



BAGSZ14NNF

Szereléstechológia

3. Szerelési folyamat tervezése, dokumentálása

Magyarkúti József
magyarkuti.jozsef@bgk.uni-obuda.hu



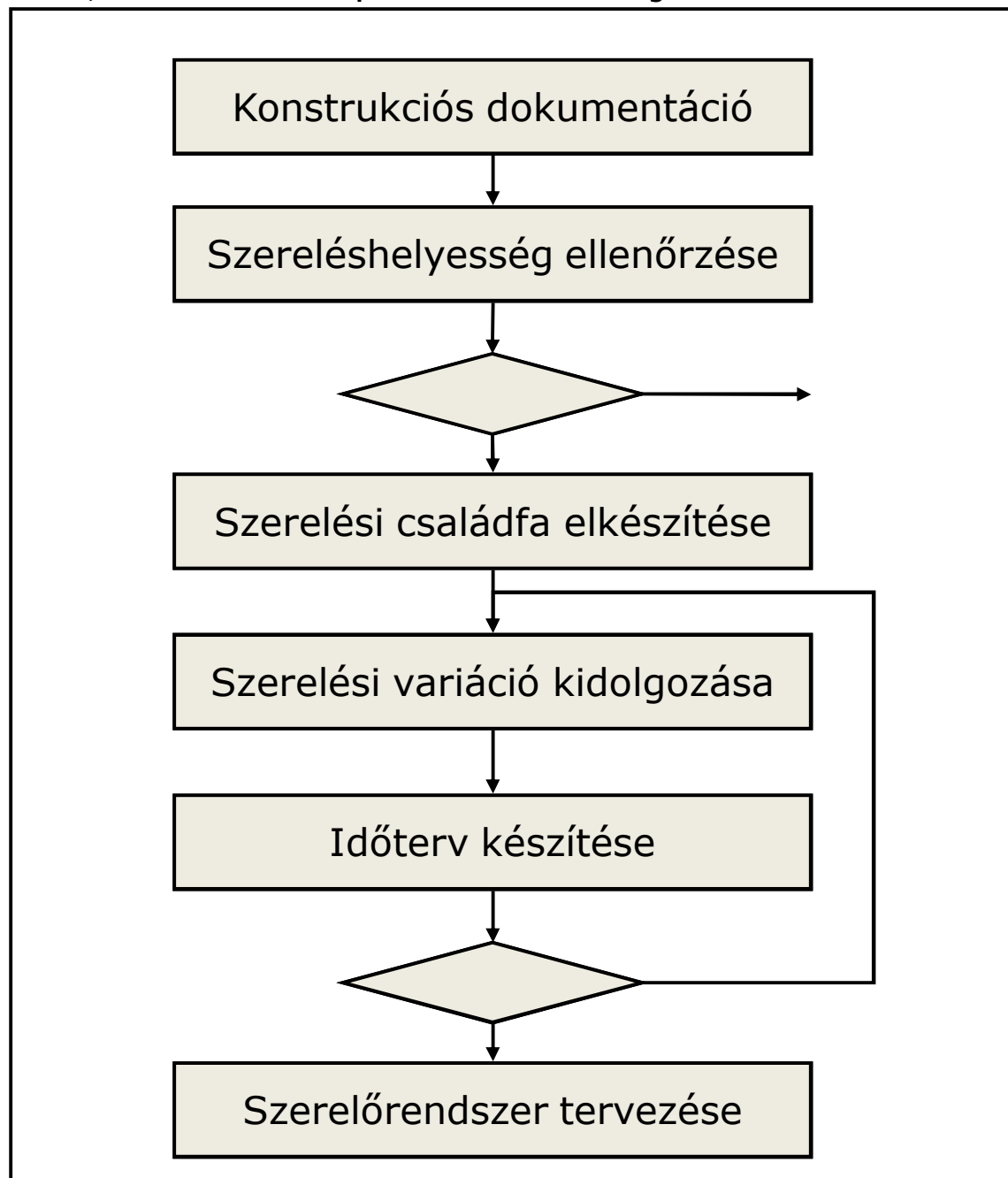


Tervezési folyamat

A szerelési eljárások százalékos aránya az összes szerelési időn belül:

- ☐ összeállítás 50%
- ☐ munkadarab kezelés 20%
- ☐ ellenőrzés 12%
- ☐ speciális beszabályozás 11%
- ☐ egyéb eljárás 7%

Tervezési folyamat



Kiindulási adatok, feltételek:

1. Személyi adatok: létszám, kor, nem és szakképzettség szerint

2. Gyártmány adatai: típus, tömeg, nagyság, anyag, pontosság. Tartalmazza a dokumentáció

3. Termelési adatok:
összes darabszám, teljesítési határidők és darabszámok, sorozat nagyságok.

meglévő kapacitások: üzemi helyiség, berendezések, gyártóeszközök, energiaellátás

jogi kööttségek: bértarifa szerződés, munka-, környezetvédelmi és biztonsági előírások

A szerelési folyamat modellje

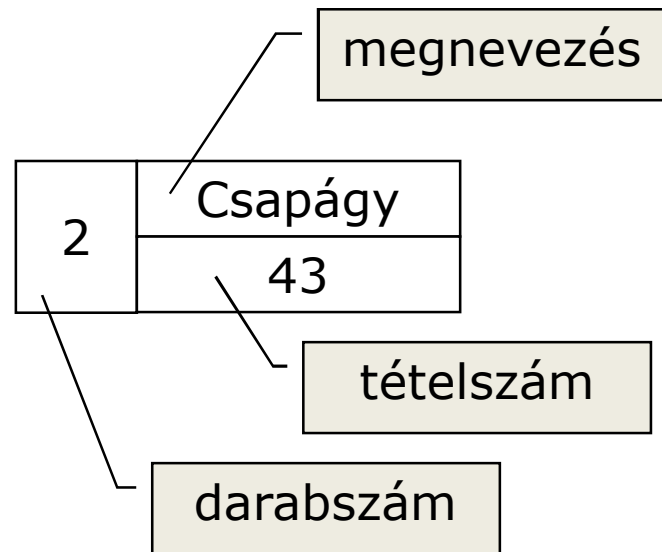
A szerelési folyamat tervezésének is egyik legfontosabb kiinduló információja:

összeállítási terv, amelynek alapja az **összeállítási rajz** - az alkatrészek darabszáma, szerelési struktúra, pontossági előírások, egyesítő eljárások fajtái, stb

