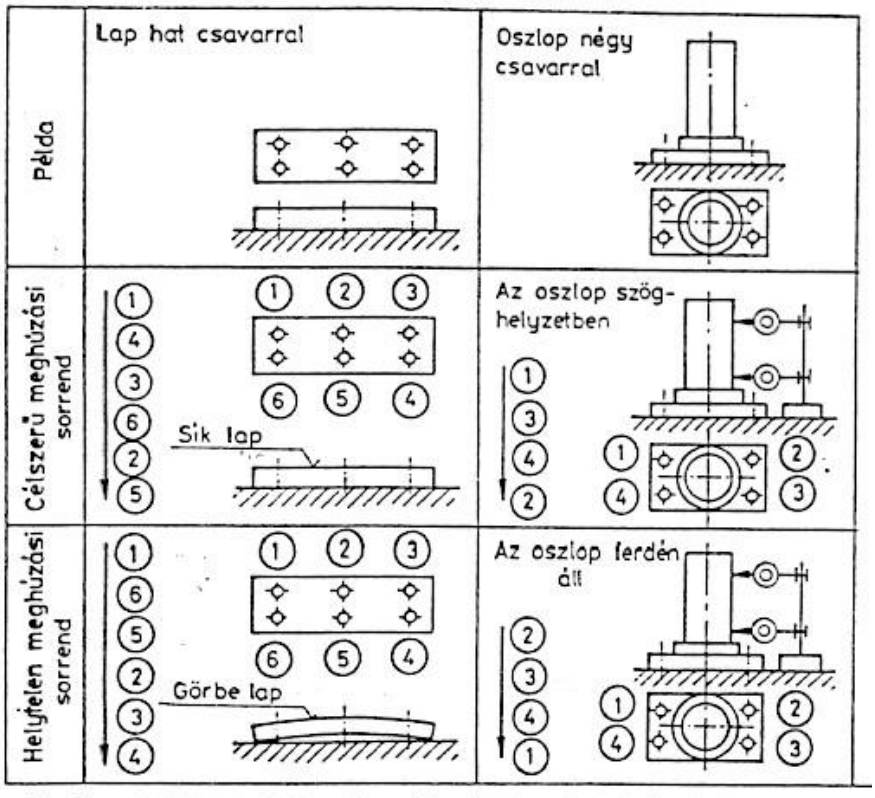
(4) Gyakorlatilag bármely szerelés közben alkalmazott technológiai eljárás.

3.2.3. Ellenőrzés

- szerelés közbeni mérések minden olyan tűrésillesztési módszernél, amely a zárótag tűrését kompenzálással biztosítja
- az alkatrészek meglétének ellenőrzés a szerelés végén
- a méretlánc zárótagjának ellenőrzése
- alaktorzulások, alakváltozások ellenőrzése(19. ábra)
- helyzetpontosság ellenőrzése (18. ábra)
- funkcionális ellenőrzés – a gép üzemeltetése közben vagy ahhoz hasonló körülmények között. (hatásfok, teljesítmény, szigeteltség, stb.)



18. ábra Helyzeteltérések mérése



19. ábra Sík felülettel csatlakozó alkatrészek beállítása

3.2.4. Speciális szerelési eljárások

Beszabályozás: szerelési közbeni előre tervezett tevékenységek összessége.

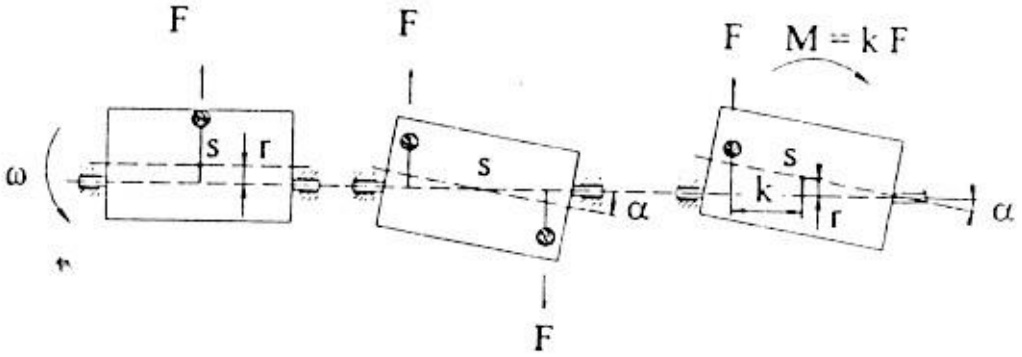
Cél: az alkatrészgyártás megengedettnél nagyobb eltéréseinek összegzett hatását kiegyenlíti.

A beszabályozás jellegzetes módszere:

A forgó alkatrészek és szerelvények tömegkiegyenlítése

Ha egy forgórész tömegelosztása egyenlőtlen, akkor forgás közben a fordulatszám négyzetével arányos dinamikus erővel terheli a csapágyakat; aminek következtében a szerelvény zajos, géptörés léphet fel, rossz a hatásfoka.

A tömeg kiegyenlítetlenség jellegzetes esetei:



r > 0, α = 0	r = 0, α > 0	r > 0, α > 0
az eredő erő > 0	az eredő erő = 0	az eredő erő > 0
az eredő egy nyomaték=0	az eredő egy nyomaték > 0	az eredő egy nyomaték > 0

20. ábra Kiegyensúlyozatlan állapotok

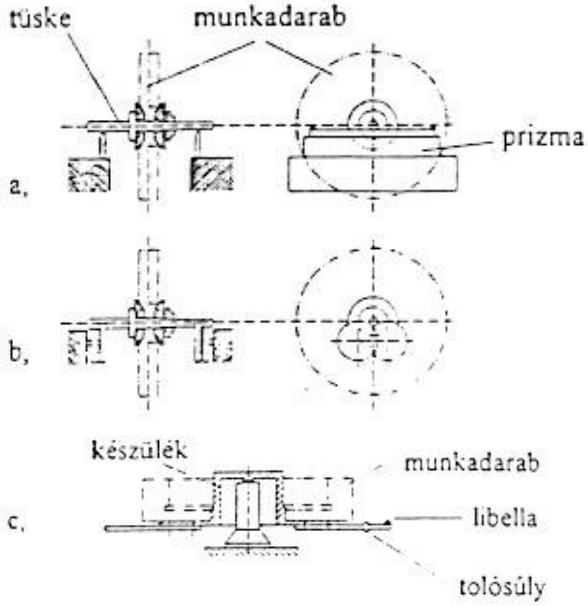
(1) Statikus kiegyenlítés (az eredő erőre végzett kiegyenlítés, 21. ábra)

Alkalmazás:

- ha a várható nyomaték elhanyagolható
- tárcsa alakú testeknél (l/d<1) elegendő
- ha a fordulatszám 300/min alatt van, illetve ez a határ, felmehet 1000/min értékig, ha a forgórész tömege a géptömeg 5%-át nem haladja meg.

A kiegyenlítés eszközei (21. ábra)

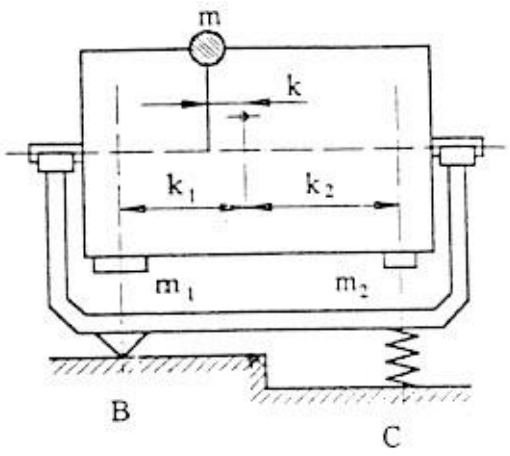
- az a, és b, ábra csak a szöghelyzet megállapítását biztosítja (túlsúly iránya)
- a c, készülékkel mérni lehet a tömeg nagyságát is.



