



MISKOLCI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR



TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

Szerelősor racionalizálási lehetőségeinek vizsgálata

Kiss Viktória

II. éves MSc gépészmérnök hallgató

Konzulens:

dr. Deszpoth István

mérnökstanár

Gépgyártástechnológiai Tanszék

MISKOLC, 2012

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	3
1. A szerelősor bemutatása.....	4
2. A racionalizálásról	9
2.1. A racionalizálási technikák ismérvei	9
2.2. A racionalizálás folyamata.....	13
2.3. A szereléstechológia fejlesztésére felhasználható módszerek	14
3. A munkanap-felvételezés módszerének alkalmazása	16
3.1. Az egyes műveletek szerelési idejének meghatározása a munkanap-felvételezés alapján	16
3.2. A leghosszabb szerelési idők meghatározása.....	18
3.3. Megoldási javaslatok a szerelési idők csökkentésére	20
3.3.1. Főtengely előszerelés I. szerelőhely elemzése.....	20
3.3.2. 1/2 fokozati szinkron előszerelés szerelőhely elemzése	23
3.3.3. MT kapcsolófedél előszerelés szerelőhely elemzése	25
3.3.4. AMT kapcsolófedél előszerelés szerelőhely elemzése	27
3.3.5. Főszerelés 7 szerelőhely elemzése.....	27
3.3.6. Főszerelés 9 szerelőhely elemzése.....	29
3.3.7. Főszerelés 12 szerelőhely elemzése.....	30
3.3.8. Főszerelés 13 szerelőhely elemzése.....	33
4. A szerelési idők vizsgálata a létszám függvényében	35
4.1. A szerelési idők alakulása általános esetben.....	35
4.1.1. Az optimális munkahelymegosztás keresése	35
4.1.2. Szűk keresztmetszet meghatározása, annak javítására megoldási javaslatok kidolgozása	40
4.2. A szerelési idők alakulása kivételes esetben.....	41
4.2.1. Az optimális munkahelymegosztás keresése	41
4.2.2. Szűk keresztmetszet meghatározása, annak javítására megoldási javaslatok kidolgozása	45
Összegzés	53
Irodalomjegyzék.....	54

Bevezetés

Ahhoz, hogy egy vállalat versenyképes legyen, fontos a folyamatos fejlesztés, a hibák, a problémák feltárása, kiküszöbölése. Ehhez nyújt segítséget a racionalizálás, melynek célja a minőség javítása, az önköltségek csökkentése, a termelékenységi alapok kiaknázása, a munkaidő jobb kihasználása, stb.

A dolgozatomban a ZF Hungária Kft. szerelőüzemében található ZF SV-300-as szerelősor racionalizálási lehetőségeivel foglalkozom. Célom a szerelési idő csökkentése.

Vizsgálódásaim kiinduló pontja a munkanap-felvételezés, mely lényegében az egyes szerelési műveletek videóval történő többszöri rögzítése. Az egyes munkaállomásokon a műveleti időket úgy határozom meg, hogy minden többször felvett szerelési időnek az átlagát veszem. Ezek alapján elemzéseimet két féle szempont szerint végzem el.

Elsőként minden szerelőhelyet külön-külön kezelve határozom meg a műveleti időket. A vállalat által meghatározott szerelési időt meghaladó munkaállomásokkal részletesen foglalkozom. Megoldási javaslatokat teszek az egyes szerelőhelyeken történő munkavégzés idejének csökkentésére.

A második szempont, ami alapján vizsgáltam, a létszám volt. Mivel egy-egy dolgozó több munkaállomáson végzi a munkáját fontos megfigyelni a létszám befolyását a szerelési időre. Egy gyakori és egy ritkább esetet veszek alapul; az egyik, amikor 14 fő, a másik, amikor 10 fő dolgozik a soron. Mindkettőnél keresem az optimális munkahelyfelosztást. Igyekszem úgy felosztani a munkaállomásokat, hogy az egyes dolgozók közel azonos idő alatt hajtsák végre a szerelési műveleteket. Ezután a leghosszabb szerelési időt, a szűk keresztmetszetet határozom meg, majd javaslatot teszek a műveleti idő csökkentésére.

Tudományos Diákköri Dolgozatomat a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt "Befejező precíziós megmunkálások kutatása" elnevezésű részprojekt támogatta.

1. A szerelősor bemutatása

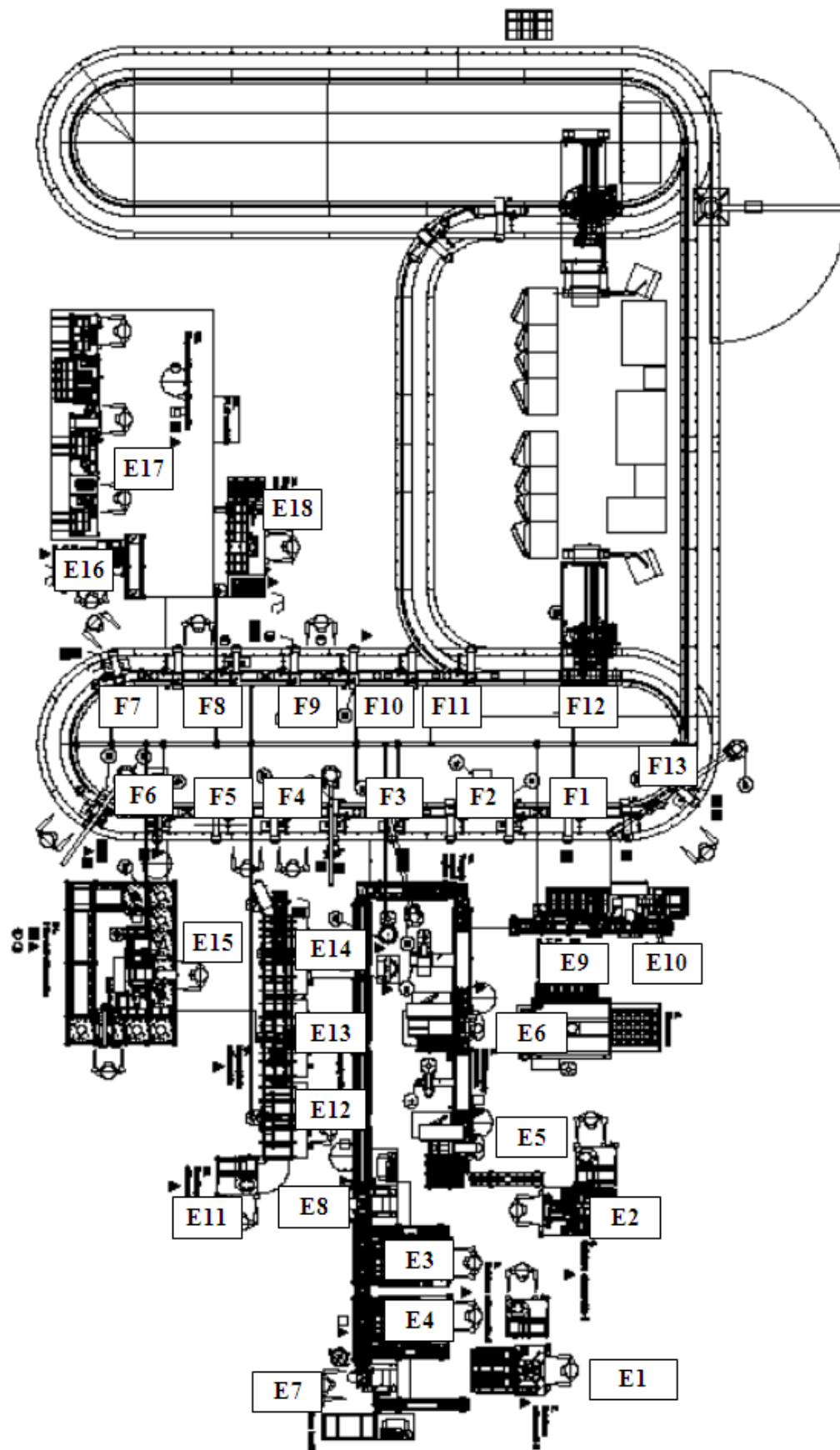
A TDK dolgozatom kidolgozásánál a ZF Hungária Kft. szerelőüzemének adottságait veszem figyelembe. A szereldében a ZF SV jelű sor az egyik legmodernebb és legújabb szerelőeszközökkel és ellenőrzési rendszerrel felszerelt sor. Itt alacsony teljesítménykategóriás kisteherautókba, haszongépjárművekbe állítanak össze sebességváltókat.

A szerelősor több részből tevődik össze. Megkülönböztetünk főszerelő, előszerelő és utóbbin belül elő-előszerelő helyeket, melyeket a továbbiakban csak előszerelő helyeknek nevezek. Az előszerelő helyek a főszerelő helyek körül helyezkednek el a beépülésnek megfelelően. Itt a szerelés időben párhuzamosan végezhető több munkaállomáson.

A főszerelési műveletek szerelőállványokon történnek, melyek egy ovális pályán haladnak végig az egyes szerelőhelyeken a könnyebb, gyorsabb munkavégzés érdekében. A szerelőállványok acélsíneken vannak, így nagyobb erő kifejtése nélkül is könnyen továbbíthatóak a következő munkaállomásra, ahol ütközők rögzítik azokat a művelet elvégzéséhez. Az állványok úgy vannak kialakítva, hogy a gyártmány elforgatható legyen azokon, ezzel is könnyítve a szerelést. Tehát lehetővé válik a folyamatos munkavégzés, ezáltal nő a termelékenység.

Az egyes szerelőhelyek szerves részét képezik a különböző szerelőeszközök, készülékek, szerszámgépek (nyomatékkulcs, prés gép, emelő berendezés), ellenőrző eszközök valamint az alkatrészek tárolására szolgáló állványok. A nagyobb alkatrészek az egyes munkaállomások körül a dolgozó számára minél kisebb távolságban a padlón ragasztószalag által kijelölt helyen vannak.

A ZF SV szerelősor elrendezését a 1. ábra szemléleti.