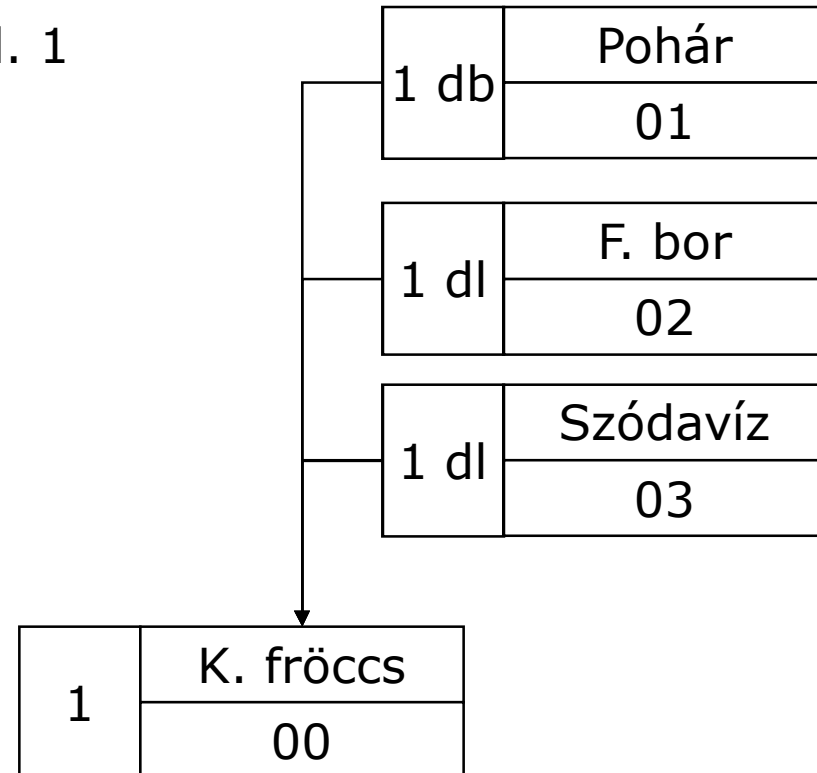
A tevékenységek meghatározásának első lépése :

tisztázzuk a szerelvény felépítését, **összetevőinek** geometriai, topológiai, fizikai, funkcionális **kapcsolatát**.

Objektum orientált családfa felépítése



Pl. 1



A családfában egy-egy elemet egy téglalap ill. a beírt adatok jellemeznek (az egyszerre szerelendő darabszám, megnevezés, rajzsám, v. tételszám).

Objektum orientált családfa felépítése

Az objektumorientált szerelési családfa lényegében egy gráf, ahol

az **élek**:

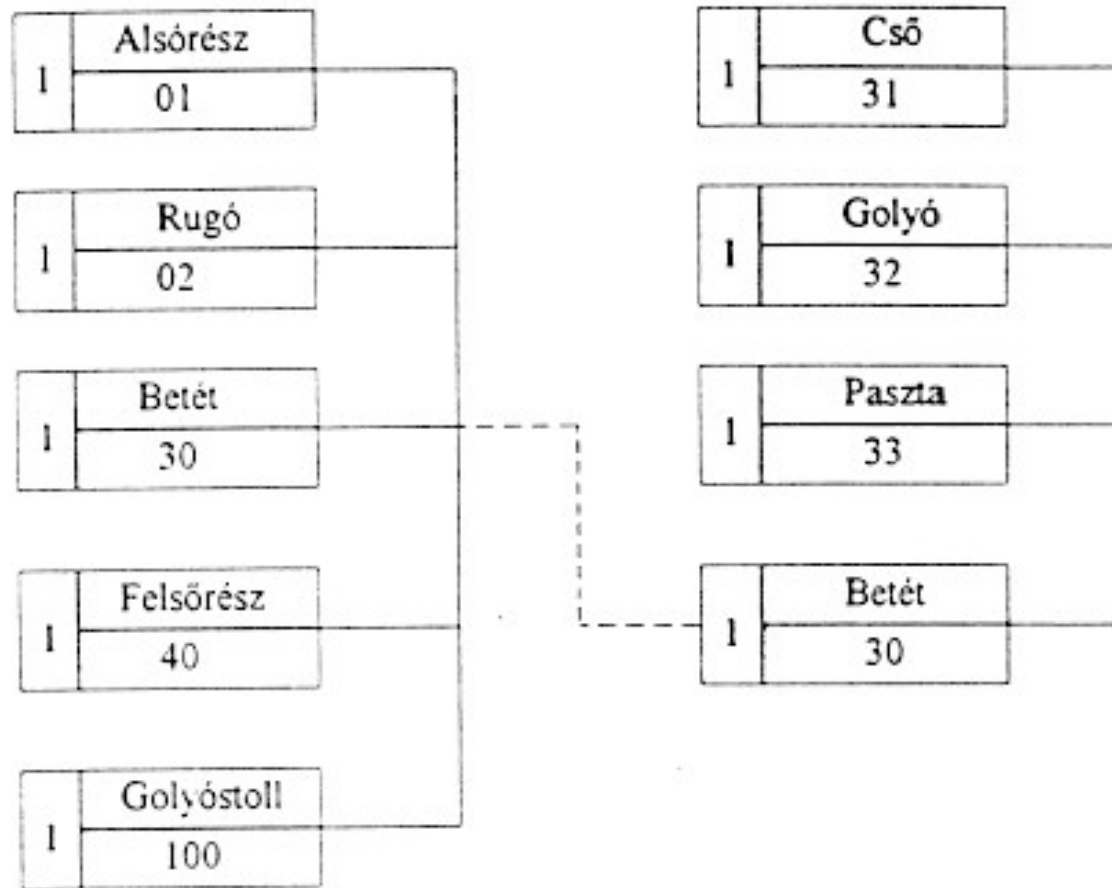
megfelelnek valamilyen **tevékenységnek**, amelyeket a csomópontba befutó szerelési egységeken (alkatrészeken, szerelvényeken) el kell végezni.

a **csomópontok**: a szerelés közben alakuló **gyártmány egyes állapotainak** (virtuális al, vagy funkcionális résszerelvények) felelnek meg.

A családfa **minden eleméhez** tartozik **legalább egy tevékenység**, amellyel a kívánt állapot megvalósítható. Bizonyos esetekben **többféle tevékenység is** szükséges (pl. csapágyat felmelegít, felhúz).