21. ábra Statikus tömegkiegyenlítés

(2) Dinamikus kiegyenlítés

A dinamikus kiegyenlítés mérésekor a munkadarabot lengő keretbe csapágyazzák. (22. ábra). A munkadarabon a kiegyenlítő furatok vagy ellentömegek helyét (B és C síkok) a szerkesztő előírja.



22. ábra A dinamikus kiegyenlítés elve

A kiegyenlítés 2 lépése:

1) A C-beli kiegyenlítéshez a B síkban lévő csukló körül billenhet a keret. A mérés után a C síkban elhelyezendő tömeg:

   $(k_1+k_2)\, m_2-(k_1-k)\, m = 0$

2) Felcserélve a csukló és rugó helyét; a B síkban:

   $(k_1+k_2)\, m_1-(k_2+k)\, m=0$

A két egyenlet összeadása és rendezése után: $m_1+m_2=m$

Így nem csak a dinamikus, hanem a statikus kiegyenlítés is megtörtént.

3.3. A szerelés eszközei

(rendszerek, berendezések, gépek, készülékek, szerszámok, segédanyagok)

A gyártás, a szerelés és a munkadarab kezelés tervezésének döntő eleme a megfelelő berendezések kiválasztása.

Kiváltképpen igaz ez az alapanyag- és munkadarab tároló, szállító és továbbító rendszerekre. Az automatizálás fő területeinek és eszközeinek szempontjából a szerelő berendezéseket a következő fő alcsoportokba sorolhatjuk:

1) Tárolóeszközök (szereldei raktárak eszközei)
2) Szállító- és továbbító berendezések és rendszerek (szereldei anyagmozgatás gépei)
3) Tároló, rendező és továbbító-, adagolóberendezések (adagoló automaták)
4) Helyező és továbbító berendezések (manipulátorok, robotok)

3.3.1. Tárolóeszközök – szereldei raktárak eszközei

A tárolóeszközök alkalmazásának, ha nem is kizárólagos, de alapvető helyszínei a szereldei raktárak, ezért sokszor a tárolóeszközöket, mint a szereldei raktárak eszközeit találjuk meg a szakirodalmi vagy ipari alkalmazott besorolásokban.

A szereldei raktárak eszközei:

- Targoncák (szállító, mozgató, emelő berendezés)
- Rakodólapok (általában előcsomagolt vagy tartályokba rendezett darabok)
- Rakodótartályok, rakodókosarak (ömlesztett tárolók)

E besorolással a mi csoportosításunkban egy másik funkciócsoportba sorolt szállítóberendezés, a targoncát is ide sorolnánk. A tárolóeszközök fő funkciója viszont a munkadarabok ideiglenes tárolása két szereltségi állapot között, mellékfunkciója pedig a tárolás minősége, azaz rendezettsége. A tárolás rendezettségi fokától függően a tárolóeszközök a következő alcsoportokba sorolhatók:

(1) Tartályok, rakodó kosarak, rakodó lapok – ömlesztett tárolás
(2) Szerelőasztalok – általában kézi rendezéssel történő tárolása
(3) Tálcák – rendezett tárolás
(4) Tárak – indexelt és rendezett tárolás
(5) Paletták – magasan automatizálható indexelt tárolás

3.3.2. Szállító- és továbbító berendezések és rendszerek

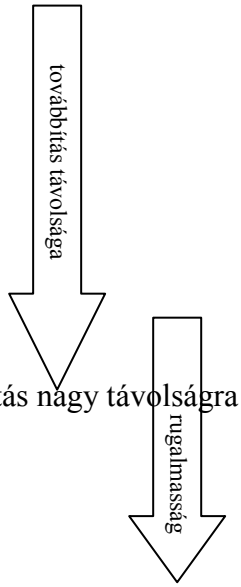
Ezen berendezések célja a munkadarabok helyváltoztatása, hogy azok előre meghatározott helyzetbe kerüljenek. A helyváltoztatás statikusnak nevezhető, mikor a berendezés valójában a folyamatosan mozgó darabok közül éppen a nem megfelelő helyzetű vagy alakú elemeket kényszeríti helyváltoztatásra, esetleg a részlegesen megfelelő helyzetű elemeket megfelelő helyzetbe hozza, rendezi, míg az eleve jó helyzetben lévő darabok helyzetét nem befolyásolja (rendező elemek – részletesebb példákat mutat a 26. ábra). A csúszkák a rendezőelemekkel kombinálva általában csupán nehézségi erő segítségével az elemek rendezett helyzetű továbbítását eredményezik.

A szállító és továbbító berendezések és rendszerek főbb típusai

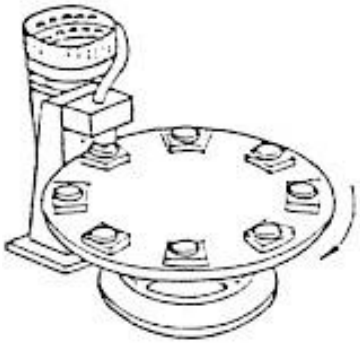
(1) Rendezőelemek – statikus helyváltozás nehézségi erővel
(2) Csúszkák – statikus továbbítás nehézségi erővel
(3) Körasztalok – helyváltozás forgó mozgással
(4) Szerelődobok – továbbítás forgó mozgással
(5) Adagolók – irányított és rendezett továbbítás

és a nagy kapacitású anyagmozgatás berendezései, gépei

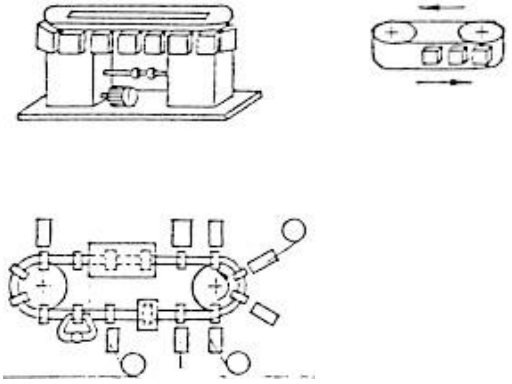
(6) Szállító- és szerelőszalagok – ütemes továbbítás nagy távolságra
(7) Vonóelemes szállítórendszerek (konvejor) – folyamatos továbbítás nagy távolságra
(8) Daruk, emelőgépek
(9) Emelő- és szállítótargoncák
(10) Robotkocsik és -targoncák



A helyváltoztatás statikusnak nevezhető, mikor a berendezés valójában a folyamatosan mozgó darabok közül éppen a nem megfelelő helyzetű vagy alakú elemeket kényszeríti helyváltoztatásra, esetleg a részlegesen megfelelő helyzetű elemeket megfelelő helyzetbe hozza, rendezi, míg az eleve jó helyzetben lévő darabok helyzetét nem befolyásolja (rendező elemek – részletesebb példákat mutat a 26. ábra). A csúszkák a rendezőelemekkel kombinálva általában csupán nehézségi erő segítségével az elemek rendezett helyzetű továbbítását eredményezik.



23. ábra Körasztallal végzett munkadarab továbbítás



24. ábra Szerelő- és szállítószalagok

A körasztalok és szerelődobok önmagukban a munkadarabok dinamikus, de rendezetlen forgó mozgatását teszik lehetővé, azonban rendező elemekkel és csúszkákkal kombinálva a munkadarabok irányított és rendezett továbbítását is nyújthatják a nehézségi és súrlódó és esetenként még a centrifugális erőt is kihasználva.

Az adagoló- és szállítóberendezések a munkadarabok helyzetének rendezésén, irányításán kívül azok ütemes vagy folyamatos továbbítását is lehetővé teszik. A szállítóberendezések és gépek ugyanezen funkciókat a nagy távolságra történő mozgatással és az alkatrész vagy alkatrészhalmaz tömegére és méretére vonatkozó korlátok jelentős tágításával egészítik ki, ennek megfelelően kiválasztásukkor sokszor csupán ezen utóbbi funkciók a mérvadók.