1. ábra Az SV szerelősor elrendezése

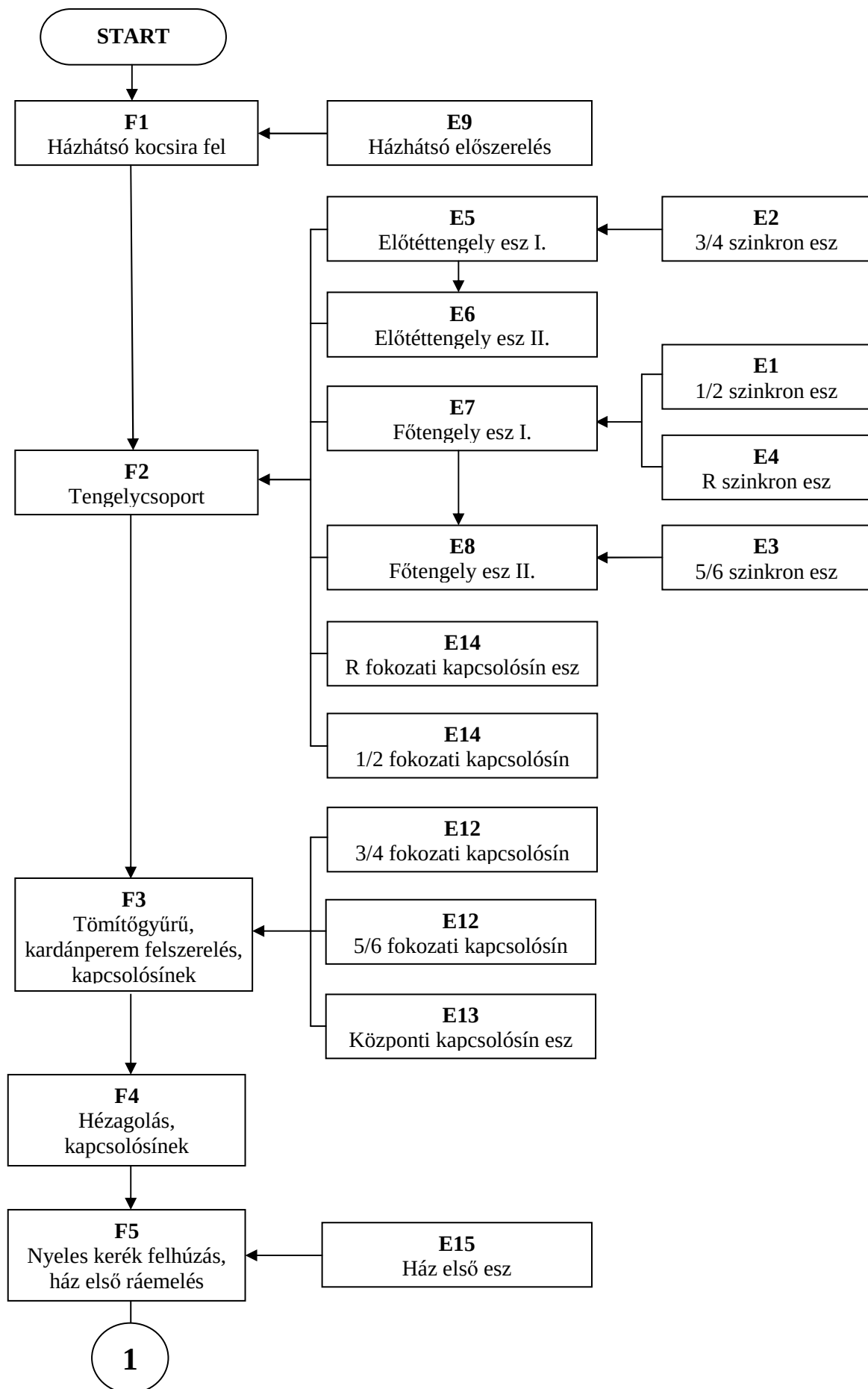
Az ábrán látható jelöléseket az 1. táblázat értelmezi.

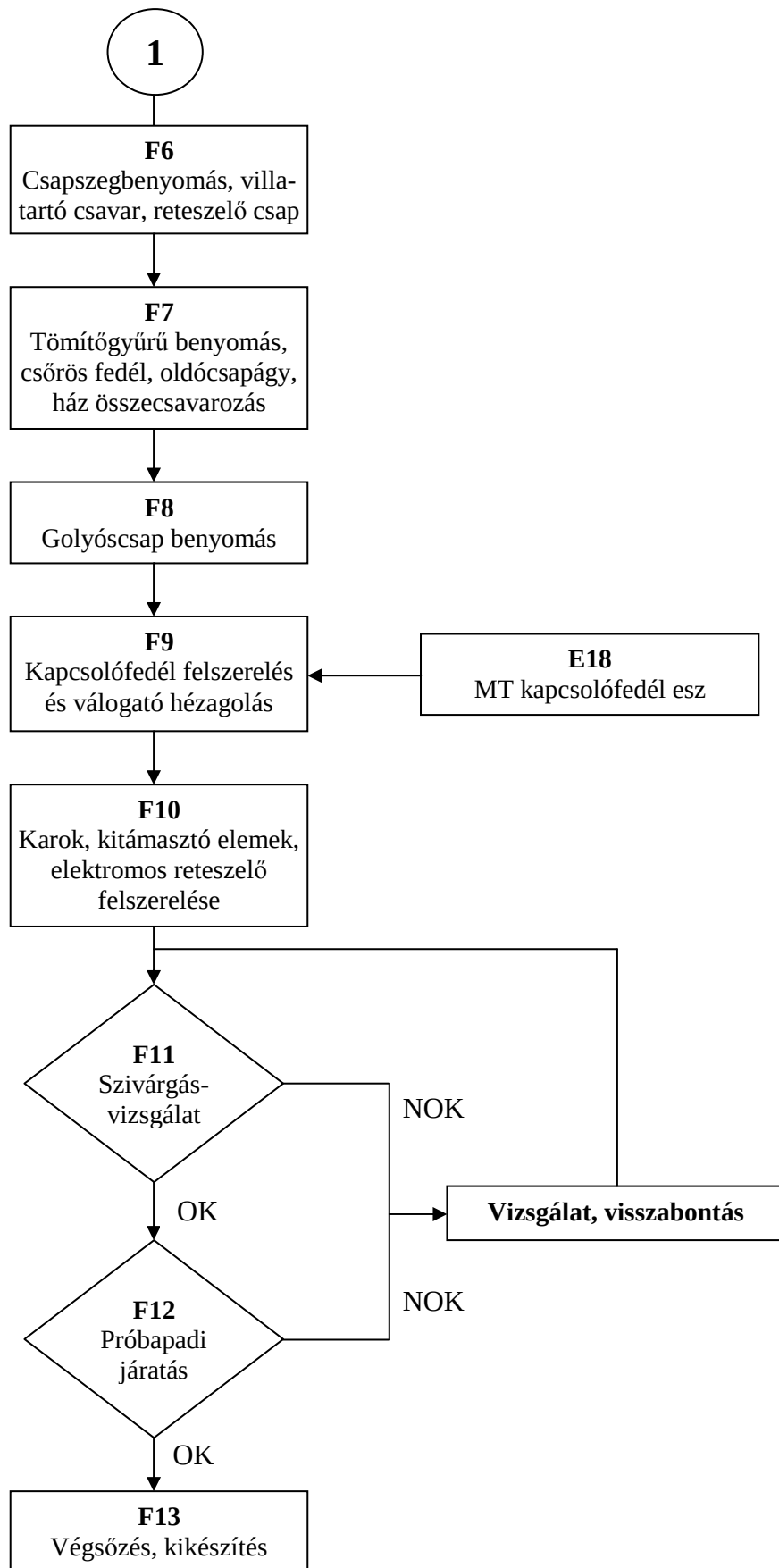
1. táblázat Az SV szerelősor jelöléseinek értelmezése

Előszerelési helyek		Főszerelési helyek	
E1	1/2 szinkron előszerelése	F1	Ház hátsórész kocsira fel
E2	3/4 szinkron előszerelése	F2	Tengelycsoport beemelés
E3	5/6 szinkron előszerelése	F3	Tömítőgyűrű, kardánperem felszerelés
E4	R szinkron előszerelése	F4	Kapcsolósín rögzítése, hézagolás
E5	Előtét tengely előszerelése I.	F5	Ház első ráemelés, nyeleskerék felhúzás, biztosítógyűrű beszerelés
E6	Előtét tengely előszerelése II.	F6	Csapszegbenyomás, PTO fedél, villatartó csavar, reteszelő csap
E7	Főtengely előszerelése I.	F7	Tömítőgyűrű benyomás, csőrös fedél, oldócsapágy, házfedelek csavarozása
E8	Főtengely előszerelése II.	F8	Golyóscsap benyomás
E9	Házhátsó előszerelése	F9	Válogató tengely hézagolás
E10	Elektromos kapcsoló és reteszelő előszerelése	F10	Külső szerkezeti elemek felszerelése
E11	Kardánperem előszerelése	F11	Szivárgás vizsgálat (AMT programozás)
E12	3/4 és 5/6 fokozati kapcsolósín előszerelése	F12	Próbapadi járatás
E13	Központi kapcsolósín előszerelése	F13	Olajtöltés, végsőzés, csomagolás
E14	R és 1/2 fokozati kapcsolósín előszerelése		
E15	Ház első előszerelése		
E16	Oldócsapágy előszerelése		
E17	AMT kapcsoló fedél előszerelése		
E18	MT kapcsoló fedél előszerelése		

A munkadarab mozgása alapján szakaszosan mozgó szerelés folyik a vállalatnál. Ez azt jelenti, hogy a munkadarabok mozognak, de az egyes műveletek elvégzésének ideje alatt a mozgás megszűnik.

A cél a szerelési feladat lehető legkevesebb időt, tárgyi és személyi feltételeket igénylő végrehajtása. Ehhez segítséget nyújt a szerelési folyamatára, melyen az egymást követő illetve az egymással párhuzamosan elvégezhető műveletek jól láthatók.





2. ábra A szerelés folyamatábrája

2. A racionalizálásról

A racionalizálás céljai a termelékenység tartálékai kiaknázása, a munkaidő és az állóalapot jobb kihasználása, a munkafegyelem megszilárdítása, a munkakörülmények humanizálása, az önköltség csökkentése, a minőség javítása, az ügyvitel egyszerűsítése.

A stabil szabályozás egyrészt a szervezetfejlesztési koncepciók kivitelezéséhez nyújt kedvező lehetőséget, másrészt az ésszerű működési rend csökkenti a racionalizálással kiküszöbölendő hibákat és veszteségeket. A rövidtávú tartalék- és veszteségfeltárás során a fejlesztési igények is felismerhetők, ezáltal a racionalizálás is hozzájárulhat a konzerválás veszélyének kizárásához, a jövőben gondolkodáshoz.

A racionalizálás során a lehetséges megoldásoknak összeférhetőeknek kell lenni a szervezetfejlesztési koncepcióval. A racionalizálási terv olyan eszközöket és módszereket kell, hogy tartalmazzon, melyek megfelelnek a fejlesztési tendenciáknak, pl. gépesítés, rekonstrukciók, stb.[1].

2.1. A racionalizálási technikák ismérvei

A következő 12 pontban foglalom össze a veszteségfeltárásra és a különféle racionalizálási technikákra jellemző módszertani ismérveket.

1. pont: A racionalizálás innováló tevékenység

Az innováció tágabb értelemben minden olyan változás szükségességének a felismerése és bevezetése, melyek újak a szervezet számára. Tehát a racionalizálási technikák kreativitásfejlesztők kell, hogy legyenek mind az egyén, mind a kollektíva viszonylatában.

A racionalizálás folyamán két lehetőség fordulhat elő:

- ~ úttörő helyzet, mikor a megoldás módja és eszköze ismeretlen;
- ~ rutinhelyzet, mikor a megoldás tapasztalati elemek és új elgondolások együttesével jön létre.

2. pont: Mikromegközelítés

A „kis hibák” is okozhatnak jelentős károkat és ezek kiküszöbölésével összességében számottevő gazdasági javulás érhető el. Az összetett tevékenységek apró részletekig bontandók fel, hogy a hibák azonosíthatóvá váljanak.