Objektum orientált családfa felépítése

Pl. 2: Golyóstoll



Folyamat, avagy esemény orientált családfa felépítése

- A folyamattervezés eredménye
- **Alapja** természetesen az **objektumorientált családfa**
- a **családfa elemek** most nem szerelt objektumokat (alkatrészek, szerelvények), hanem **szerelési eseményeket** jelképeznek
- itt már **nemcsak az összeállítási műveletek**, hanem a többi szerelési eljárásnak (kezelés, ellenőrzés, speciális és egyéb eljárásoknak) megfelelő műveletek is szerepelnek!
- családfa **egyes elemei** már bonyolultabb előzési és befejezési szabályok szerint is **ütemezhetők**, prioritizálhatók és **tervezhetők**

Folyamat, avagy esemény orientált családfa felépítése

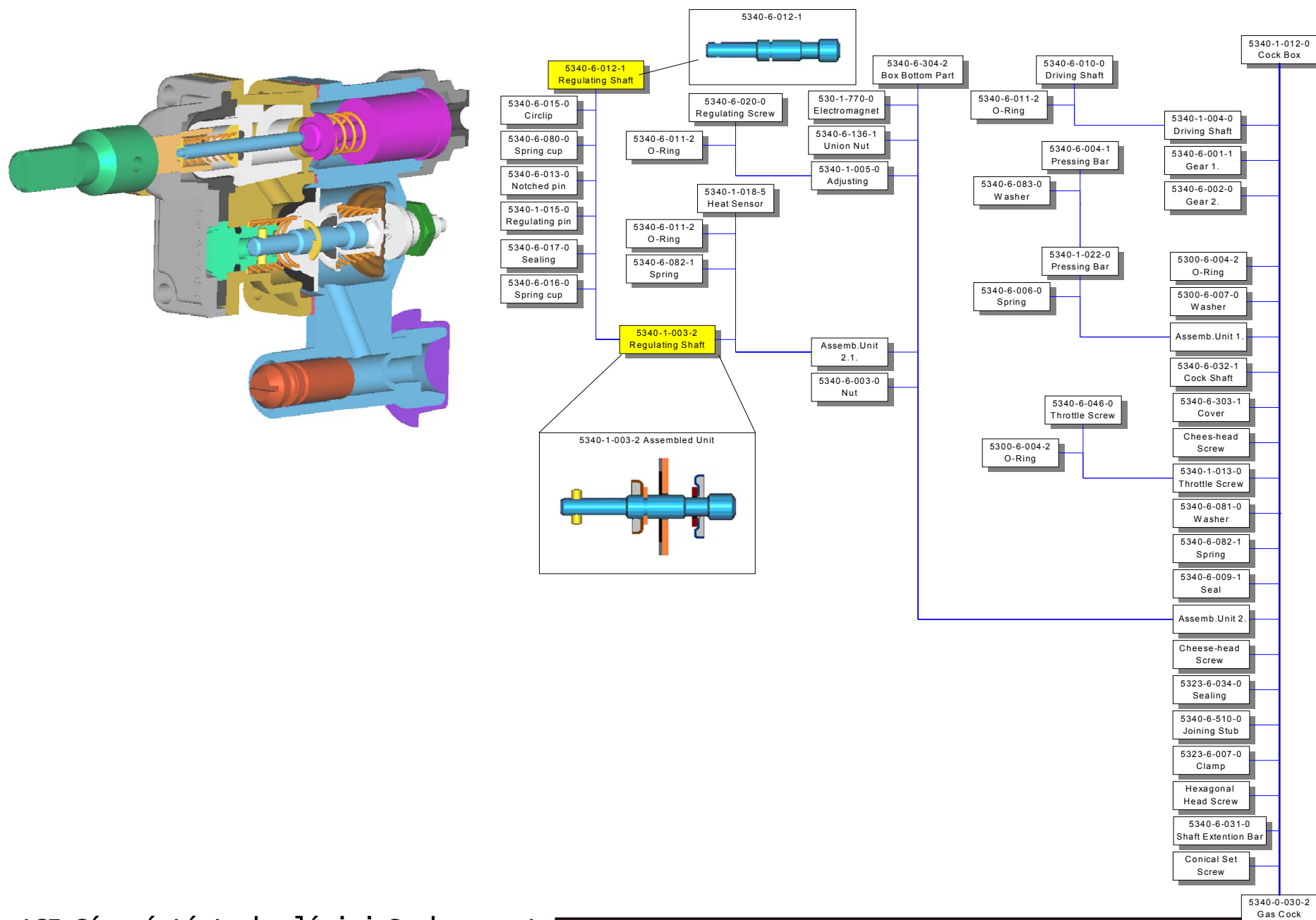
Az eseményorientált szerelési családfa is egy gráf, ahol

- **Az élek:** az egymásra épülő **tevékenységek közötti kapcsolatnak**, információ átadásnak, azaz műszaki dokumentációs útvonalaknak felelnek meg, amelyeket a csomópontokba befutó tevékenységeknek együttesen vagy külön-külön eredményezniük kell
- **a csomópontok:** a szerelési folyamat különböző ágain futó tevékenységek **egymáshoz képesti** prioritási, előzési és időbeli **viszonyát** (megengedő vagylagos, kizárólagos vagylagos, egyidejűségi, nemleges, ... relációját) definiálva a szerelési folyamat egyes állomásait képezik.

Az eseményorientált családfa alapinformációs elemei

Az esemény

- megnevezése
- helye
- kezdési és befejezési ideje
- felelőse



A szereléstervezés szintjei:

- sorrendtervezés
- művelettervezés
- műveletelem tervezés

Szerelési sorrendterv – az összes elvégzendő szerelési művelet sorrendje, tartalma, ideje

Szerelési utasítás – egy munkahelyen elvégzendő szerelési feladatok, eszközök, segédanyagok, ellenőrző eszközök, idő

Ugyanúgy, mint alkatrészgyártásnál.

Szerelési tevékenységek műveletekre, műveletelemekre bontása

A szerelési művelet a szerelési folyamat **egy** munkahelyhez, **munkaállomáshoz kötött része.**

- Az **egy műveletbe** sorolható tevékenységet alapvetően meghatározza a [munkahely alapelrendezése](#) és/vagy a [szerelő szakképzettsége](#).
- A műveleti határok a szerelési családfát tekintve nem lehetnek tetszőleges helyen. **Kíváncos, hogy egy-egy művelet végén** a gyártmány olyan állapotba jusson, amelyben az elért rendezettség megmarad (valós alszerelvény, [résszerelvény állapot](#)).