A fenti felsorolásból is kitűnik, hogy a továbbítási távolság és a munkadarabok méretének és súlyának kisebb mértékű korlátozottsága miatt az utolsó öt (6-10) csoportba tartozó berendezéseket a szereldei anyagmozgatás berendezései, gépei közé is sorolhatjuk. Azaz a szállító és továbbító rendszerek listáját a nagy méretű darabok, szerelvények nagy távolságra

történő eljuttatását is lehetővé tevő eszközökkel, azaz a szereldei anyagmozgatás gépeivel és berendezéseivel is kiegészítve a fenti (1)-(10)-ig terjedő csoportra sorolhatjuk, ahol az első öt fejezet inkább a kisméretű alkatrészek anyagmozgatására, míg a második csoport a nagy távolságú és akár nagy méretű és tömegű anyagmozgató rendszerekre érvényes.

Az anyagmozgatás legrugalmasabb lehetőségeit és a legmagasabb automatizáltsági fokát is lehetővé téve a robotkocsik és -targoncák már az integrált gyártó- és szerelőrendszerek gépi berendezéseinek tekinthetők. Kihasználhatóságuk nagyban függ a termelés tömegességétől.

3.3.3. Automatikus adagolás és berendezései – a tároló, rendező és továbbító berendezések

Az automatikus adagoló berendezések egyidejűleg több funkció részleges vagy teljes ellátására is alkalmasak.

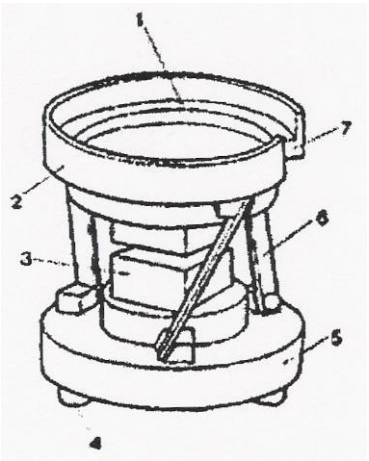
Befoglalt elemi funkciók: ideiglenes tárolás, osztályozás és munkadarab adagolás vagy elhelyezés rendezett, készletezett munkadarab tárban.

Meghatározó tényezők: alkalmas adagoló folyamat, homogén alkatrészminőség (adott tűréshatár túllépése bonyodalmakhoz vezethet), az alkatrészek tisztasága illetve idegen komponensek részaránya a tárolóban.

Eszközei, gépei: az elektronikus és precíziós ipar bő választékából általában csupán azon adagolók, melyek a rendezést egy kiválasztott alkatrész sajátosság szerint végzik, melyeknek fő típusai – a munkadarabok bonyolultsági fokának, sérülékenységének, kezelési nehézségeinek növekvő sorrendjébe rendezve – a következő alcsoportokba sorolhatók:

(1) Spirál dobos, többlépcsős rezgőadagolók

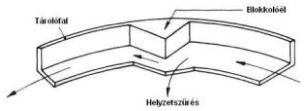
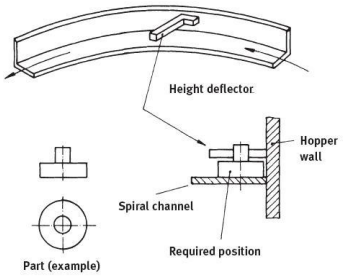
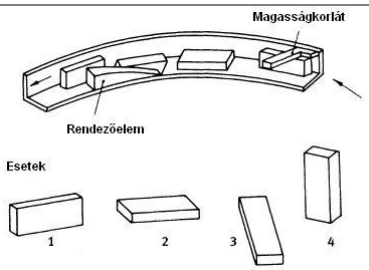
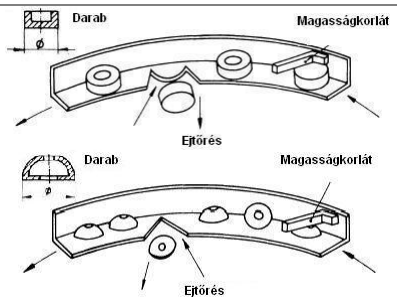
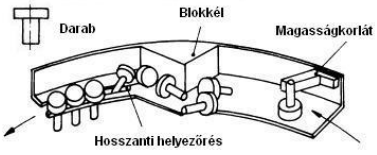
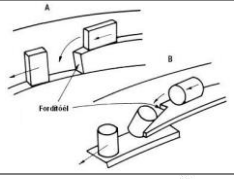
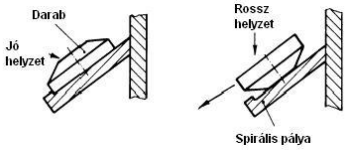
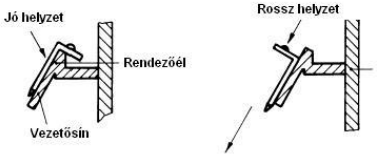
A leggyakrabban alkalmazott tároló-adagoló berendezés, mivel magas tárolási és adagolási kapacitás mellett rendezést, sőt több rendezési lehetőséget is biztosít. Egy gyártó- vagy szerelősoron alkalmazott rezgő spiráldobos munkadarab adagoló berendezésnek a munkadarabok tárolását, válogatását és mozgatását is el kell végeznie adott időben és helyen, miközben a rendezetlenül tárolt darabhalmazból rendezett helyzetbe hozott darabok adagolását kell, eredményezze.



1 **Spirális pálya**
2 **Tároló dobtartály**
3 **Rezgető hajtás (elektromágneses oszcillátor)**
4 **Talapzat**
5 **Öntvényalaplap, -lemez**
6 **Lábrugó kötegek (rugalmas támasz)**
7 **Kilépőnyílás**

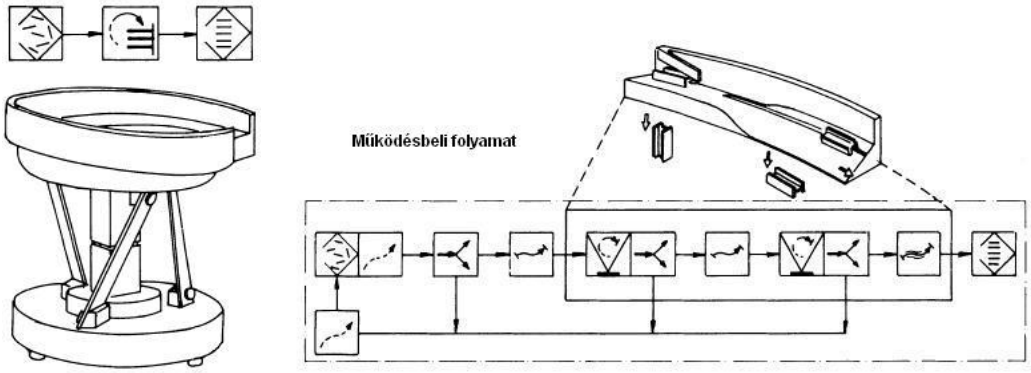
25. ábra Rezgőadagoló részegységei

A rezgőadagolók fő részegységei a súlyos alaplemez, a rugalmas lábazat, a tároló dob a spirális pályával, mely a kilépési nyíláshoz vezet és a rezgető hajtás (oszcillátor). A rendezőelemek a spirális pályára illetve a dob pálya melletti falára szerelhetők.