3. pont: A racionalizálás rendszerszemléletű

A rendszerszemlélet azt az alapvető követelményt jelenti, a racionalizáló szervezéssel szemben, hogy a működés bármilyen átalakításakor a vállalat egységes egészként kezelendő. Tehát a szervezetnek, mint egésznek a hatékonysága tükrében ítéltethető meg a racionalizálási terv és azon belül minden egyes részmegoldás. A vállalat összefüggő ember-tárgy rendszer, ezért előre számba veendő a megváltoztatni szándékolt munkaelemek valamennyi várható hatása, hogy kizárjuk a váratlan utóhatásokat.

4. pont: A racionalizálás a kollektíva újító-ésszerűsítő kapacitásának célra irányított és módszeres hasznosítása

A szervezet működésének hatékonyságfokozó racionalitása nem egy külön csoport feladata. A korszerű veszteségfeltáró és mobilizáló eljárások lényeges ismérve a koordinált aktivitás: a racionalizálási folyamat egy vagy több szakaszában a vállalat minden dolgozójának bevonása, a szervezet alkotóképességének és alkotókedvének felébresztése.

5. pont: Az okozati összefüggések kutatása módszertani követelmény

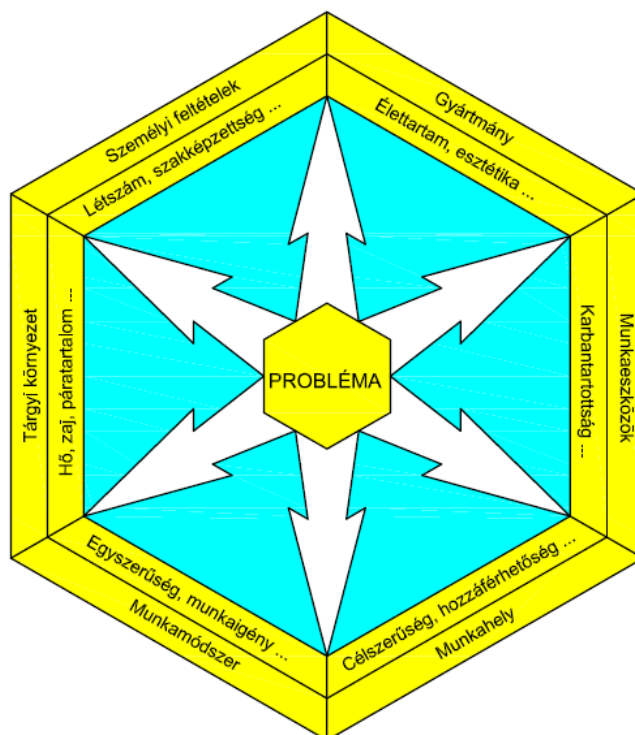
A jelen állapot és a célok közötti különbségek megszüntetésének előfeltétele, hogy ismerjük-e a hiányosságok létrejöttének okait. A hiba megszüntetése csak tüneti kezelés, viszont a hiba okának felszámolása az ismétlődés megelőzése. A veszteségek megnyilvánulása és a veszteségek okai nem esnek szükségszerűen egybe, ezért ok és okozat közötti összefüggések vizsgálatára van szükség, amit a megoldás tervezésekor kiegészít a cél és eszköz viszonya gondolkodásmód. Minden veszteségnek vagy tartaléknak legalább egy oka van, de kiválthatja azt okok sora is.

6. pont: A hattengelyű modell a probléma megközelítés metodikai követelménye

A teljesítményhelyzet meghatározó tényezői a következők:

- ~ Gyártmány
- ~ Munkaeszközök
- ~ Munkahely
- ~ Munkamódszer
- ~ Tárgyi környezet
- ~ Személyi feltételek

Tehát mind a feltáró elemzések, mind a megoldási változatok tervezése során a fenti „hat tengely” felől egyidőben és összefüggéseiben közelítendő a probléma (3. ábra).



3. ábra A racionalizálás vizsgálati asztala [1]

7. pont: Heterogén csoportösszetétel

A racionalizálás tudománya minden olyan hatással és következménnyel foglalkozik, amely a munkaerőt, és a szervezetet éri az igénybevételen és a teljesítményen keresztül. A hatások és következményeik sokoldalú egyidejű megközelítésének követelménye azt jelenti, hogy a problémát több szakszempontról kell vizsgálni. Ennek gyakorlati megvalósulásának személyi előfeltétele a heterogén szakmai összetételű racionalizáló csoport. A heterogén csoportban a különféle szakszemponatok gyakorolnak hatást egymásra. Helyes vezetés esetén progresszív jellegű és objektív tartalmú alkotó feszültség jön létre.

8. pont: A racionalizálás folyamatos szervezési feladat

Ma már a „folyamatosan változó” vállalatoknál folyamatosan új funkciók és munkamódszerek jelennek meg. Ez kétségkívül kizár veszteséglehetőségeket, azonban új potenciális veszteségforrások és tartalékok megjelenésével is együtt jár. A változásokkal

egyidejűleg képződött tartalékokat és veszteséglehetőségeket kiküszöbölő racionalizáló szervezésnek tehát rendszeressé és állandóvá kell válnia.

9. pont: A teljesség követelménye

A teljesség követelménye azt jelenti, hogy minden tevékenységet szisztematikusan megvizsgálunk: vajon célszerű-e és megfelel-e a hatékonyság követelményének? A minden munkarészletnél szembesítjük a valóságot az elvárt állapottal, felismerjük az eltérések okait és kiküszöbölésük lehetőségeit, akkor a teljesség igényét megközelítő olyan szervezési tervet készíthetünk, amelynek a megvalósítása kizárja, vagy csökkenti a hasznos munkát kísérő felesleges elemeket és veszteségeket.

10. pont: A racionalizálás módszertana az általános szervezőmódszertan része

A racionalizálás módszertanának célja a tudományos diszciplínába rendszerezett ismeretekkel megalapozni azt a tevékenységsorozatot, mely adott emberi és tárgyi teljesítménytényezők felmérésére irányul, hogy a tartalékokat és a veszteségeket a munkaerő, a szervezet, a munkatárgy, a munkaeszköz és a munkamódszer ésszerűsítésével, hatékonyabb összehangolásával mobilizálja. A racionalizálás a szervezés tárgyára vonatkozó szakismereteken kívül meghatározott módszertan követését igényli. A racionalizálási technikák éppen tudományos munkamódszerüknél fogva általánosak, nem specializálódtak iparáganként vagy technológiai jellemzők szerint.

11. pont: A racionalizáló szervezés megvalósítás-centrikus tevékenység

A racionalizáló szervező:

- ~ adaptív-innovációs funkciójának gyakorlása során a konkrét eset feltételeivel hangolja össze a módszertan javasolta célokat, eszközöket és eljárásokat;
- ~ kreatív funkciója is gyakorlat-centrikus, mivel olyan új megoldásokat dolgoz ki a veszteségek kiküszöbölésére vagy a tartalékok hasznosítására, amelyek hiányoznak a megfelelői a racionalizálás módszertanában.

A gyakorló szervező kreatív funkcióját teljesítve új igényeket hoz felszínre, új eljárásokat alakít ki, és ily módon hat vissza a racionalizálás metodikájának tökéletesítésére és ismeretanyagának bővítésére. A racionalizálás tehát megzavarja a kialakult rendet, aminek következtében a változást célzó akaratidegenkedéssel, vagy tudatos ellenállással is szembetalálkozhat. A racionalizálási terv ígérte hatékonyság és a gyakorlatban elért hatékonyság között esetleges rés szűkítése érdekében a megvalósítás elsőrendű feltételei közé

soroljuk az embereknek a racionalizálási céllal konform magatartásra való motiválást, a kíváncsiság reakciót kiváltó ösztönzők bevezetését.

12. pont: A racionalizálási technikák az ismertanyaggal adekvát sajátos didaktikával oktathatók és begyakorolhatók

A szervezet tagjait az ötletkeresés, a fantáziaserkentés és a rendszeres veszteségfeltárás technikáiban úgy kell kiképezni, hogy alkotóképességüket célirányítottan és megfelelő hatásokkal bontakoztathassák ki. Általában a szervező-továbbképzés és ezen belül a racionalizálási technikák oktatása az elméleti modellek és a gyakorlati igények közötti szakadékot áthidaló konkrét problémamegoldó oktatási modellekben keresendő. Megállapíthatjuk, hogy a racionalizáló innováció és a szakismereti potenciál kölcsönös összefüggése abban mutatkozik meg, hogy egyrészt a racionalizálási tervek ötletgazdagságának szinten tartása a munkaerők folyamatos továbbképzését igényli, másrészt a szervezet szakismereti szintje befolyásolja az új módszerek bevezetésének gyorsaságát [1].

2.2. A racionalizálás folyamata

A racionalizálás célállapota szervezett folyamat eredményeként érhető el. Ezen folyamat fázisai a következők:

1. A probléma felismerése és meghatározása

A racionalizálási folyamatot külső (szervezeten kívüli) vagy belső (a szervezetben fellépő) ok kezdeti el. Az indító észrevétel külső oka valamely korszerűbb, hatékonyabb eszköz vagy munkamódszer felismerése, törekvés az új tudományos és tapasztalati ismeretek hasznosítására. A belső ok minden működési hiányosság, feltárt tartalék vagy veszteség (elégtelen gép-, illetve terület-kihasználás, többletköltségek, határidő-túllépések, túl nagy mennyiségű selejt, készletnövekedés, normán felüli felhasználások, indokolatlanul magas alkalmazotti létszám, a munkaidőalap kedvezőtlen kihasználása stb.). Racionalizálandó tehát minden olyan helyzet:

- ~ amelynek hatékonyságnövelési lehetőségére a tudomány és technika fejlődése, esetleg üzem-összehasonlító tapasztalatcsere vezet rá (külső ok) és
- ~ amelyben irányítási, végrehajtási, szervezési hiányosságok fenyegetik a szervezet potenciális hatékonyságának kiaknázását (belső ok).

Racionalizálási problémának nevezzük azt a szituációt, amelynek megoldása a szokásostól eltérő egyedi jellege, az információk elégtelensége, a tipikus kivitelhez szükséges személyi, illetve tárgyi feltételek hiánya vagy egyéb okok miatt az ismert módszerekkel nem lehetséges.

2. A megoldási módozatok tervezése és kiválasztása

A változatokban való gondolkodás a megoldás keresésének alapja. Minden probléma a variációk egész sorával oldható meg, melyek a személyi feltételek, a munkamódszerek és az eszközök különféle kombinációi, és e három tényező kívánatos összhangja többféle variációban hozható létre.

Az optimális változat kiválasztása három lépésben végezhető. Elsőnek az egyes megoldásokat szembesítjük az optimális kritériumokkal (értékelés), ezután a kritériumokkal minősített változatokat összehasonlítjuk (szelekció), végül a kritériumokat legjobban kielégítő variációt választjuk ki megvalósításra (döntés).

3. A megvalósítás és a visszacsatolás

Az optimális változat kiválasztása után, szükség esetén kellő számú kísérlet és megfelelő kísérleti eredmény után véglegesített racionalizálási terv alapján kezdődhet meg a többi területre is kiterjedő általános bevezetés.