A szerelési műveletelem

Egy szerelési művelet több műveletelemből áll
amely a szerelési műveletnek az a része amelyben
állandó:

- a munka tárgya, alkatrész, alkatrészcsoporth, stb.
- a szerelési eljárás
- A szerszám v. szerelőeszköz - pl. a tengelyre csapágyat felhúzó; alátétet felhelyez

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

A tervezés mélysége illetve részletessége

- kis- és középsorozathál elegendő a **sorrendtervezés** - durva tervezés - műveletekre bontás és ezek munkahelyhez rendelése
- nagysorozathál ill. automatizált munkahelyekre a tervezést minden szintre kiterjedő **részletességgel** kell elvégezni - **finomtervezés**

Szerelési sorrend tervezése

A sorrendtervezés **célja:**

- a szerelési folyamat **műveletekre tagolása**
- a műveletek **hozzárendelése munkahelyekhez**
- a **műveletek sorrendjének** meghatározása.

A tevékenységek idősorrendben a **szerelési családfa**
alapján határozhatók meg - minden elemhez tartozik
legalább egy tevékenység

A műveletek bontása (a felosztás szempontjai):

- a **berendezés igényes** műveleteket **eljárás fajtánként** rendeljük a munkahelyekhez
- a **kézi** műveleteket **normaóra szerint** terheljük a munkahelyekre - ekkor a termelés egy része halad át a munkahelyeken, de párhuzamos munkahelyek szervezhetők

A munkahelyek terhelése (a tevékenység munkahelyhez rendelése).

- **Probléma:**

a tevékenységek **időigénye különböző** (és a minimális idejű tevékenység, mint elvi határ megszabja a kiegyenlítés pontosságát)

- **Megoldás:**

mindig a **leghosszabb idejű tevékenységgel kell kezdeni** a munkahelyek terhelését, és ha az eredeti normaidővel nem integrálhatók a rendszerbe $\Rightarrow$ párhuzamos munkahely kialakítása, gépesítés, automatizálás nyújthat megoldást.

A szerelési műveletek sorrendezése (a sorrendtervezés további szempontjai):

- a gyártmány **súlynövekedése fokozatos** legyen $\Leftrightarrow$ anyagmozgatás
- a gyártmány **térfogat-növekedése fokozatos** legyen $\Leftrightarrow$ helyfoglalás

Ezek kielégítése: a gyártmány szerelőrendszerét alrendszerekre bontják:

Alrendszerek:

- előszerelő rendszer különválasztása, létesítése a **kevés alkatrészből alacsonyabb rendű egységek** szerelésére,
- kötelező külön műveletbe sorolni, s elszigetelt munkahelyre rendelni az **egészségkárosító hatással** járó tevékenységeket (rezgés, zaj, gázkibocsátás)
- a szerelési **családfából** kivehetők az **előzési feltételek**, pontosabban annak a legkésőbbi szakasznak a kezdete, amikor egy bizonyos szerelési egységnek már készen kell állnia, amelyek a munkaállomások elrendezését is **meghatározhatják**.

A sorrendtervezés **iteratív tevékenység**, amelynek eredményei – különösen a tömeggyártásban – csak akkor válnak **véglegessé**, ha a **művelettervezés is befejeződött**, mivel csak akkor állnak rendelkezésre **pontos időadatok**.

Művelettervezés:

Művelettervezés feladatai:

- műveletelemek meghatározása
- az alkatrész megnevezése és rajzsámra hivatkozva az elvégzendő munka leírása
- a műveletelemek sorrendjének meghatározása
- a műveletelemenként a szükséges gyártóeszközök meghatározása (szerszám, készülék, segédanyag)
- a felhasználandó segédanyag fajtája és mennyisége (pl. tisztító paszta, kenőanyag, ...)
- elő kell írni a technológiai adatokat (pl. ragasztáshoz a szorítási idő és erő, stb.)
- az egész műveletre meg kell határozni a darabidőt és a szerelő létszámot.

Szereléstechológia dokumentációja

A termékek összefüggéseit így leíró tipikus dokumentációk a következők:

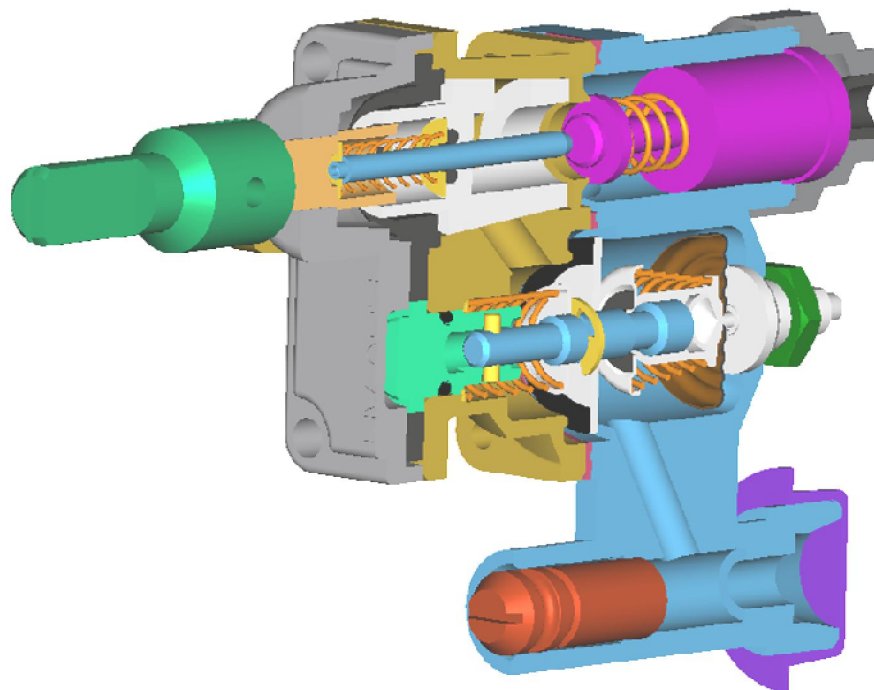
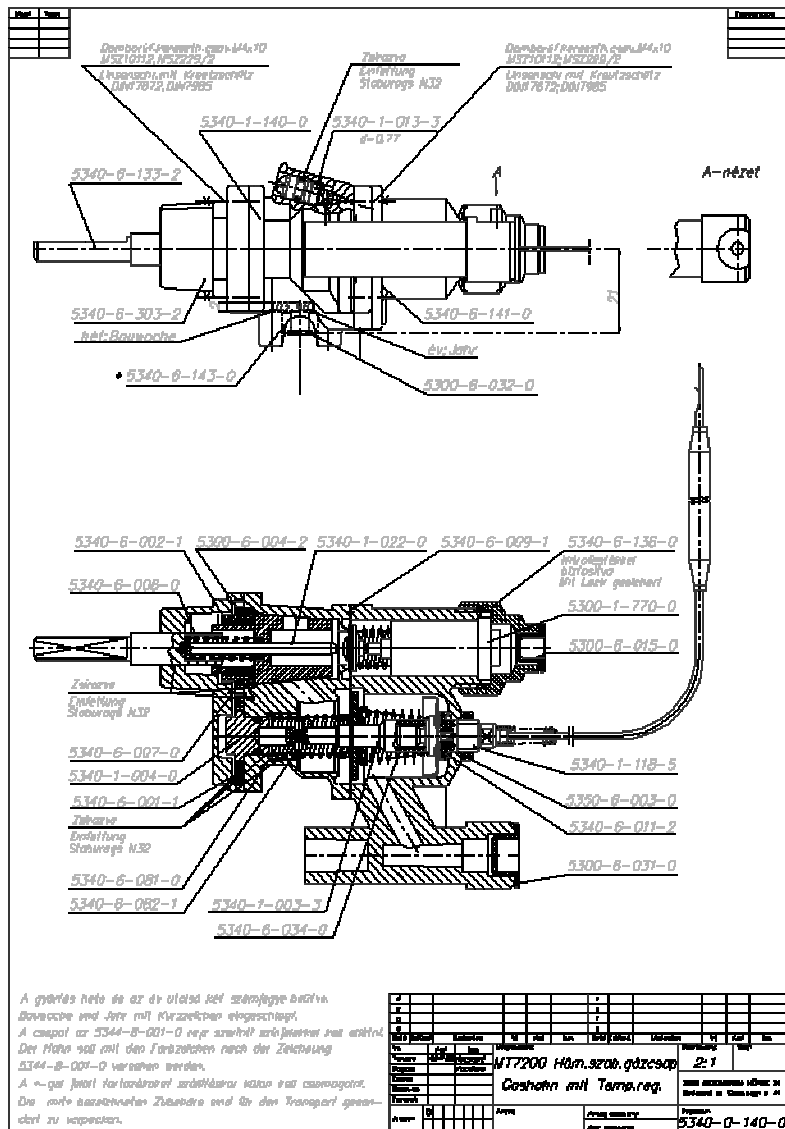
- Összeállítási rajz
- Darabjegyzék
- Robbantott ábra
- Összes darabszám
- Gyártmány (-szerkezeti) – családfa
- Szerelési családfa