Rendező elemek	*Alkalmazás*
Blokkoló él; megakadályozza, hogy a darabok súlypontja az élvonalon kívülre essék. *Passzív rendezőelem*	
Magasságkorlát; a darab magasságát, súlypontját kihasználva megakadályozza, hogy a nem megfelelő helyzetű elemek a korlátozó elem után a spirál pályán maradhassanak. *Passzív rendezőelem.*	
Magasságkorlát fordítóelemmel; csak meghatározott helyzetű elemeket enged tovább nagyobb adagolási kapacitás mellet, mint rendezőelem nélkül (1 – kívánt helyzetű, 2 – rendezőelemmel helyzetbe hozható, 3 – rossz súlyponti helyzetű, 4 – rossz magasságú helyzet). *Aktív rendezőelem.*	
Magasságkorlát ejtőréssel; a darab helyzetei közötti magasságkülönbségen túl a gravitációt és darab alaksajátosságait kihasználva akadályozza meg a nem kívánt helyzetű darabok továbbhaladását. *Passzív rendezőelem.*	
Magasságkorlát helyezőréssel; a darab helyzetei közötti magasságkülönbséget kihasználva csak az azt követő hosszanti réssel megfelelő helyzetbe hozható alkatrészeket engedi tovább. *Aktív rendezőelem.*	
Fordítóél; a már előrendezett darabok helyzetének változtatása fordítóéllel. *Aktív rendezőelem.*	
Ejtőél; a már előrendezett darabok helyzet szerinti szűrése egy él mentén, amely csak a megfelelő helyzetbe hozott darabokat tartja a pályán. *Passzív rendezőelem.*	
Ejtőél; a még rendezetlen darabok helyzet szerinti szűrése egy él mentén, amely csak a megfelelő helyzetbe hozott darabokat vezeti tovább a pályán. *Passzív rendezőelem.*	

26. ábra Jellegzetes megoldások spiráldobos rezgőadagolók rendezőelemeivel

A működésbeli elvárások, következésképpen a kiválasztási kritériumok is egyértelműbbé tehetők a 8. ábrán látható jelképekből (szimbólumokból) felépített folyamatábrákkal. (27. ábra).



27. ábra Rezgődobos munkadarab adagolás funkcionális definíciója[Lotter MAH]

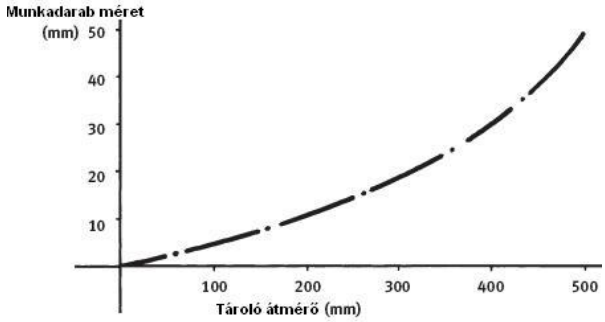
A rendezőelemek segítségével a darabok kívánt helyzete forgatással, fordítással, alaksajátosságok kihasználásával, illesztéssel, stb. biztosíthatók. Az ún. passzív rendezőelemek a nem kívánt helyzetű darabokat visszaterelik a tárolóba, míg az aktívak a darabokat a pályán hagyva korrigálják a helyzetet. A rendezőelemek általában lemezből készülnek, melyek könnyen igazíthatók a darabok alaksajátosságaihoz. A jellemző alaksajátosságok szerinti munkadarab csoportokhoz előre meghatározott rendezőelem csoportok alkothatók. Ezek az osztályok; szabálytalan alakú, síklapú, hengeres, tégla, menetes, kúpos, gomba, üreges, kombinált alakú, igen nagy- vagy kisméretű, gömbi vagy tengelyszerű alkatrész csoportokhoz rendelhetők. Rossz osztályozási módszerek túl sok munkadarab típust sorolnak a szabálytalan alakúak csoportjába, melyekhez szabványos rendezőelemek nem alkalmazhatók.

A rezgőadagolók teljesítménye tehát nagyban függ a rendezőelemek tervezésétől és megvalósításától. A másik tényező, ami az adagolás teljesítményét meghatározza, a rezgőadagolók tárolási és adagolási képessége (kapacitása).

A rezgőadagolók kapacitása:

Az adagolók kapacitása alapvetően a tároló tartályban egyidejűleg kezelhető munkadarabok számától, pontosabban térfogatától függ. A kapacitást felülről korlátozza viszont, hogy a rezgőadagolóban tárolt munkadarab mennyisége akkor megfelelő, ha az emelkedő csavarvonalas pálya legalsó szintje merül csupán az ömlesztett anyag szintje alá.

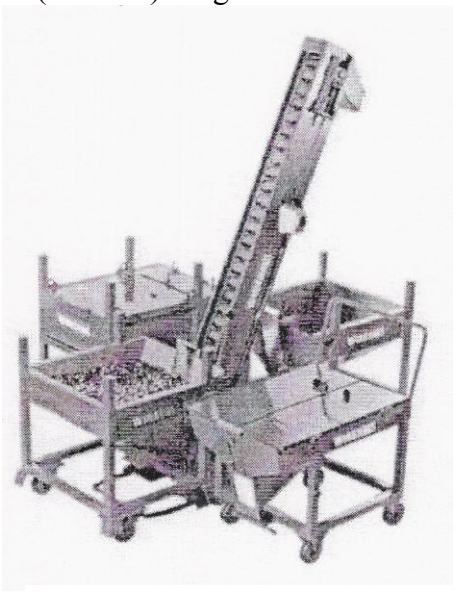
A túltöltött tároló adagoló kapacitása és megbízhatósága is csökken. Mivel a rezgőadagolók többnyire körhenger palástú munkadarab tárolóval rendelkeznek, az adagoló kapacitás a rezgőtartály (avagy -dob) átmérőjével arányos (28. ábra).



28. ábra Rezgőadagolók kapacitása

(2) Rendező hordfelülettel ellátott emelőcsörlős, szalagos (elevátor) adagolók

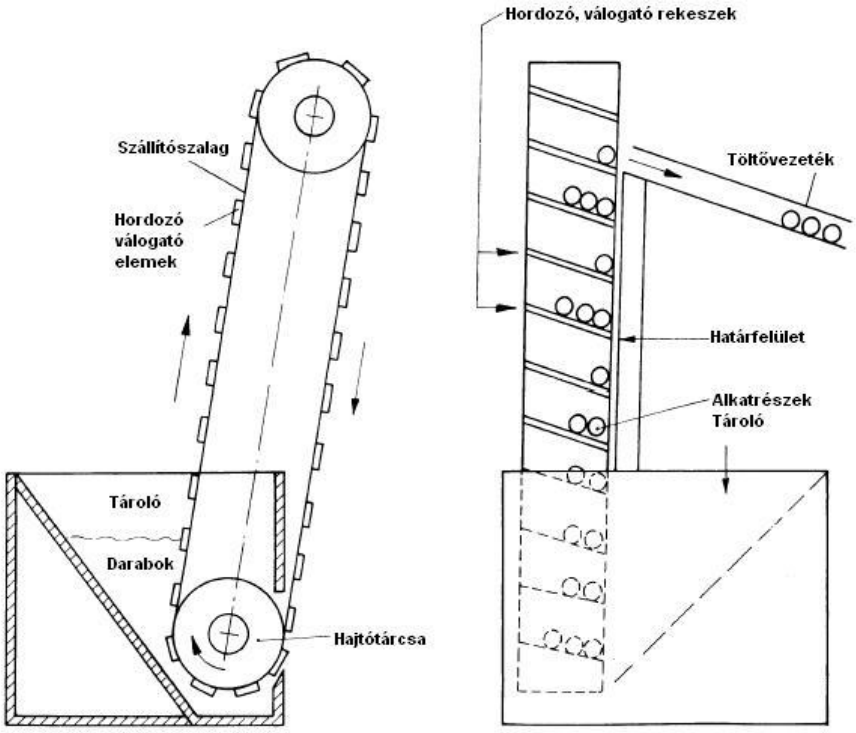
Rendszerint nem túl nagy méretű körszimmetrikus vagy síklapú darabok magas kapacitású tárolására, rendezésére és adagolására alkalmas berendezések, melyek villamos motorhajtással, függőleges közeli, enyhén döntött hordszalaggal és/vagy a darabok sajátosságai szerint kialakított, cserélhető hordelemekkel, rekeszekkel rendelkeznek. A berendezéshez kapcsolt és ugyancsak lejtős tárolóegységben rendezetlenül tárolt munkadarab halomba merülő hordszerkezet a hordelemekre véletlenszerűen továbbítható helyzetbe került alkatrészeket emeli a töltővezeték felé, míg a nem megfelelő helyzetűeket visszaejti a tárolóba.