Az alkalmazási szakaszban a szervezés-módszertani előfeltételek:

- ~ a racionalizálási célt egységesen értelmező, a célérésben ösztönzött kollektíva;
- ~ az újtól való idegenkedés feloldása, a régi beidegzett gyakorlatról való leszoktatás támogatása betanítással és az új előnyeinek ismertetésével;
- ~ a vezető aktív részvétele a racionalizálási folyamatban, hogy tekintélye hozzájáruljon a munkahelyi légkör kedvezővé alakításához;
- ~ a szervezet fegyelme és a felelősség decentralizálása;
- ~ az átállás során folyamatos visszacsatolás szükséges a megoldási módra és a célállapotra, hogy az esetleges zavaró momentumok fellépése esetén a korrigáló beavatkozás időben elvégezhető legyen [1].

2.3. A szereléstechnológia fejlesztésére felhasználható módszerek

A szakirodalomban számos módszer található, mely külön-külön vagy kombinálva is alkalmasak a szereléstechnológia racionalizálására. Ezek közül a makro- és mikro módszerek között vannak olyan technikák, melyek a leginkább alkalmasak a szerelősor racionalizálásához.

Makromódszerek

A racionalizálás makromódszereinek azokat a technikákat nevezzük, amelyekkel nagyobb egységek (üzemek, műhelyek, osztályok) tömegjelenséggént kezelhető veszteségei és tartalékai (munkaidő, teljesítmény, forgalom stb.) s ezek okozati összefüggései (pl. munkahely-kiszolgálás, környezeti tényezők, előfordulás-gyakoriságok) megismerhetők és hasznosíthatók [1].

Ilyen technikák:

- ~ az időtanulmányok,
- ~ a telepítés elemzése,
- ~ a teljesítményszóródás-vizsgálatok,
- ~ a környezeti feltételek vizsgálati módszerei.

Mikromódszerek

A racionalizálásmikromódszereinek azokat a technikákat nevezzük, amelyek egy munkaerő vagy közös munkahelyen foglalkoztatott csoport személyi feltételeinek s a munkamódszer, a munkahelykiképzés, és a felszerelés jellemzőinek tényállapot-felvételére, veszteségei elemzésére és a célállapot tervezésére szakosítottak [1].

Ilyenek a különböző mozgásregisztráló módszerek, mint pl.:

- ~ a ciklogram technika,
- ~ a Robot-technika,
- ~ a Rapid-technika, és
- ~ a folyamatos filmfelvétel.

3. A munkanap-felvételezés módszerének alkalmazása

A ZF SV szerelősoron készül munkanap-felvétel átmenet a közvetlen (személyes) és közvetett (eszközátvételes) helyzetvizsgálati módszerek között. A felvételsorozat az elemző számára komplex, egzakt információtömeget nyújt a szerelés technológiai folyamatáról. Ezáltal lehetővé válik az előszerelő és főszerelő munkaállomások folyó műveletek, illetve azok sorba kapcsolásával a teljes szerelési folyamat utólagos, részletes elemzése a racionalizálás céljából. A későbbi sikeres elemzés alapja azonban a filmfelvételezés alapos előkészítése, mely a következő szakaszból áll:

- ~ Terepszemrevétel: megismerkedés a felvételezés körülményeivel (fényviszonyok, távolság), a racionalizálandó tevékenységgel
- ~ Helyszínvázlat készítés: tartalmazza a folyamatban résztvevő személyek, berendezések szokásos helyzetét, az épület alaprajzát jelölve a racionalizálás szempontjából megfigyelendő pontokat
- ~ Felvételi sorrendterv (forgatókönyv): a várható cselekvések és azok időbeni lefolyásának leírása, mely pusztán tájékoztató jellegű

Az elemző munkáját nagymértékben segíti, ha az előkészületektől részt vehet a felvételezés folyamatában vagy azt figyelemmel kísérheti. A kiértékelés során nagy segítséget nyújthat a helyszínvázlat és a forgatókönyv megléte is.

A sikeres elemzést segítik a felvételek utómunkái, a különböző szerkesztések, vágások, melyek során egyfelől kivágják a kiértékelést bonyolultabbá tevő képsorokat, másfelől pótfelvételekkel kiegészíthetik a hiányzó, de fontos munkanap szakaszokat [1,2].

3.1. Az egyes műveletek szerelési idejének meghatározása a munkanap-felvételezés alapján

A munkanap-felvételek úgy készültek, hogy lejátszáskor mutatják az időt. Tehát az egyes szerelési műveletek végrehajtási ideje egyszerűen meghatározható a felvételek segítségével. Minden műveletet többször lefilmezték, így azok átlagát véve határoztam meg az egyes szerelési időket. A 2. táblázatban az előszerelő helyek, míg a 3. táblázatban a főszerelő helyek műveleti időit foglaltam össze.

A műveleti átlagidők ismeretében meghatározhatók a kritikus pontok, ahol hosszú a szerelési idő és valamilyen módosításra, javításra van szükség.

2. táblázat Előszerelési műveletek elvégzésének átlagidő

Szerelőhelyek	Szerelési ciklusok száma [db]	Szerelési idők [min:sec]	Átlagidő [min:sec]
Házhátsó előszerelés	5	2:44, 2:56, 2:58, 2:40, 2:42	2:48
Előtétengely előszerelés I.	8	2:50, 3:13, 2:45, 2:39, 3:02, 2:45, 2:46, 3:01	2:52
3/4 fokozati szinkron előszerelés	5	1:28, 0:49, 0:55, 0:58, 0:46	0:59
Előtétengely előszerelés II.	5	1:28, 1:22, 1:27, 1:35, 1:23	1:27
Főtengely előszerelés I.	5	2:44, 3:13, 3:11, 3:08, 3:27, ill. 1:08/5	3:22
1/2 fokozati szinkron előszerelés	5	2:42, 3:22, 3:02, 2:44, 3:10	3:00
R fokozati szinkron előszerelés	5	1:00, 1:02, 1:04, 1:09, 1:08	1:05
Főtengely előszerelés II.	5	2:30, 2:29, 2:34, 2:31, 2:33	2:32
5/6 fokozati szinkron előszerelés	5	0:52, 0:59, 0:51, 0:55, 0:59	0:53
1/2 fokozati kapcsolósín előszerelés	5	1:18, 1:09, 1:10, 1:16, 1:17	1:14
R fokozati kapcsolósín előszerelés	5	0:43, 0:44, 0:42, 0:43, 0:41	0:43
3/4 fokozati kapcsolósín előszerelés	5	0:40, 0:38, 0:36, 0:39, 0:34	0:38
5/6 fokozati kapcsolósín előszerelés	5	0:46, 0:38, 0:37, 0:34, 0:39	0:39
Központi kapcsolósín előszerelés	5	1:29, 1:17, 1:40, 1:20, 1:25	1:27
Kardánperem előszerelés	5	0:39, 0:39, 0:46, 0:55, 0:37	0:44
Ház első előszerelés	2x5	0:27, 0:30, 0:30, 0:27, 0:22, ill. 2:55, 2:30, 2:04, 2:13, 2:40	0:27 ill. 2:28 Σ2:55
Hátrameneti kapcsoló és reteszelő előszerelés	2x5	0:44, 0:40, 0:40, 0:45, 0:49, ill. 0:57, 0:45, 0:45, 0:48, 0:50	0:44 ill. 0:49 Σ1:33
Kapcsolósín palettára	6+5	0:48, 0:38, 0:39, 0:43, 0:47, 0:35 ill. 0:38, 0:20, 0:19, 0:20, 0:25	0:42 ill. 0:25 Σ1:07
MT kapcsolófedél előszerelés	5	1:01, 0:44, 0:51, 0:48, 0:53, 3:12/5, 7:43/5, 1:30/5	0:51, 0:38, 1:33, 0:18, Σ3:20
AMT kapcsolófedél előszerelése	3	10:05, 9:17, 9:21	9:35

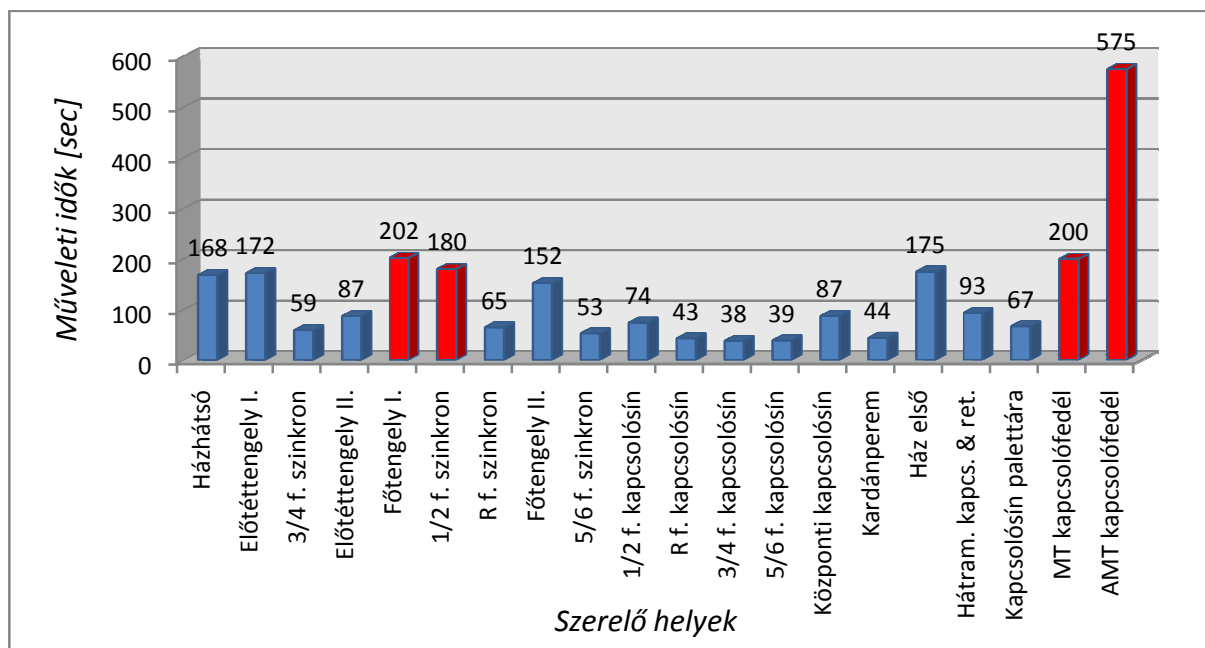
3. táblázat Főszerelési műveletek elvégzésének átlagidő

Szerelőhelyek	Szerelési ciklusok száma [db]	Szerelési idők [min:sec]	Átlagidő [min:sec]
Főszerelés 1 (Házhátsó kocsira fel)	5	1:29, 1:34, 1:46, 1:38, 1:55	1:41
Főszerelés 2 (Tengelycsoport beemelés)	5	1:30, 1:25, 1:28, 1:27, 1:54	1:33
Főszerelés 3 (Tömítőgyűrű, kardánperem felszerelése)	5	2:58, 2:47, 2:57, 2:42, 2:30	2:47
Főszerelés 4 (Hézagolás, kapcsolósín rögzítés)	5	0:55, 0:48, 0:50, 1:17, 0:47	0:56
Főszerelés 5 (Ház első ráemelés, biztosítógyűrű beszerelés)	5	2:09, 1:51, 1:40, 2:14, 1:45	1:56
Főszerelés 6 (Csapszegbenyomás, PTO fedél, villatartó csavar, reteszelő csap)	5	1:21, 1:07, 1:21, 1:19, 1:17	1:17
Főszerelés 7 (Tömítőgyűrű benyomás, csőrös fedél, oldócsapágy, házfedelek csavározása)	5	5:17, 5:11, 4:36, 4:42, 4:43	4:54
Főszerelés 8 (Golyóscsap benyomás)	5	1:13, 1:06, 1:00, 1:05, 1:01	1:05
Főszerelés 9 (Kapcsoló fedél felszerelés és válogató hézagolás)	5	4:23, 3:54, 4:50, 4:43, 4:14	4:35
Főszerelés 10 (Külső szerkezeti elemek felszerelése)	5	2:22, 2:16, 2:06, 2:00, 2:39	2:17
Főszerelés 11 (Szivárgásvizsgálat)	5	2:38, 2:45, 2:48, 2:06, 2:39	2:36
Főszerelés 12 (Próbapadi járatás)	5	7:20, 7:37, 8:18, 8:19, 9:08	8:09
Főszerelés 13 (Végsozás, kikészítés)	5	3:32, 3:13, 3:38, 3:19, 3:28	3:26