Részben előző tevékenységből, részben a szerelési tervezéskor keletkeznek.

Összeállítási rajz

- Az összeállítási rajz a termék **végső felépítését** jeleníti meg 2D-s grafikus formában
- Megmutatja az **összetartozó egységeket** (alszerelvényeket és alkatrészeket)
- többnyire **befoglaló és lényeges méreteket**
- **Tűrésértékeket**
- az alkatrészek számát és **(tétel-) számozását**
- minden **szükséges előírást** a termelésre és összeszerelésre feltüntet

Összeállítási rajz



Az összeállítási rajz hasznosítása

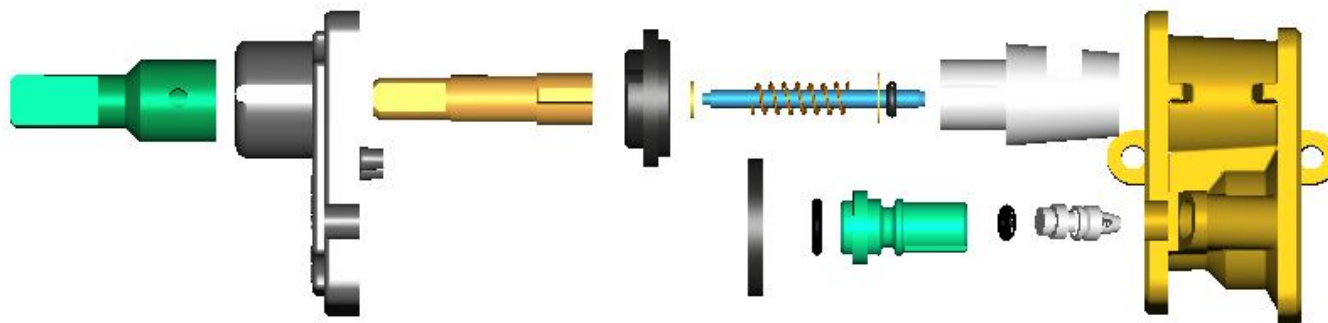
Detektálható összefüggések	Alkalmazható eljárás	Az információ teljessége	Az információ formája
Geometriai	D	T	G, S
Topológiai	D	T	T, S
Funkcionális	O	R	G
Anyag	D	T	T
Technológiai	D	R	T

Alkalmazható eljárás: **D**irekt, **I**ndirekt (**K**onvencionális, **O**pcionális)

Az információ teljessége: **R**észleges, **T**eljes

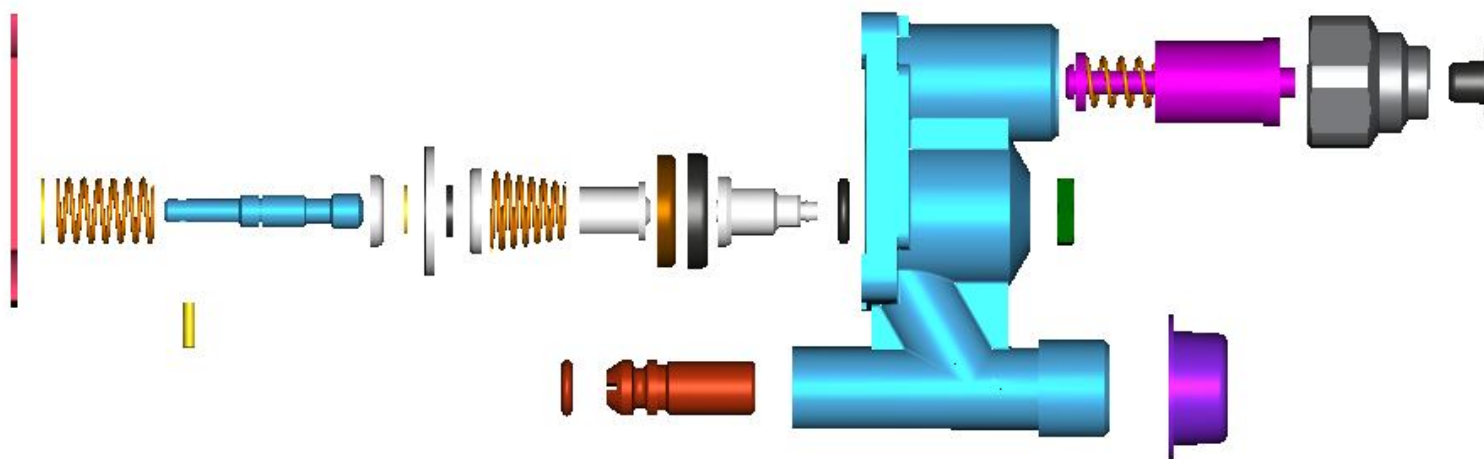
Az információ formája: **T** Szöveges, **G**rafikus vagy **S**zabványos

Robbantott ábra (gázszelep)



Célja:

- bemutassa a termék alkatrészeinek helyzetét és topológiáját
- elősegítse 2D-s rajzok és a szöveges leírások kapcsolatának kiértékelését.