29. ábra Felhordó berendezés tároló rendszerekkel

A felhordó szerkezet döntési szögét és a tároló lejtését a darabok súlyponti, egyensúlyi helyzetével kapcsolatos alak- és egyéb sajátosságok határozzák meg. Konstrukciós és működésbeli kialakítása szerint lehetnek

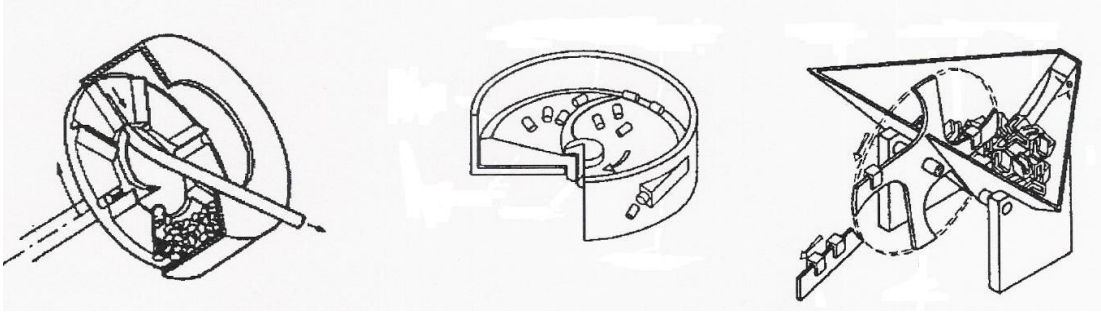
- alsó vagy felső hajtású
- folyamatos vagy szakaszos működésű
- fokozatos vagy fokozatmentes szabályozású berendezések



30. ábra Magas tároló-adagoló megoldások

(3) Forgó elemes mechanikus (31. és 32. ábra) illetve mágnes tárcsás (33. ábra) tárolók

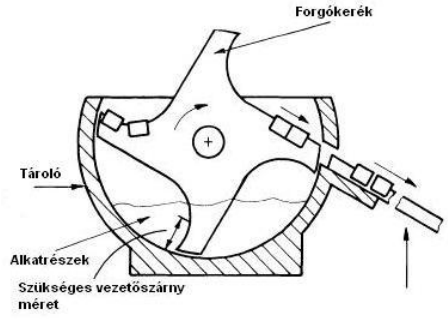
A forgólapátos vagy -tárcsás tároló-adagoló berendezéseket rendszerint közepes méretű egyszerű, egyetlen sajátosságuk felhasználásával rendezhető darabok tárolására, adagolására használják. Könnyen deformálódó darabok viszont nem adagolhatók a berendezéssel.



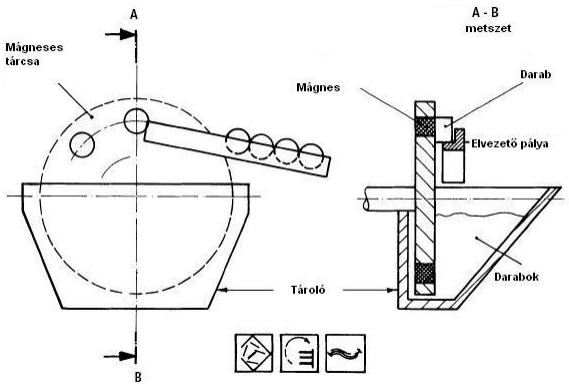
a) ferde forgótárcsás b) forgódobos c) forgólapátos

31. ábra Mechanikus forgóelemes adagolók

A ferde tárolótartályban forgó tárcsán a munkadarabok alaksajátosságainak megfelelően kialakított hordelemek emelik ki a nehézségi erővel szemben a megfelelő helyzetű darabokat a halmazból (a), majd azokról a nehézségi és/vagy centrifugális erő hatására csúsznak a darabok a kilépőnyíláshoz helyezett elvezető pályára. A vízszintesen forgó kúpdobon a centrifugális erőt hasznosítják a munkadarabok kilépőnyíláshoz terelésére (b), s a forgódobon kialakított spirális pályák, s az azon végigcsúszó alkatrészek csupán a megfelelő helyzetben lévő darabokat terelik a kilépőnyíláshoz vezető kerületi pályára. A forgólapátos adagolók lapátjainak homlokélét alakítják ki a darabok alaksajátosságainak megfelelően, ezáltal a rendezetlen munkadarab halmazba merülő forgólapát a véletlenszerűen éppen rendezett helyzetben lévő darabokat emeli ki csupán a halmazból (c). A forgórészen alkalmasan kialakított csúszópályán a munkadarab a továbbforgatás során saját súlyerejénél fogva siklik az elvezető pályára. A b) megoldás esetén az adagolótartály telitettsége, feltölthetősége általában elenyésző a többi megoldásnál lehetséges telítettségi állapothoz képest.



32. ábra Forgólapátos tároló



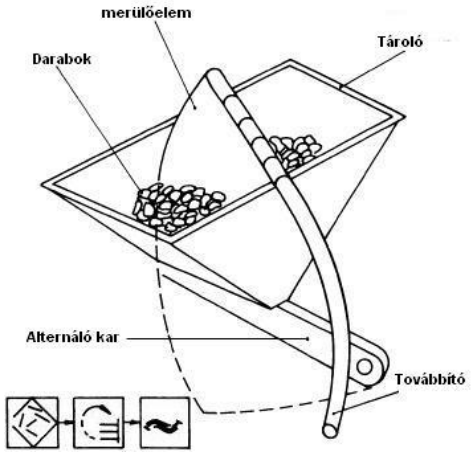
33. ábra Mágnes tárcsás tároló

A mágnes tárcsás adagolók csupán mágnesezhető anyagú és a súlyerőt meghaladó mágneses tapadóerőt biztosító, elegendő mértékű síkfelülettel rendelkező tárcsa, gyűrű és gombaszerű alkatrészek adagolására szolgálnak. A tárcsa viszonylag mélyen merül a munkadarab halmazba, s így a folyamatosan forgó tárcsában elhelyezett elektromágnes tekercsek viszonylag nagy mennyiségű munkadarabot forgatnak ki a

halmazból a tárcsa szabadon forgó felületéhez illesztett elvezető pályára. A vezetőpálya a munkadarab rendező felületeihez tervezett keresztmetszetű, és döntési szöge a súly- és mágneses erő viszonyának megfelelően meghatározott.

(4) Merülő elemes, alternáló adagolók

Az automatikus adagoló-tároló berendezések legegyszerűbb fajtái az alternáló mozgást végző adagolóelemekkel ellátott lejtős tároló berendezések. A tároló edények fala minden oldalon oly mértékben döntött, hogy az általában egyszerű alakú alkatrészek saját súlyerejüknél fogva a tároló alján kialakított legszűkebb keresztmetszetű helyhez torlódnak. A 34. ábra egy lengő merülő elemes tárolót mutat, melynek rendező eleme alaphelyzetben a tároló fenékélével párhuzamos, felső élén az adagolandó darab alaksajátosságaihoz igazodó kivitelű rendező éllel. A merülő elemet lassan a továbbító elem irányába (általában legfeljebb 45 fokban döntött helyzetbe) forgatva, a rendező éllel az alkatrész halomból kiemelt megfelelő helyzetben lévő alkatrészek súlyerejüknél fogva a továbbítóba csúsznak.