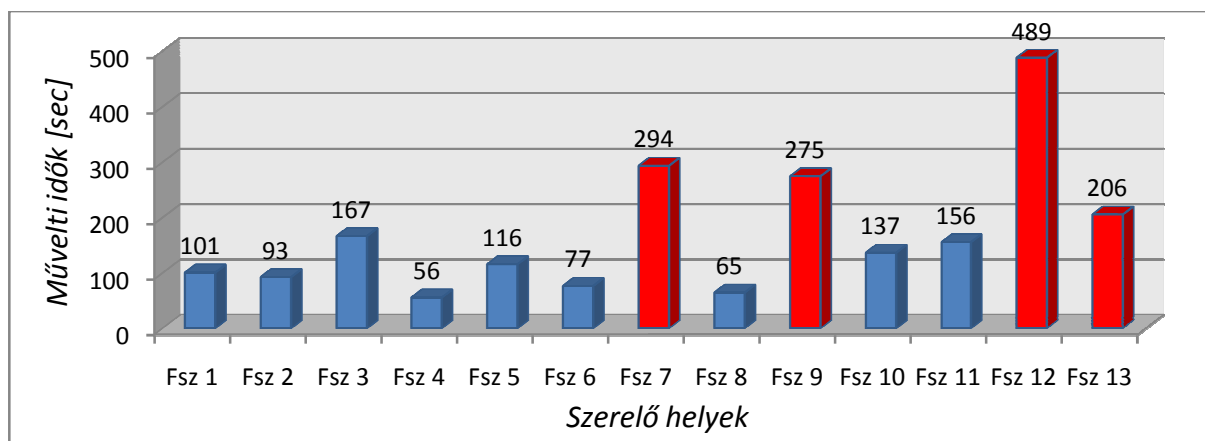
3.2. A leghosszabb szerelési idők meghatározása

A ZF Hungária Kft. több éves tapasztalata alapján az egyes szerelési műveletek elvégzésére 3 percet, azaz 180 másodpercet írt elő. Tehát a cél az, hogy a 180 másodpercet elérő, ill. azt

meghaladó műveleti időket ezen érték alá csökkentsem. A hosszú szerelési idők kiszűrésére eléggé egyszerű és látványos módszert, a diagramkészítést alkalmaztam. A vízszintes tengely jelöli az egyes munkaállomásokat, a függőleges tengely pedig a műveleti időket másodpercben megadva. Továbbá az egyes oszlopok tetején meg vannak adva a szerelési műveletek elvégzésének idői. Az 1. diagram az előszerelő, a 2. diagram pedig a főszerelő helyeken jól mutatja a kritikus munkaállomásokat.



1. diagram Előszerelő helyek műveleti idői



2. diagram Főszerelő helyek műveleti idői

A diagramokból kiolvasható, hogy 4 db előszerelő és 4 db főszerelő, azaz összesen 8 db, kritikus munkaállomás van, melyek szerelési idejének csökkentésével kell foglalkozni. Ezek a következők:

~ Főtengely előszerelés I.	202 sec
~ 1/2 fokozati szinkron előszerelés	180 sec
~ MT kapcsolófedél előszerelés	200 sec
~ AMT kapcsolófedél előszerelés	575 sec
~ Fsz 7 Házfedelek csavarozása	294 sec
~ Fsz 9 Kapcsolófedél felszerelés	275 sec
~ Fsz 12 Próbapadi járatás	489 sec
~ Fsz 13 Végsozós	206 sec

A következő fejezetben az előbb felsorolt munkaállomások szerelési idejének csökkentésével foglalkozok.

3.3. Megoldási javaslatok a szerelési idők csökkentésére

A munkanap-felvételezéssel többször végignézhetők és jól megfigyelhetők az egyes munkafolyamatok. A hibák, esetleges problémák keresésére elsődlegesen a felvételeket használom. Miután a szerelési műveletek lefilmezése 2010-ben készült, mára a vállalat is vezetett be változtatásokat. Nyári szakmai gyakorlatomat a szereldében töltöttem így a saját tapasztalataimat is felhasználom a szerelési idők csökkentésére.

3.3.1. Főtengely előszerelés I. szerelőhely elemzése

A munkahelyen a Főtengely előszerelésének első részét végzik, mely a nevében is benne van. A munkafolyamatot ötször filmezték le, mely műveleti idők a következők: 2:44, 3:13, 3:11, 3:08, 3:27. A szerelés utolsó fázisát a dolgozó összevontan végzi. Az öt előszerelt egységre egyszerre helyezi fel a 6. fokozati fogaskereket és a tűgörgős koszorút (4. ábra), melynek ideje 1:08, azaz 12,6 másodperc egy tengelyre vonatkoztatva. Tehát az átlagos szerelési ciklus így 3 perc 22 másodperc lesz.

A felvételek alapján a következő megállapítások tehetők:

- ~ A szerelőnek kell a Főtengelyt hordozó palettát a vonalkód olvasóhoz előrehúzni (5. ábra).
- ~ Az üres Főtengely tároló rekesz eltávolítása nem tipikus szerelői feladat (6. ábra).

További megállapítás személyes tapasztalat alapján:

A videofelvételen nem látható a hevítő berendezések „betárazása”, mellyel belső gyűrűket, tárcsát és kapcsoló tárcsát melegítenek (7. ábra). Ezen alkatrészek a tároló ládáknak

becsomagolva találhatók, melyek kicsomagolását a szerelő végzi, ami nem feltétlen az ő feladata lenne.



4. ábra



5. ábra



6. ábra



7. ábra

Megoldási javaslatok a szerelési idő csökkentésére:

- ~ A hordozó paletta ütközési pozícióba hozását érdemes automatikussá tenni. Bár gravitációs görgősor van, miután hosszú pályaszakasról van szó a lejtési szöget növelni kell. Továbbá a görgők a használat során megkoptak, cseréjük szükséges.
- ~ Az üres Főtengely tároló rekeszeit segédzsemet távolítsa el.
- ~ Az alkatrészek kicsomagolása a logisztika feladata.

Az átlagos szerelési ciklusidőből, 202 másodpercből 3 másodperc a palettaigazítás, 4 másodperc az üres tároló rekesz eltávolítása, kb. 20 másodperc az alkatrészek (belső gyűrű, tárcsa, kapcsolótárcsa) kicsomagolása és egyéb logisztikai feladatok elvégzése. A változtatásokat bevezetve közelítőleg $202-3-4-20=175$ másodpercre, azaz 3 perc alá csökkenthető a szerelési idő.

3.3.2. 1/2 fokozati szinkron előszerelés szerelőhely elemzése

A munkahelyen az 1/2 fokozati szinkron előszerelése történik.

A művelet során a 3 tételből álló szinkrongyűrűbe behelyezik a kapcsolóagyat, majd az agy fészkeibe illesztik a nyomódarabokat. Ezután a 3 tételből álló másik szinkrongyűrűt is ráhelyezik, végül a 2. fokozati fogaskereket ráillesztik a szinkronszerkezetre.

A munkaállomáson 5 db szerelési ciklust filmeztek le, melyek idői a következők: 2:42, 3:22, 3:02, 2:44, 3:10. Az átlagos műveleti idő 3 perc.

A szinkronszerkezet összeszerelését a videók szerint egy gépesített, készülékezett munkahelyen végzik.

A felvételt végignézve a következő megállapítások tehetők:

- ~ Aszerelési folyamat során a második, a harmadik és az ötödik szerelési ciklusban valamilyen probléma miatt, többszöri beavatkozás után volt eredményes a szorítás (8. ábra).
- ~ A harmadik művelet folyamán a dolgozó elfelejtette betölteni a golyókat a készülékbe, és csak annak nem megfelelő működése után helyezte be (9. ábra).

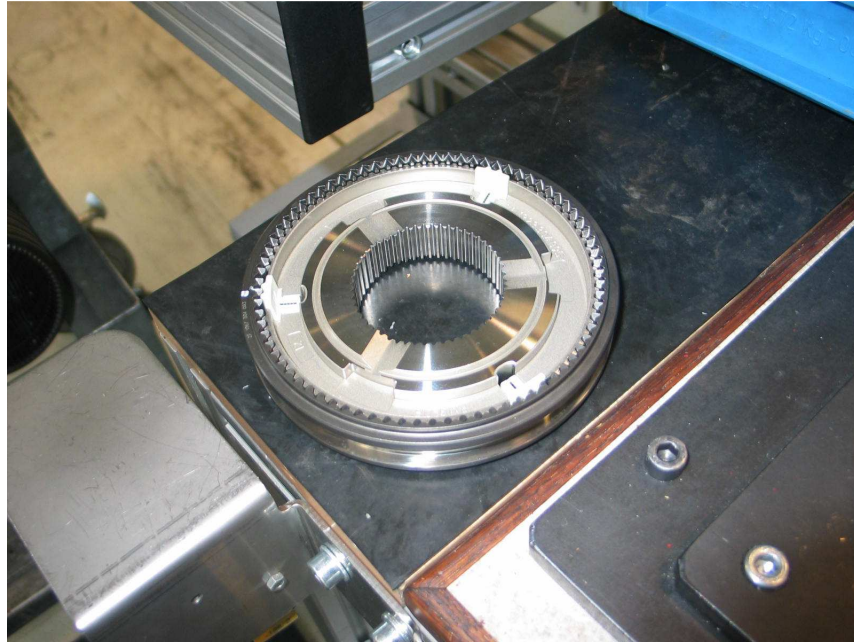


8. ábra



9. ábra

Mivel 2010-ben készültek a felvételek, mára már a készülékkel kapcsolatos problémák megoldódtak. A szinkronszerkezet készülék nélkül a munkaasztalon is szerelhető (10. ábra), és így a szerelési idő a felére csökken. Ez egy elég ritka eset, de valóban a szerelő berendezés hátráltatta a dolgozókat. A művelet végrehajtására vonatkozó utasítási dokumentumok még nem lettek aktualizálva.



10. ábra

Megoldási javaslatok a hatékonyság növelésére:

- ~ Munkafegyelem betartása.
- ~ A művelet végrehajtásához előírt „technológiai utasítás szereléshez” dokumentum átírása.

A már régebben bevezetett változás következtében 3 percről 1,5 percre csökkent a szerelési idő.

3.3.3. MT kapcsolófedél előszerelés szerelőhely elemzése

A munkahelyen a kézi sebességváltók kapcsolófedeleit szerelik össze.