Robbantott ábra

- Illesztési tervnek is nevezik
- grafikus módon jeleníti meg a végső termék felépítését
- megmutatja az összetartozó egységeket (alszerelvényeket és alkatrészeket)
- többnyire nem tartalmaz szöveges leírást, méretezést vagy egyéb szabványos mérnöki jelképet

Robbantott ábra funkciója

- útmutatás, hogy mely felületre kell gondot fordítani
- az egymással kapcsolódó alkatrészeket úgy ábrázolja, hogy azok sorrendisége egyben útmutató legyen a szerelés sorrendjéhez is

A robbantott ábra hasznosítása

Detektálható összefüggések	Alkalmazható eljárás	Az információ teljessége	Az információ formája
Topológiai	O	R	G
Funkcionális	O	R	G

Alkalmazható eljárás: **D**irekt, **I**ndirekt (**K**onvencionális, **O**pcionális)

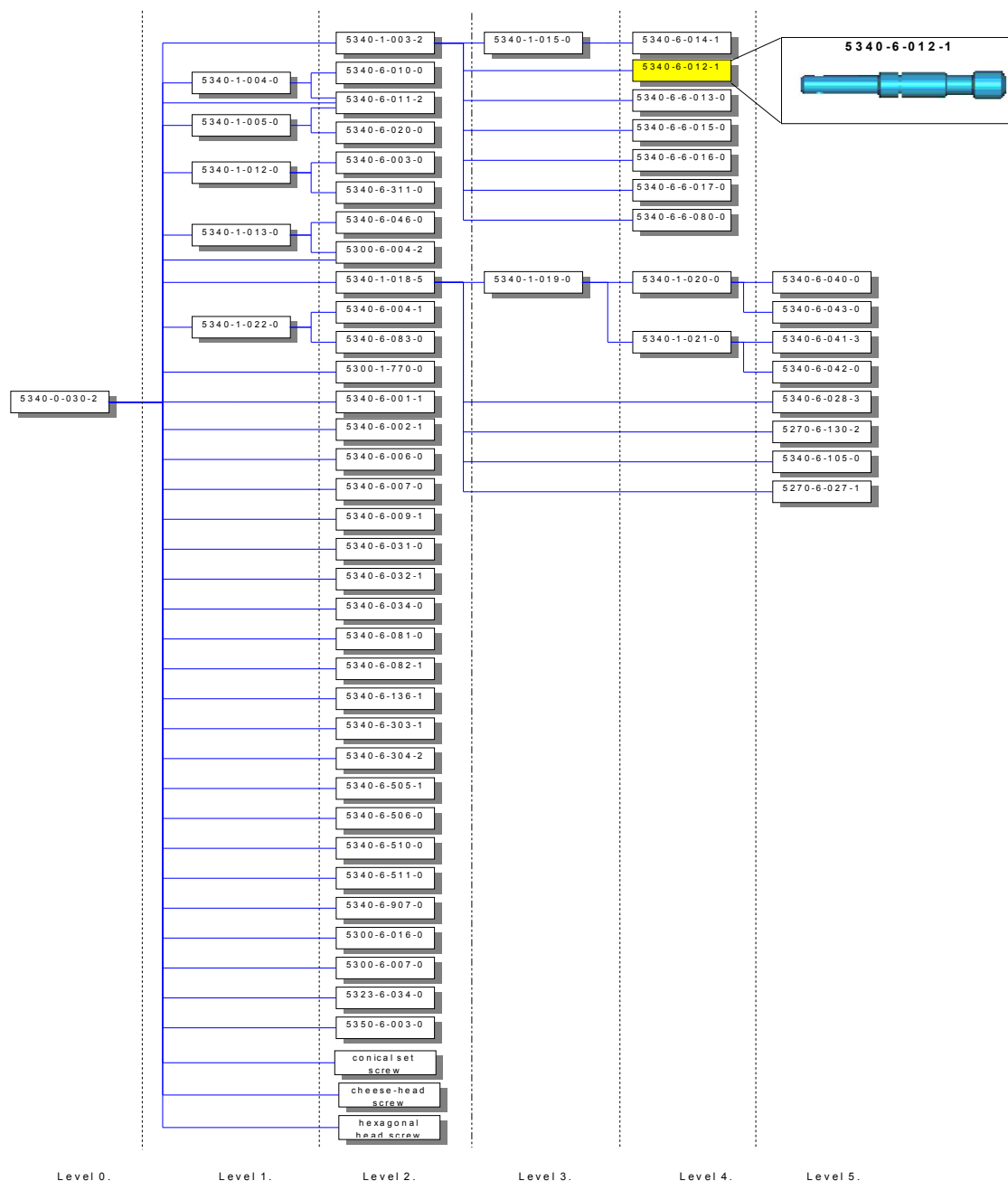
Az információ teljessége: **R**észleges, **T**eljes

Az információ formája: **T** Szöveges, **G**rafikus vagy **S**zabványos

Gyártmány (-szerkezeti) -család

- A gyártmány szerkezet (-család) **megmutatja** a konstrukciós **elemeket** és **szinteket** egy szerelvényen belül
- Fő célja az ipari gyakorlatban, hogy tisztázza a lehetséges **termék elemek** és a már többféle létező termékhez tartozó jelentős **termelési folyamatok párhuzamait**
- A struktúra minden egyszerű **csomópontja** egy - fizikailag nem feltétlenül létező - **építőelemét** alkotja a végső terméknek, mellőzve a valós állapotokat a folyamat különböző termelési és szerelési fázisaiban.