34. ábra Merülőelemes tároló

A rendező él alakja és mérete az adagolandó alkatrészek alakjától függ. A merülő elem alternáló mozgása egyenletes kell, legyen. Vezérlése általában forgó tárcsával tehető egyenletesen gyorsuló és lassuló mozgásokkal megfelelően szabályozottá ahhoz, hogy akár törékeny vagy sérülékeny alkatrészek is adagolhatók legyenek (pl. üveg vagy kerámia anyagból készült, vagy vékony keresztmetszetű, avagy finoman megmunkált alkatrészek). Az adagoló kapacitása leginkább a darabok méretétől függ, azaz a merülő elem rendező élének a darabhoz mért hosszától és az alternáló mozgás ciklusidejétől. Viszonyításképpen, egy tízszeres rendezőéllel ellátott merülőelemes adagoló másodpercenként egy darab továbbítására képes, azaz percenkénti kapacitása eléri a 60-70 db/perces, azaz óránként akár 3-4000 darabos adagolási teljesítményt.

3.3.4. Szerelőgépek, szerelő automaták

(1) Szerelőfejek

(2) Automatikus helyzet felismerés és berendezései

(3) Helyező és továbbító berendezések
- Manipulátorok
- Szerelőrobotok

3.3.5. Szereldei kisgépek

Az egyszerű kéziszerszámokat villamos, pneumatikus, hidraulikus szerszámokkal, készülékekkel váltják fel.

(1) nagyfrekvenciás kézi fúrógép

(2) kézi csiszológép

(3) nagyfrekvenciás kézifűrészek és ollók (36 ábra)

(4) pneumatikus csavarbehajtó aggregát

3.3.6. Szerelő készülékek

(1) rögzítő (35 ábra)

(2) beállító (37 ábra)

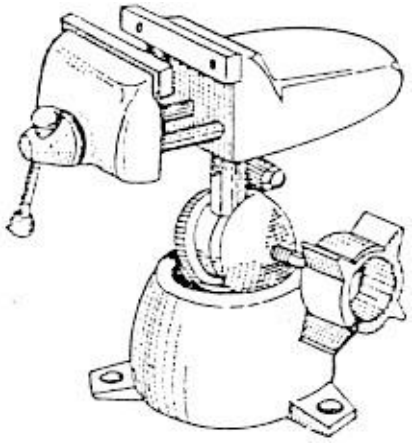
(3) megmunkáló

(4) ellenőrző

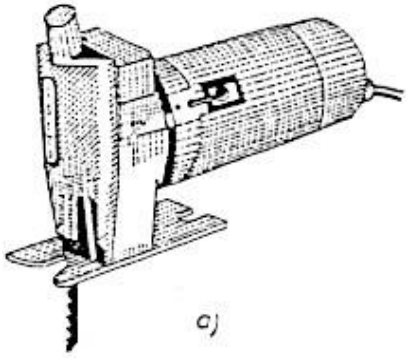
(5) tartó-, hordozókészülékek(38. ábra)

3.3.7. Csomagológépek

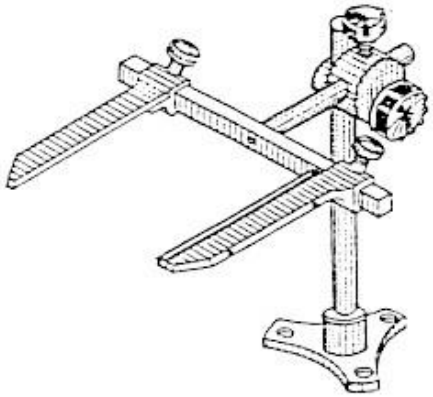
3.3.8. Mosó-, tisztítóberendezések



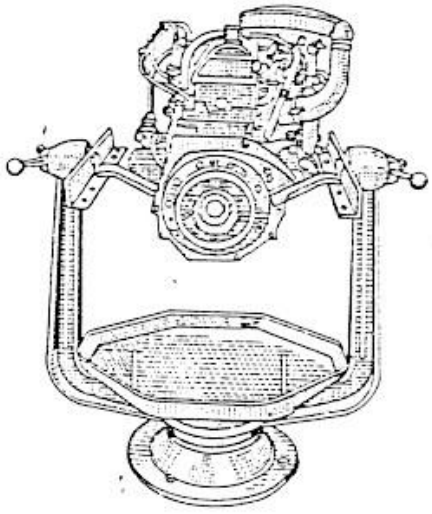
35 ábra Gömbcsuklós satu



36 ábra Nagyfrekvenciás kézifűrész



37 ábra Állítható befogókészülék

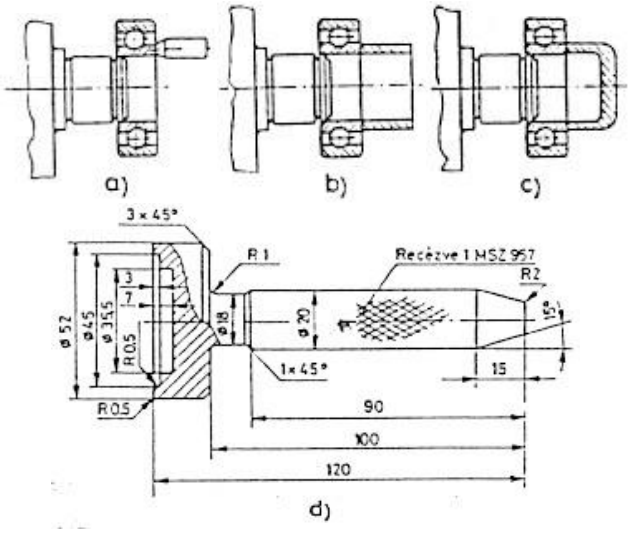


38. ábra Tartókészülék

a bázisalkatrész készülékbe helyezése után a szerelvényt végigkíséri a készülék a szerelőszalagon, a próbán és az ellenőrzésen

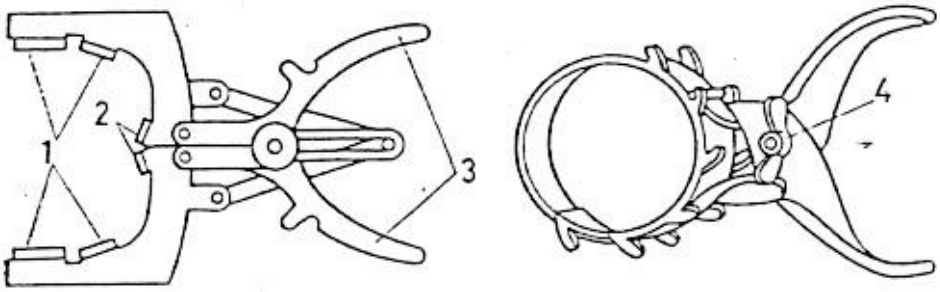
3.3.9. Kézi szerszámok

- csapágylehúzó (39. ábra a-c) szerszám
- szerelőharang (39. ábra d)
- sorjátlanító kés
- mérőtalp (18. ábra - 2)
- mérőtüske (18. ábra - 3)
- dugattyúgyűrű szerelő szerszám (40. ábra)
- csőtágító szerszám (41 ábra)
- csőhajlító szerszám (42. ábra)



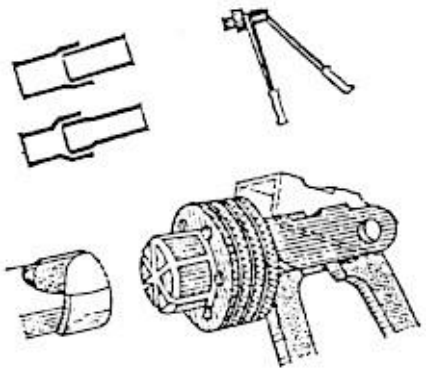
a) hibás: fémrúddal b) helyes: csővel
c) célszerű: szerelőharanggal (d)