A szerelési folyamat során először a kapcsolófedélbe tűgörgös hüvelyt és tömítőgyűrűt préselnek, majd a rögzítő csavarokat alátétekkel együtt behelyezik a furatokba. Ezután egy másik szerelő berendezéssel a válogatótengelyre válogatókart, a kapcsolótengelyre kapcsolókart sajtolnak. Végül az előszerelt kapcsoló- és válogatótengelyeket palettákra helyezik, ezekre ráhelyezik a szerelt kapcsolófedeleket és porvédő kupakokat húznak a tengelyvégekre.

A folyamat során 5 db szerelési ciklus lett lefilmezve. A tűgörgös hüvelyek és tömítőgyűrűk préselésének idői rendre a következők: 1:01, 0:44, 0:51, 0:48, 0:53. A csavarok és alátétek behelyezésének összideje 3:12, a kapcsoló- és válogatótengelyek préselésének összideje 7:43,

a fedelek, tengelyek és porvédő kupakok palettára szerelésének műveleti ideje pedig 1:30. Ennek megfelelően a teljes szerelési ciklus átlagosan 200 másodpercig tart [2].

A felvételt végignézve a következő megállapítások tehetők:

- ~ A fedélrögzítő csavarokra kézzel kell felhúzni az alátéteket, mely idővesztést okoz (11. ábra).



11. ábra

Megoldási javaslatok a szerelési idő csökkentésére:

- ~ A csavar és alátét kombinált változatának alkalmazása (pl. peremes csavar).
- ~ Miután két szerelő berendezés van a munkaállomáson, melyeket párhuzamosan lehet használni, két dolgozó is végezheti a szerelést.

A peremes csavar bevezetésével a 38 másodperces (3:12/5) műveleti idő kb. a felére csökkenne. Ekkor az átlagos szerelési ciklus idő $200-19=181$ másodperc lenne, ami 1 másodperccel meghaladja a 3 percet. Ezt az időt már elfogadhatónak tekintem.

2 dolgozó esetén a kapcsolófedelek sajtolása, valamint a csavarok behelyezése, és a válogató-, ill. kapcsolótengelyek sajtolása időben párhuzamosan történne. Ezek kb. azonos ideig, átlagosan $51+38=89$ és 83 másodpercig tartanak. Ezután a palettára szerelést 1 dolgozó végzi, ami ciklusonként 18 másodperc. Így a szerelési idő $89+18=107$ másodperc, azaz 1 perc 47 másodpercre csökkenne.

3.3.4. AMT kapcsolófedél előszerelés szerelőhely elemzése

A munkaállomáson az automatizált sebességváltók kapcsolófedeleit szerelik.

A szerelési folyamatból 3 db szerelési ciklus lett lefilmezve, melyek idői a következők: 10:05, 9:17, 9:21. Ennek megfelelően az átlagos szerelési ciklusidő 9 perc 35 másodperc. Ez a leghosszabb előszerelési művelet.

A felvételt végignézve a következő megállapítások tehetők:

- ~ 1 dolgozó végzi a 3 szerelő berendezésből álló munkaállomáson a szerelést.

Megoldási javaslatok a szerelési idő csökkentésére:

- ~ 2 vagy 3 dolgozó végezze a szerelést.

A gyakorlatban úgy igazítják ezt a műveletet a gyártáshoz, hogy még a kézi sebességváltók szerelésénél elkezdik összeszerelni a kapcsolófedeleket, mivel egy automatizált sebességváltó szerelési ideje sokkal hosszabb, mint a manuális váltóé szerelési. Így kiegyenlítettebb lesz a gyártás.

2 dolgozó esetén a felére, azaz $575/2=288$ másodpercre, 3 dolgozó esetén $575/3=192$ másodpercre csökkenne a szerelési idő. 3 dolgozó esetében is meghaladja a 3 perces „határt” a szerelési idő, de ez a 3 perc 12 másodperc a legkedvezőbb a gyártás szempontjából.

3.3.5. Főszerelés 7 szerelőhely elemzése

A munkaállomáson a Tömítőgyűrű benyomást, Csőrösfedél, Oldócsapágy, és a Házfedelek összecsavarozását végzik.

A szerelési folyamatból 5 db szerelési ciklus lett lefilmezve, melyek műveleti idői rendre a következők: 5:17, 5:11, 4:36, 4:42, 4:43. Ennek megfelelően az átlagos szerelési ciklusidő 4 perc 54 másodperc.

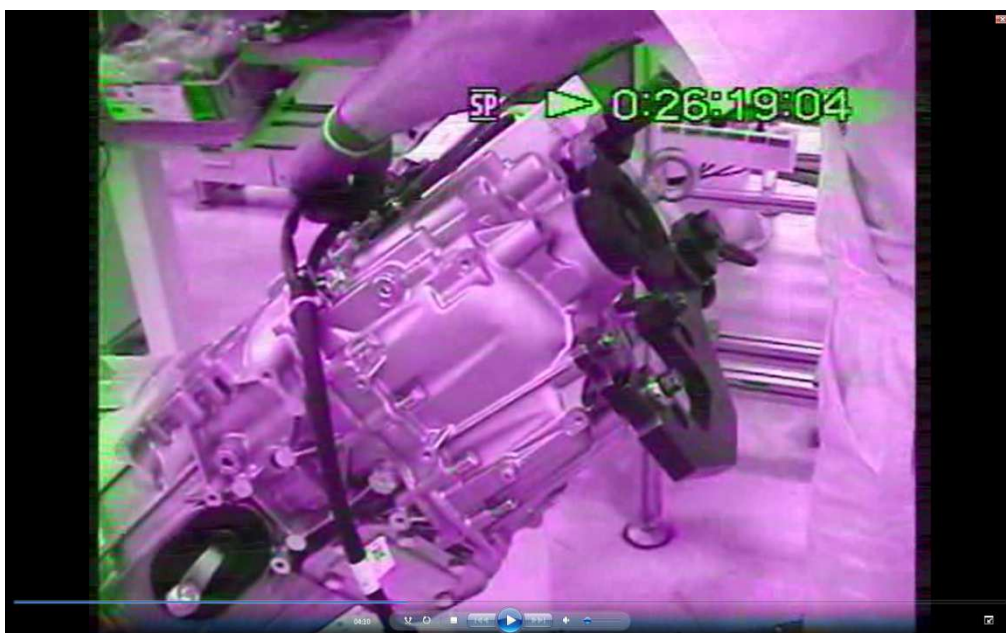
A felvételt végignézve a következő megállapítások tehetők:

- ~ A Házfedelek összecsavarozásához szükséges viszonylag nagy mennyiségű (16-16 db) csavarokat és alátéteket tároló láda a munkaállomás után a szerelőtől kb. 2-3 lépés távolságban van elhelyezve (12. ábra).
- ~ A műveleti időt növeli az alátétek felhelyezése a csavarokra.

- ~ A felszerelésre kerülő elektromos vezetékek helyzetét a Házfedelek összecsavarozásánál igazítani kell (13. ábra).



12. ábra



13. ábra

Megoldási javaslatok a szerelési idő csökkentésére:

- ~ A csavarok és az alátétek tároló dobozainak közelebb helyezése a szerelő állomáson.
- ~ A csavar és alátét kombinált változatának használata (pl. peremes csavar).

- ~ Elektromos vezetékek rögzítési módjának megváltoztatása.
- ~ A hosszú szerelési idő csökkentésére bizonyos műveltek elvégzésének átvitele másik (szomszédos) munkaállomásokra.

Az átlagos szerelési ciklusidő 294 másodperc. A Főszerelés 6 munkaállomáson függőleges helyzetben szerelik a sebességváltót és ugyanebben a pozícióban érkezik a következő állomásra a szerelt egység. Tehát különösebb helyzetváltoztatás nélkül átvihetők az előző szerelőhelyre bizonyos műveletelemek, mivel ott a szerelési idő mindössze 77 másodperc. A Rúgós tömítőgyűrű, a Csőrösfedél, és a Kinyomó csapágó szerelését áthelyezve a Főszerelés 6 munkaállomásra átlagosan 1 perc 17 másodperccel csökken a szerelési idő. A Főszerelés 6 szerelőhelyen így 2 perc 24 másodpercre növekedne a ciklusidő, mely megfelelő, mivel 3 perc alatt van. A peremes csavar használata további kb. 32 másodperccel csökkentené a műveleti időt. Az elektromos vezetékek megfelelő helyzete további kb. 4-5 másodperccel csökkenti a művelet elvégzésének idejét.

Tehát a változtatások bevezetésével hozzávetőlegesen $294 - 77 - 32 - 5 = 180$ másodpercre csökkenne az átlagos műveleti ciklusidő.

3.3.6. Főszerelés 9 szerelőhely elemzése

A munkaállomáson a Kapcsolófedél szerelését és a Válogatótengely hézagolását végzik.

A szerelési folyamatból 5 db szerelési ciklus lett lefilmezve, melyek műveleti idői rendre a következők: 4:23, 3:54, 4:50, 4:43, 4:14. Ennek megfelelően az átlagos szerelési ciklusidő 4 perc 35 másodperc.

A felvételt végignézve a következő megállapítások tehetők:

- ~ A Tolókar rögzítéséhez racsnis kulcsot használ a szerelő, mely kb. 17 másodpercet vesz igénybe (14. ábra).

Megoldási javaslatok a szerelési idő csökkentésére:

- ~ Elektromos kulcs használata a Tolókar rögzítéséhez.
- ~ A hosszú szerelési idő csökkentésére bizonyos műveltek elvégzésének átvitele másik (szomszédos) munkaállomásokra.



14. ábra

Az előző, azaz a Főszerelés 8 munkaállomáson a műveleti idő mindössze 65 másodperc. Erre a munkaállomásra érdemes átvinni a Típustábla rögzítése, a Reteszelő csap ellenőrzés és a Tolókar kapcsolótengelyre rögzítése műveletelemeket, melyek elvégzése átlagosan 55 másodpercet vesz igénybe. Így a Főszerelés 8 szerelőhelyen 120 másodpercre nő a műveleti idő. A Főszerelés 10 munkaállomáson az átlagos ciklusidő 137 másodperc. Erre az állomásra a Tolókar rögzítését lehetne átvinni, mely átlagosan 40 másodpercbe telik. Ezáltal Főszerelés 10 szerelőhelyen átlagosan 177 másodpercre emelkedne a ciklusidő. A változtatások végrehajtásával a vizsgált szerelő állomás átlagos ciklusideje 275 másodpercről, $275-55-40=180$ másodpercre csökkenne.

3.3.7. Főszerelés 12 szerelőhely elemzése

A munkaállomáson egy erre a célra kialakított járatópaddal vizsgálják a sebességváltót. A művelet során a váltót 2000-3000 1/min fordulatszámon járatják és végigkapcsolják a fokozatokat, először kézzel, majd gépi kapcsolással. Zajosságot, sérülésmentességet, rezgést, vibrációt, rendellenes kattogást és kopogást vizsgálnak. A váltó csak akkor mehet tovább, ha a vizsgálat eredményes volt.