Gyártmány (-szerkezeti) családfa (gázszelep)



A Gyártmány (-szerkezet) - családfa hasznosítása

Detektálható összefüggések	Alkalmazható eljárás	Az információ teljessége	Információ formátum
Topológiai	O	R	G, T
Technológiai	O	R	G, T

Alkalmazható eljárás: **D**irekt, **I**ndirekt (**K**onvencionális, **O**pcionális)

Az információ teljessége: **R**észleges, **T**eljes

Az információ formája: **T** Szöveges, **G**rafikus vagy **S**zabványos

Szerelési családfa

- Grafikus reprezentáció
- Mutatja a szerelési egységeket
- Mutatja a szerelés sorrendjét
- Mutatja a szerelendő mennyiségeket
- A bázis alkatrész az első
- A kész szerelvény az utolsó

A szerelési családfa hasznosítása

Detektálható összefüggések	Alkalmazható eljárás	Az információ teljessége	Az információ formája
Topológiai	K	R	G, T

Alkalmazható eljárás: **D**irekt, **I**ndirekt (**K**onvencionális, **O**pcionális)

Az információ teljessége: **R**észleges, **T**eljes

Az információ formája: **T** Szöveges, **G**rafikus vagy **S**zabványos

A dokumentumok hasznosításának összefoglalása

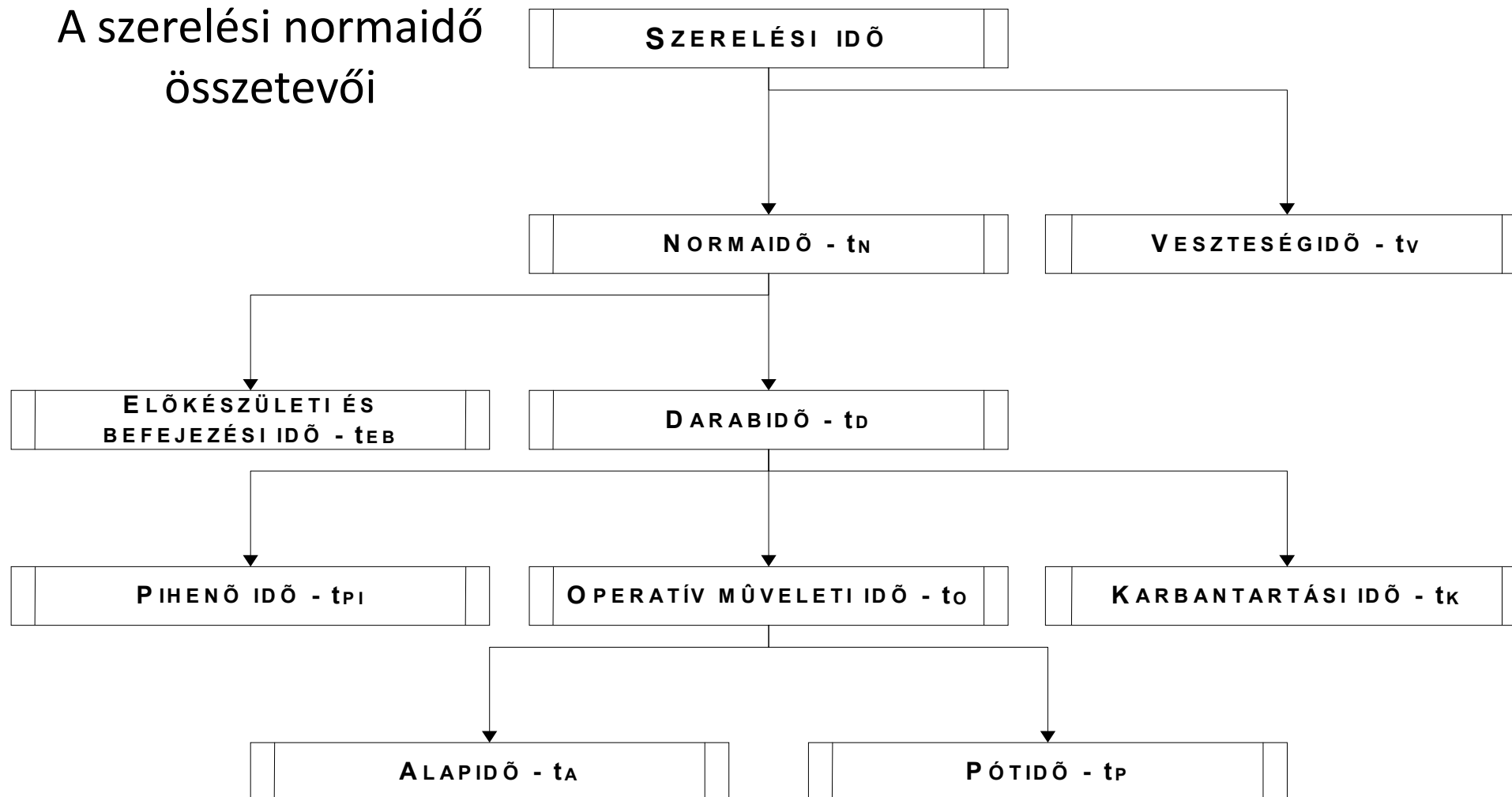
	Topológiai kapcsolat	Funkcionális kapcsolat	Geometriai kapcsolat	Technológiai kapcsolat	Szerelési sorrend	Komponensek száma
Robbantott ábra	S/A	-	-	-	(I)	(I)
Összeállítási rajz	S/A,F,G,D	S/A	S,A/A,F,D	S/A,F,G,D	N	I
Műhelyrajzok	A/F,G,D	-	A/F,D	A/F,G,D	N	N
Gyártmány-szerkezet	S/S,A	(S/A)	S/S,A	-	N	I
Szerelési családfa	S/S,A	S/S,A	-	-	I	I

Tartalmazza az információt? **I** – Igen, **N** – Nem

Ha igen: **információ felhasználási szint / információforrás**

S – Szerelvény, **A** – Alkatrész / **S** – Szerelvény, **A** – Alkatrész, **F** – Alakzat(Feature), **G** – Geometriai elem, **D** – Dimenzió (Méret)

A szerelési normaidő összetevői



Darabidő: a **pihenő** és **karbantartási időt** az **operatív időhöz** viszonyított százalékban határozzák meg.

$$t_{DB} = t_0 \left(1 + \frac{t_{PI} + t_K}{100} \right)$$

Normaidő: Az alkalmazott szerelési (tűrésillesztési) módszertől függően nemcsak a **darabidő** többlettel, hanem a változó előkészületi és befejezési idővel is differenciált

$$t_N = \frac{t_{EB}}{n} + t_{DB}$$

Szerelési idő: Számításakor figyelembe kell venni a **veszteségidőt** a **normaidőhöz**.