39. ábra Golyóscsapágy szerelése

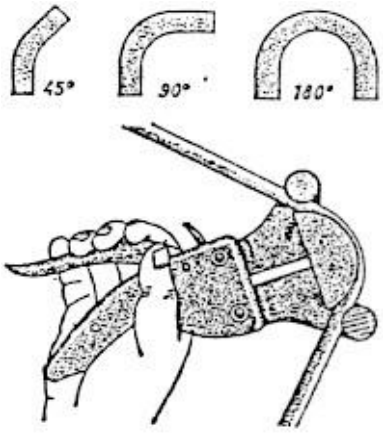


40. ábra Dugattyú gyűrű szerelő szerszám

1 támasztócsap a dugattyúgyűrű részére, 2 feszítőcsap a résélek szétfeszítéséhez, 3 fogantyú, 4 rögzítőcsavar



41 ábra Csőtágító szerszám



42. ábra Csőhajlító szerszám

4. Szerelési rendszerek

A szerelési folyamat szerelési rendszerben megy végbe, melyet egy adott termékspektrumhoz kell kialakítani. A szerelési üzemek tervezői hamar felismerték, hogy a szerelés szervezésével sokat lehet javítani a hatékonyságon. A jól működő szerelési rendszerek kialakításhoz hosszú időre volt szükség. Az első lépés a szerelőszalag alkalmazása volt, de ezzel nem oldódott meg a sorozatgyártási probléma és további optimalizálási gondokat kellett megoldani. Főleg a nagysorozatú gépgyártásban gondolták hasznosnak, hogy a szerelés helyes és rendezett működéséhez a termelési körülményeknek összhangban kell lennie. A rendszer hatékonyságát ezen tényezők minél nagyobb összhangjával lehet növelni.

4.1. Szerelési rendszerek jellemzői

(1) Automatizáltsági fok

A szerelő rendszer automatizáltsági foka az automatizált munkahelyek arányát jelenti az összes munkahely között.

a) A szerelőrendszerek fejlesztési fokozatai:
- kézi
- gépesített
- automatizált

b) Feladatok a fejlesztési fokozatok kialakításához:
- energiaellátás
- szerszámvezetés
- folyamatirányítás
- felügyelet és optimálás

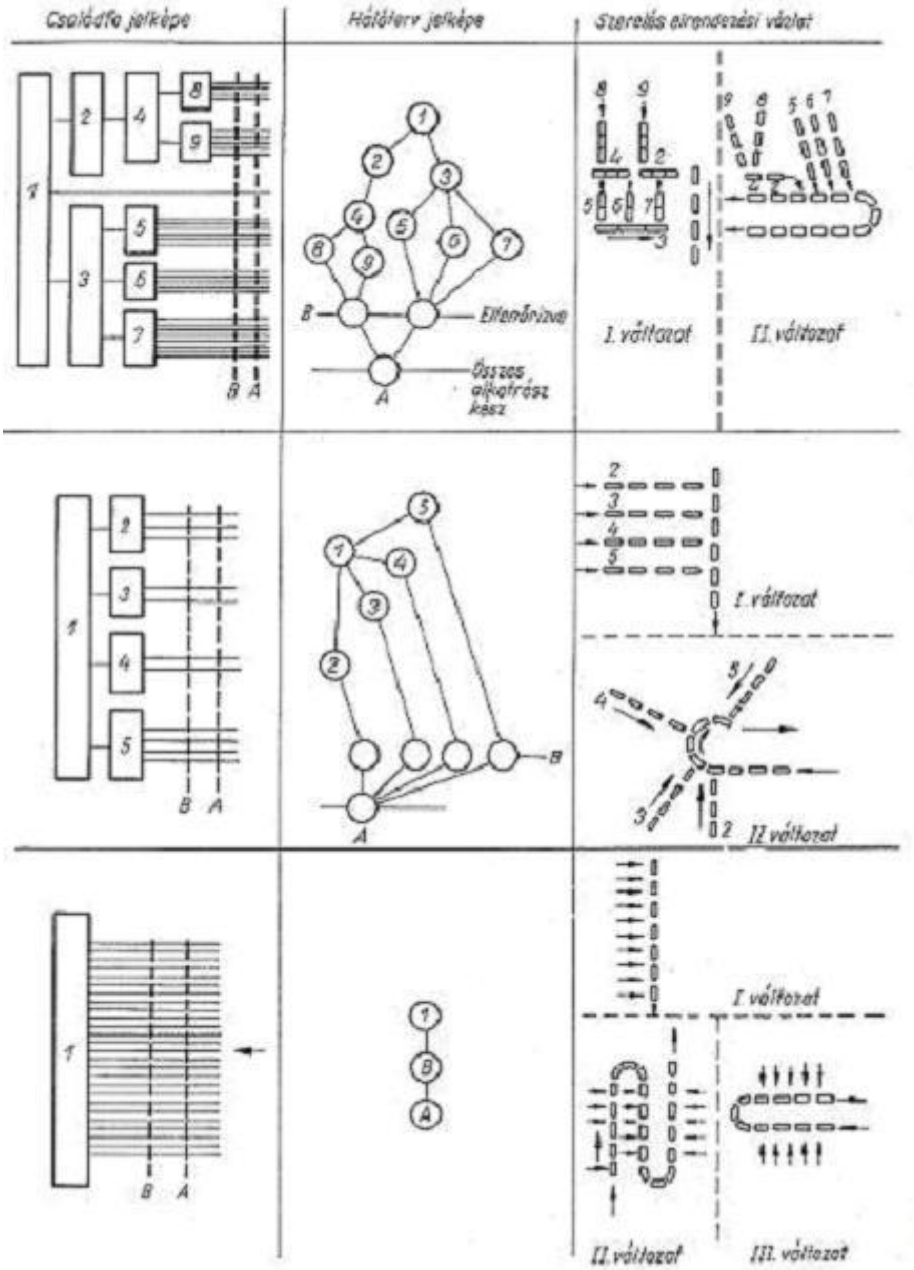
(2) Rugalmasság: az a képesség, hogy a rendszer mennyire képes igazodni a változó körülményekhez. Legrugalmasabbak a kézi kiszolgálású munkahelyek (egyedi és kissorozat), míg legmerevebbek a mechanikus programtárolású szerelőautomata rendszerek.

(3) Szervezési forma: A szerelés szervezési formáját a szerelés tárgyának mozgásállapota és a munkahelyi munkamegosztás foka (munkahely kialakítás) határozzák meg.

A fenti jellemzők megválasztása a szerelés tervezésének egyik kulcskérdése. Meghatározásában a következő szempontokat kell feltétlenül figyelembe venni:
- Szerelés térbeli elhelyezése (munkahely elrendezés)
- Munkadarabok mozgása (munkahely irányítás)
- Szerelés ütemessége a szerelés szervezése a termelési program homogenitásától függően (szervezési formák)
- Szakosítás mélysége (tömegszerűség)
- A szerelés és az alkatrészgyártás összefüggései (kiszolgálás)

4.2. Munkahely elrendezés – a szerelés elrendezési formái

Az elrendezési formát alapvetően befolyásolják a választott szerelési berendezések, gépek, automatizálási eszközök. Az állomás elrendezése alapvetően kötetlen, ha a szállítóeszköz nincs pályához kötve. A munkahelyek kialakítása, elrendezése azonban alapvetően meghatározó a szerelés hatékonyságában és ezáltal közvetlenül befolyásolja a szerelvény minőségét. Ezért a munkahely tervezésekor a szerelvény konstrukcióját és a szerelési folyamat fő jellegzetességeit is figyelembe kell venni. Az előbbi, egyszerű állomás kiépítési lehetőségek kombinációjával kialakított állomáshely megoldásokra, egyedi – a termék, folyamat és emberi szempontokat is figyelembe vevő – kialakításokra van szükség. A szerelvény egyik legmeghatározóbb jellemzője a szerelvény tagoltsága, mely egy nyitott gráffal, faszerkezetű ábrával, míg a folyamat jellegzetességei általában zárt folyamat-gráffal szemléltethetők. Ilyen eseteket mutat be az alábbi ábrasor.