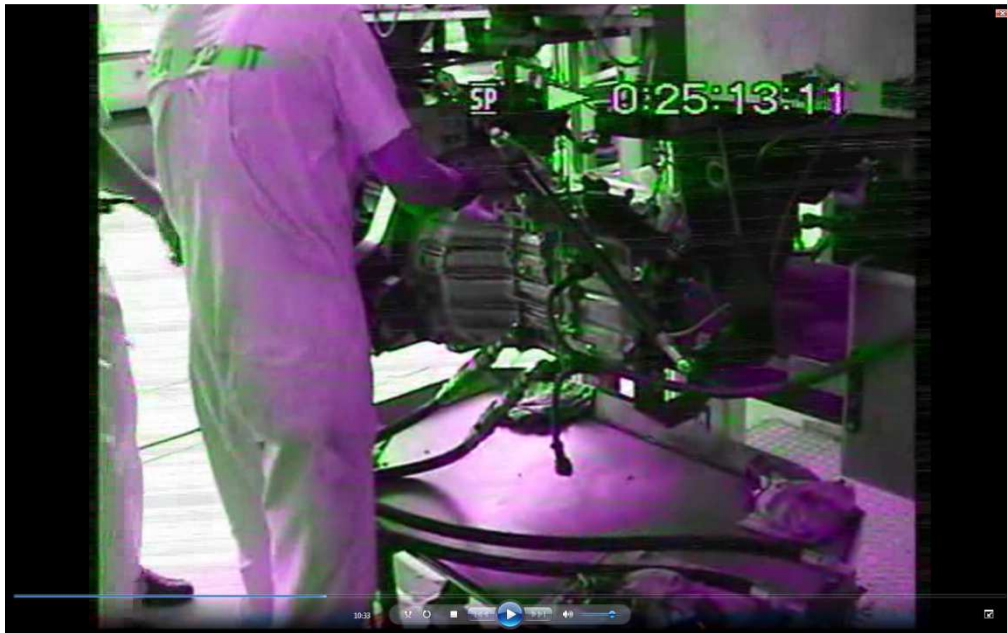
A szerelési folyamatból 5 db szerelési ciklus lett lefilmezve, melyek műveleti idői rendre a következők: 7:20, 7:37, 8:18, 8:19, 9:08. Ennek megfelelően az átlagos szerelési ciklusidő 8 perc 9 másodperc.

A felvételt végignézve a következő megállapítások tehetők:

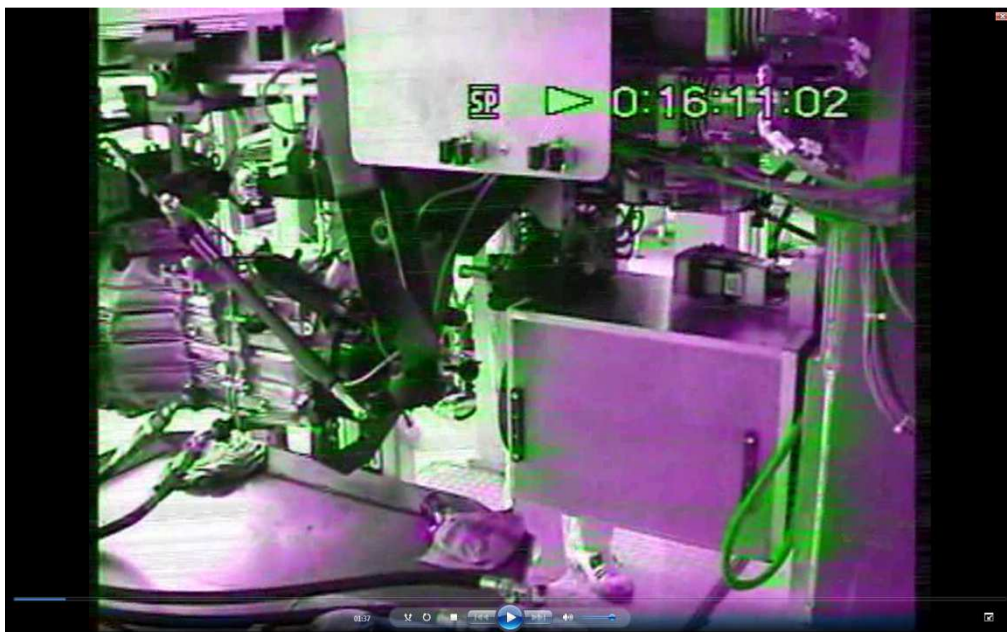
- ~ Az első szerelési ciklusban a felvétel egy részén nem látszik a szerelő, a közben eltelt 17 másodperc alatt semmi sem történik (15. ábra).
- ~ Az utolsó szerelési ciklus felvételénél gyorslejátszási módot is használtak, így ez a rész értékelhetetlen.
- ~ A dolgozónak többször körbe kell járnia a sebességváltót a próbapad vezérlő paneljának kezelése, valamint a hidraulikus és elektromos csatlakozások elvégzése, ill. bontása végett (16. és 17. ábra), ami idővesztéssel jár.



15. ábra



16. ábra



17. ábra

Megoldási javaslatok a szerelési idő csökkentésére:

- ~ A csatlakozások és a próbapad kezelő felületének egy oldalra szervezése, áttervezése.
- ~ Még egy dolgozó bevonása a műveletbe a szerelési idő csökkentésének érdekében.
- ~ Munkafegyelem betartása.

A videofelvételen automatizált sebességváltó vizsgálata látható. Ennek a típusnak a járató programja 7 perc. Kb. 60 másodpercnyi műveleti idő csökkenthető a felére még egy dolgozó bevonásával. Tehát az átlagos szerelési ciklusidő ebben az esetben 8 perc 9 másodpercről, kb. 7 perc 39 másodpercre csökkenthető.

Kézi sebességváltóknál a járató program 2,5 perc. Ennél a típusnál az átlagos ciklusidő 3 perc körül van.

3.3.8. Főszerelés 13 szerelőhely elemzése

Ezen az utolsó munkaállomáson történik az olajtöltés, végsőzés és csomagolás.

A művelet során a Nyeles kerék bordázatát és csapját ellenőrzik idomszerrel, ill. a szükséges helyeken bekenik konzerváló olajjal. A Zárócsavarokat rögzítik és olajjal feltöltik a váltót, majd a légszelepet felhelyezik és rögzítik. Végül leszerelik a szerelő állványról és daru segítségével a tárolóra helyezik.

A szerelési folyamatból 5 db szerelési ciklus lett lefilmezve, melyek műveleti idői rendre a következők: 3:32, 3:13, 3:38, 3:19, 3:28. Ennek megfelelően az átlagos szerelési ciklusidő 3 perc 26 másodperc.

A felvételt végignézve a következő megállapítások tehetők:

- ~ A harmadik ciklusban a szerelő végezte el a tároló állvány cseréjét (18. ábra).
- ~ A szerelőnek a művelet végrehajtása közben többször körbe kell járnia a váltót.



18. ábra

Megoldási javaslatok a szerelési idő csökkentésére:

- ~ A tároló állvány cseréjét segédszemélyzet végezze.
- ~ Az alkatrésztárolók célszerűbb elrendezése szükséges.

A tároló állvány cseréje kb. 30 másodpercet vesz igénybe, melyet 6 sebességváltónként kell végrehajtania a szerelőnek, mivel egy állvány 6 db sebességváltó tárolására alkalmas. Ez műveletenként 5 másodpercet vesz igénybe. Az alkatrészek célszerűbb elrendezésével kb. 10 másodperc spórolható meg. Így a szerelési ciklus 206 másodpercről hozzávetőlegesen 206-5-10=191 másodpercre csökkenthető. Ez még mindig nem éri el az elégséges szintet, viszont fontos, hogy a szerelő megfelelően átnézze a sebességváltót külső hibákat keresve, ami időigényes folyamat.

Összegezve: A 8 vizsgált szerelőhely közül jelenleg 1 munkaállomáson (1/2 fokozati szinkron előszerelés) már megfelelő a műveleti idő. 3 szerelőhelyen sajnos nem sikerült 3 perc alá vinni a ciklusidőt, viszont jelentős időcsökkenés érhető el bizonyos változtatások esetén. A számszerű változások a következők (4. táblázat):

4. táblázat Szerelési ciklusidők alakulása a változtatások függvényében

Szerelőhelyek	Eredeti idő [sec]	Változtatások utáni becsült idő [sec]
Főtengely előszerelés I.	202	175
1/2 fokozati szinkron előszerelés	180	90
MT kapcsolófedél előszerelés	200	181 (2 dolgozó) 107
AMT kapcsolófedél előszerelés	575	(2 dolgozó) 288 (3 dolgozó) 192
Fsz 7 Házfedelek csavarozása	294	180
Fsz 9 Kapcsolófedél felszerelés	275	180
Fsz 12 Próbapadi járatás	489	(automatizált váltó) 459 (kézi váltó) 180
Fsz 13 Végcsőzés	206	191

4. A szerelési idők vizsgálata a létszám függvényében

A ZF SV szerelősoron összesen 31 db munkaállomás van, melyet 16 dolgozóra terveztek. Tehát 1 dolgozó több szerelőhelyre van beosztva. Ezáltal számolni kell azzal, hogy vannak időben párhuzamosan elvégezhető műveletek, melyek „sorossá” válnak, miután 1 szerelő végzi el azokat. Továbbá számolni kell azzal is, hogy nagyon ritka az az eset, mikor mind a 16 szerelő dolgozik (szabadságok, táppénzek, stb. miatt).

Az előbbieket figyelembe véve két esetet vizsgálók:

1. 14 szerelő dolgozik a soron – általános eset
2. 10 szerelő dolgozik a soron – kivételes eset

4.1. A szerelési idők alakulása általános esetben

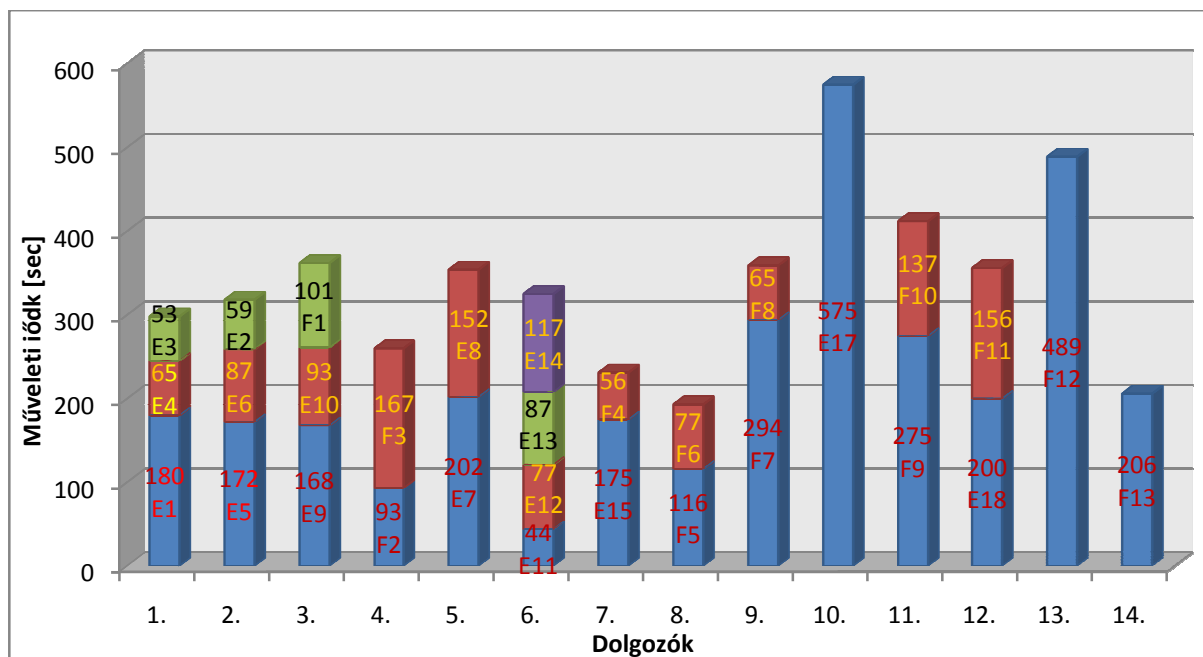
A leggyakoribb eset, mikor 14 szerelő dolgozik a soron. Az optimális gyártási idő elérésének érdekében nagyon fontos a dolgozók megfelelő beosztása az egyes munkaállomásokra. A következő alpontokban az optimális munkahelymegosztással, az így kialakult szerelési idők közül a szűk keresztmetszet keresésével és annak javításával foglalkozom.