$$t_{Sz} = t_N \left(1 + \frac{t_V}{100} \right)$$

Időterv készítés

- Próbaszerelés, stopperóra
- MTM – Methods Time Measurement
(Mozdulatelemzéses Munkatanulmányozás
Módszere)

MTM módszer

- Csak tisztán kézi műveletelemekre!
- A szerelést almozdulatokra bontjuk
- Mozdulatelemzés: hatékony, hátráltató és hatástalan mozdulatok
- A körülményekkel súlyozzuk (pontosság, méret, tömeg)
- Táblázatok

MTM tulajdonságai

- Növeli a becslés pontosságát
- Megköveteli a részletes tervezést
- Megadja a művelet pontos leírását
- Egységes munkaidő normát biztosít
- Csökkenti a mérés szükségességét
- Gépi időkre nem alkalmazható
- Nem tartalmazza a pótidőket
- Képzett tervező szükséges
- Időigényes

TMU (Time Measuring Unit)

Időegység:

régen: $1 \text{ TMU} = 1/16 \text{ s} = 0,0625 \text{ s}$

most: $1 \text{ óra} = 100.000 \text{ TMU}$

$1 \text{ másodperc} = 27,8 \text{ TMU}$

Másképpen:

- $1 \text{ TMU} = 0,00001 \text{ h}$
- $1 \text{ TMU} = 0,0006 \text{ min}$
- $1 \text{ TMU} = 0.036 \text{ s}$

MTM alapmozdulatok

17 féle alapmozdulat

- Nyúlás (R – Reach)
- Fogás (G – Grasp)
- Mozgatás (M - Move)
- Elhelyezés (P – Position)
- Elengedés (RL – Release)

- Megfordítás (T – Turn)
- Nyomás (AP - Apply-pressure)
- Szétválasztás (D – Disengage)
- Szemrevételezés és szemmozgatás (EF - Eye focus ET - Eye travel)
- Törzs-, láb- és fejmozdulatok

Az alapmozdulatok időszükségletét minőségi és mennyiségi paraméterek is befolyásolják

MTM táblázatok - példa

Nyúlás (R) időadatai

Mozgáshossz cm	TMU					
	A	B	C, D	E	m	
					A	B
2	2,0	2,0	2,0	2,0	1,6	1,6
2,5	2,5	2,5	3,6	2,4	2,3	2,3
5	4,0	4,0	5,9	3,8	3,5	2,7
7,5	5,3	5,3	7,3	5,3	4,5	3,6
10,0	6,1	6,4	8,4	6,8	4,9	4,3
12,5	6,5	7,8	9,4	7,4	5,3	5,0
15,0	7,0	8,6	10,1	8,0	5,7	5,7
17,5	7,4	9,3	10,8	8,7	6,1	6,5
20,0	7,9	10,1	11,5	9,3	6,5	7,2

MTM táblázatok

Nyúlás (R) időadatai

A: Nyúlás olyan egyedül álló tárgy után, amely mindig ugyan azon a helyen van.

B: Nyúlás olyan egyedül álló tárgy után, amely csekély mértékben eltérő helyen található.

C: Nyúlás olyan tárgy után, amely össze van keverve azonos, vagy hasonló tárgyakkal.

D: Nyúlás olyan tárgy után, amely nagyon kicsi, vagy óvatos kezelést igényel.

E: A kéz nyúlása illetve áthelyezése egy meg nem határozott helyzetbe.

I. típus: A kéz az alapmozdulat elején és végén nyugalomban van: jele nincs.

II. típus: A kéz az alapmozdulat elején vagy végén mozgásban van: jele m.

III. típus: A kéz az alapmozdulat elején és végén mozgásban van: jele m-m.

C, D, E esetén a B érvényes

Mozgatás kategóriái:

- a) A tárgyat a másik kézhez vagy ütközőig kell vinni.
- b) A célhelyzet közelítően meghatározott.
Pl: rendezetlenül tárolóba dobás, rakás.
- c) A tárgyat pontosan meghatározott (12mm-en belül) kell vinni.
 - ☐ A mozgatás úthossza cm-ben
 - ☐ A mozgatott tárgy tömege kg-ban.

Példa egy mozdulat leírása: M35C4.

Jelentése: mozgat 35 cm-re pontos célhelyzetbe 4 kg tömeget.

Példa

Dobozba ömlesztve tárolt acélpersely készülékbe helyezésének időelemzése

Mozdulat	Kód	TMU
Nyúlás az alkatrész után a dobozba	R25C	12,9
Az alkatrész fogása	G4B	9,1
Az alkatrész mozgatása a készülékhez	M25C	13,5
Az alkatrész behelyezése a készülékbe	P1SE	5,6
Az alkatrész elengedése	RL1	2,0
Összesen		43,1 TMU 1,55 s

Példák megoldása

- R25C Nyúlás 25 cm-re olyan tárgy után, amely össze van keverve azonos, vagy hasonló tárgyakkal.
- G4B Kiválasztó fogás, tárgy keresése és kiválasztása egy halmazból. A tárgy mérete 6x6x3 mm és 25x25x25 mm közé esik.
- M25C Mozgatás 25 cm-re. A tárgyat egy meghatározott helyzetbe kell vinne. A célterület nagysága 12 mm.
- P1SE Elhelyezés, laza illesztés, nyomásra nincs szükség, a tárgyat minden helyzetben lehet illeszteni, a kezelhetőség egyszerű.
- RL1 normál elengedés az ujjak nyitásával.

Összefoglaló kérdések

- Ismertesse a szerelési eljárások százalékos arányát az összes szerelési időn belül!
- Ismertesse a tervezési folyamat folyamatábráját!
- Ismertesse a tervezési folyamat kiindulási adatait, feltételeit!
- Ismertesse az objektum orientált családfa felépítését!
- Ismertesse a folyamat, avagy esemény orientált családfa felépítését!
- Ismertesse a szerelés tervezés szintjeit!
- Ismertesse a szerelési műveletelem fogalmát!
- Ismertesse a szerelési sorrendtervezés célját!
- Ismertesse a szerelési művelettervezés feladatait!
- Ismertesse a szereléstechológia dokumentációit!
- Ismertesse a szerelési normaidő összetevőit (ágstruktúra)!
- Határozza meg az MTM módszer lényegét, tulajdonságait!
- Számolja ki - az átváltási lépéseket bemutatva - , hogy 22 perc hány TMU!