43. ábra A szerelvény és szerelési folyamatának hatása az állomáshelyek kiépítésére

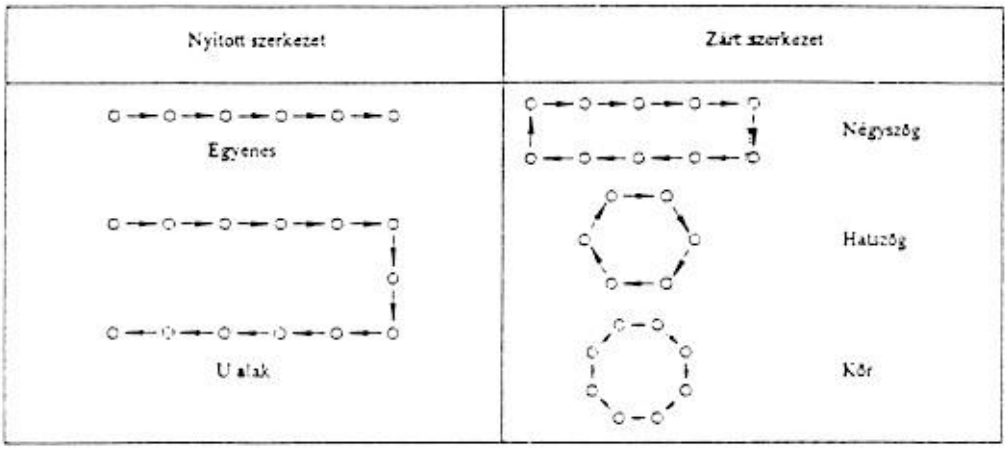
A szerelési rendszer elemi egysége az állomás. A szerelőállomások elrendezési alapformái sokszínűségük ellenére is alapvetően két csoportba sorolhatók; azaz nyitott vagy zárt formák:

- Egyenes menti
- U alakú
- S avagy láncszerű

} **nyitott** és

- Négyszög
- Hatszög
- Kör

} **zárt** formák



44. ábra Egyszerű állomások elrendezési alapformái

4.3. A szerelés szervezési formái

A munkadarab mozgásállapota szerint a szerelési forma lehet:

(1) Álló szerelés: a szerelés tárgya helyhez kötött. A szerelőrendszerbe hozzák illetve helyezik az alkatrészeket, szerelési egységeket, szerszámokat , berendezéseket.

(2) Mozgó szerelés: a szerelés tárgya munkahelyről munkahelyre vándorol. A szerelő személyzet ugyanazt a műveletet végzi állandóan ugyanazon a helyen.

A mozgó szerelés lehet:

a) Szabadmozgatású (pl. kézi v. görgősoros munkadarab továbbítás)

b) Kényszermozgatású (végtelenített lánc, konvejor, amely biztosítja a szerelési ütemet).

Folyamatos szerelés: a munkadarab azonos vagy változó sebességgel, de állandóan mozog a szerelés alatt

Előnye:

- termelékenység, mert a szerelési munka egybeesik a szállítással
- nem kell egyenlőnek lenni az egyes műveletekhez tartozó utaknak.

Hátránya: a mozgatás közben fellépő rázkódás nehezíti az ellenőrzést.

Ezt a formát járművek szerelésénél alkalmazzák. Tömeg és sorozatgyártásnál.

A szerelés üteme szerint (a szerelés ütemezettségén az egyes műveletek időtartamának összehangoltságát értjük) a szerelési forma lehet:

(1) Szabad ütemű szerelés: a szerelést adott időn belül kell elvégezni, de nincs előírva a kezdés és befejezés időpontja. A műveleti idők összehangoltságának teljes hiánya. (egyidejűleg többféle termék, utólagos illesztés)

(2) Kötött ütemű szerelés: a műveletek időtartama megegyező vagy egymásnak egész számú többszöröse.
- minden műveletet külön munkahelyen más szerelő végez
- a munkahelyek technológiai sorrendben helyezkednek el, ez biztosítja a folyamatos szerelést
- a szerelési műveletek szétosztásánál nem érhető el az ütemidő teljes kihasználása
- törekedni kell a tényleges szerelési idő és az ütemidő közötti eltérés csökkentésére

4.3.1. Szerelés szervezési alapformák:

A szerelés tárgyának mozgása és a szerelés üteme szerint kiépített jellemző szerelési formák:

(1) Gyártmányorientált – az álló tárgy körül kiépített – felállítási helyi szerelés

(2) Műhelyorientált – az állomáson belüli tárgymozgatással végzett – egyedi szerelés

(3) Folyamatorientált – láncolt szerelőállomások kiépítésével kialakított – szabad ütemű szerelősor

(4) Folyamatorientált – a szerelőállomások között szakaszos tárgymozgatást biztosító – kötött ütemű szerelősor

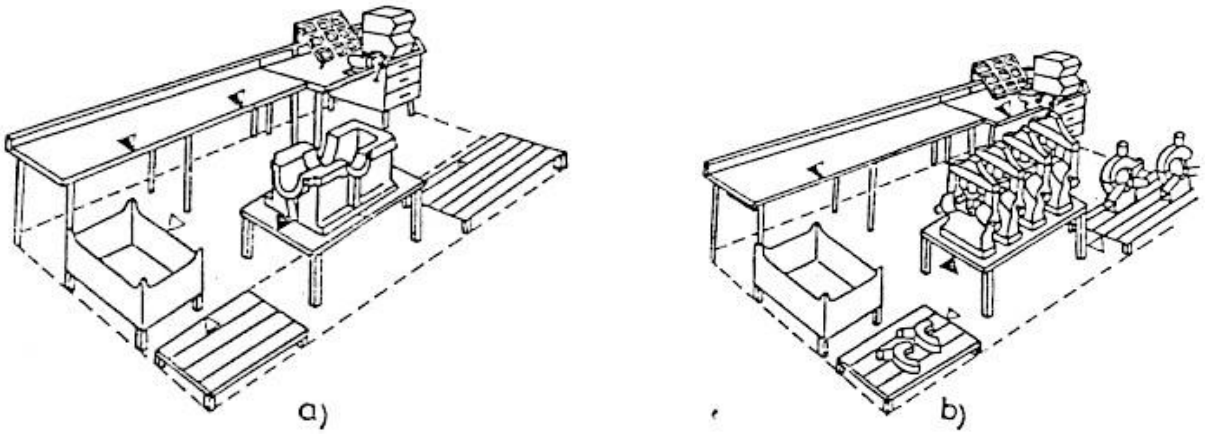
(5) és (6) Szalagrendszerű – a tárgy folyamatos mozgatásával végzett – folyamatos szerelés

Ezen szervezési formák összefoglalása látható az alábbi ábrán.

45. ábra Szerelésszervezési formák

Megjegyzések (lásd 45. ábra):

- csak a ② „egyedi munkahelyi szerelés”-nél nincs munkamegosztás (46. ábra). Egy szerelő egységet vagy egyszerű terméket készre szerelnek.
- a többi szerelési formánál van munkamegosztás, azaz a szerelési folyamat egy-egy szakaszát más-más szerelő végzi és – a felállítás helyén végzett szerelés ① kivételével – a szerelés tárgya mozog is a munkahelyek között.
- a ③-as és ④ -es szerelési formák szerelősor kialakítást igényelnek. Lényeges különbség viszont, hogy míg a ④-nél a szállítóberendezés a szerelési ütemet is biztosítja, addig a ③-nál megvalósítható a szabadütemű szerelés is.
- Az ⑤ és ⑥ jelű folyamatos szerelési formák közötti fő különbség, hogy míg az ⑤-nél még függetleníthetjük a munkadarabot a szállító rendszertől az állomáson belül, addig a ⑥-nál a szerelvény szállítórendszerhez kötött (folyamatos) mozgást végez.



46. ábra Egyedi munkahely kialakítás

a) hajtómű szerelése egyedi munkahelyen
b) támasztó bábok sorozatszerelése egyedi munkahelyen
◂▾▴▸: fő munkaállás, ◃▿▵▹: kisegítő/kiegészítő munkaállás, ◃▽△▷: átmeneti munkaállás