4.1.1. Az optimális munkahelymegosztás keresése

A munkahelymegosztás egyik fontos szempontja, hogy úgy osszuk fel a munkaállomásokat, hogy 1 dolgozónak ne kelljen a szerelősor egyik végéből a másikba menni a következő művelet elvégzéséhez. Tehát törekedni kell arra, hogy minden dolgozó lehetőleg egymáshoz közeli szerelőhelyekre legyen beosztva. Ehhez segítséget nyújt a szerelősor munkahely térképe (1. ábra).

A másik fontos szempont az egyes műveleti ciklusidők. Egy dolgozó ne végezze az összes hosszú műveletet, mivel a gyártási időt a szűk keresztmetszet, azaz a leghosszabb műveleti idő határozza meg. Ehhez látványos és egyszerű segítséget nyújt a diagramkészítés.

Először a vállalat által meghatározott módon osztottam el a szerelőhelyeket. Ennek eredménye a 3. diagram.



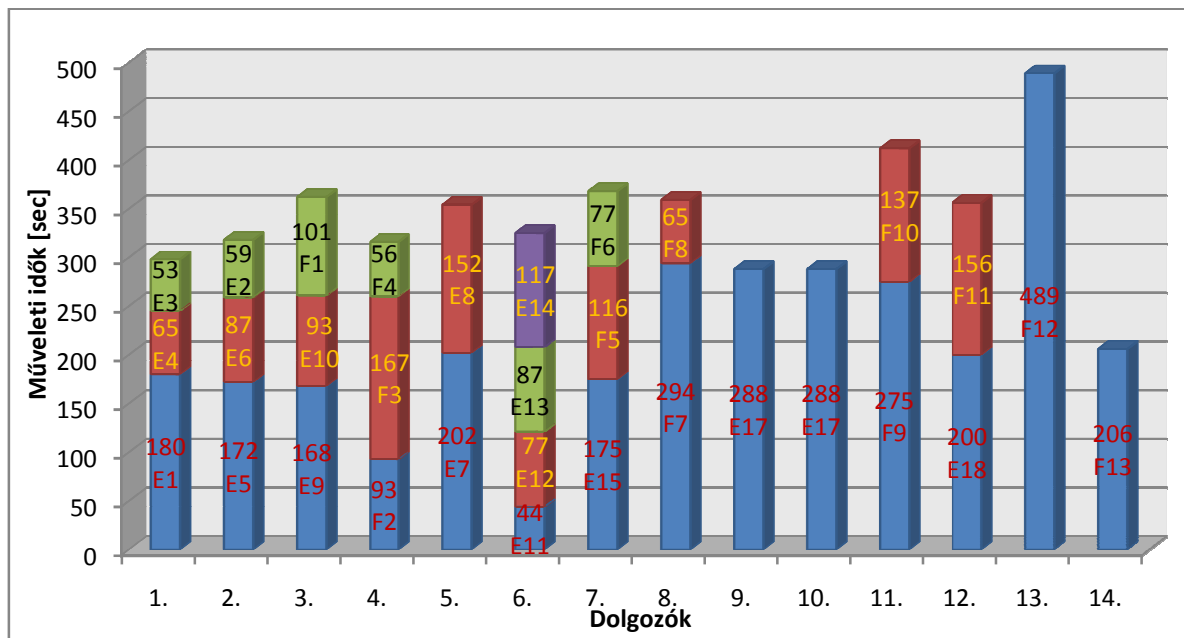
3. diagram Szerelőhely elosztás a szerelési időikkel 14 dolgozó esetén

A diagram oszlopainak jelöléseit az 5. táblázat értelmezi.

5. táblázatA javasolt szerelőhely elosztás a szerelési időikkel

Dolgozók	Szerelőhelyek megnevezése (szerelési időikkel)
1.	1/2 f. szinkron esz. (E1) – 180 s, R f. szinkron esz. (E4) – 65 s, 5/6 f. szinkron esz. (E3) – 53 s
2.	3/4 f. szinkron esz (E2) – 59 s, Előtétengely esz. I. (E5) – 172 s, Előtétengely esz. II. (E6) – 87 s
3.	Házhátsó esz. (E9) – 168 s, Elektromos kapcsoló és reteszelő esz. (E10) – 93 s, Főszerelés1 (F1) – 101 s
4.	Főszerelés2 (F2) – 93 s, Főszerelés3 (F3) – 167 s
5.	Főtengely esz. I. (E7) – 202 s, Főtengely esz. II. (E8.) – 152 s
6.	Kardánperem esz. (E11) – 44 s, 3/4, 5/6 f. kapcsolósín esz. (E12) – 77 s, Központi kapcsolósín esz. (E13) – 87 s, 1/2, R f. kapcsolósín esz. (E14.) – 117 s
7.	Házelső esz. (E15) – 175 s, Főszerelés4 (F4) – 56 s
8.	Főszerelés5 (F5) – 116 s, Főszerelés6 (F6) – 77 s
9.	Főszerelés7 (F7) – 294 s, Főszerelés8 (F8) – 65 s, (Oldócsapágy esz. (E16))
10.	AMT kapcsolófedél esz. (E17) – 575 s
11.	Főszerelés9 (F9) – 275 s, Főszerelés10 (F10) – 137 s
12.	MT kapcsolófedél esz. (E18) – 200 s, Főszerelés11 (F11) – 156 s
13.	Főszerelés12 (F12) – 489 s
14.	Főszerelés13 (F13) – 206 s

A fenti diagramon jól látható, hogy bár a szerelőhelyek szempontjából jó a felosztás, a műveleti idők végett érdemes módosítani. Akkor jó a szerelőhelyek elosztása, ha időben is hasonló ideig tart elvégezni a műveleteket a dolgozóknak. Tehát arra kell törekedni, hogy az diagram oszlopai hasonló nagyságúak legyenek. A legmagasabb oszlop az AMT kapcsolófedél előszerelés, amit több dolgozó is tud végezni, ezért ezt a műveletet meg lehet osztani 2 vagy 3 dolgozó között, felére illetve harmadára csökkentve a szerelési időt. A második legnagyobb oszlop a Főszerelés12, azaz a próbapadi járatás, mely munkahelyen ugyan lehet 2 dolgozó, de az előző fejezetben ismertetve csak kb. 30 másodperccel csökkenne a műveleti idő. Ezt figyelembe véve, és a módosításokat végrehajtva a 4. diagram egy kedvezőbb elosztást mutat.



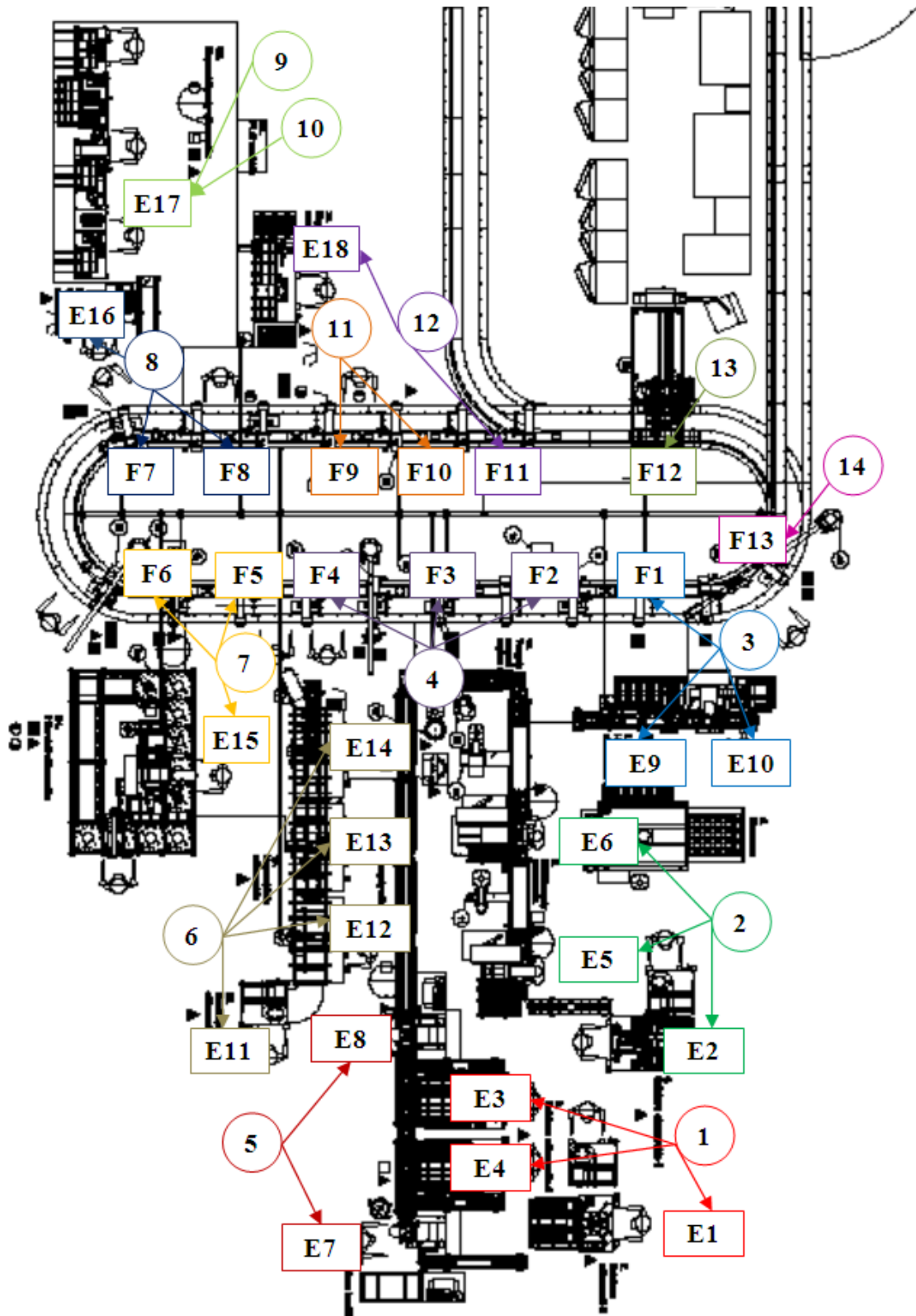
4. diagram Szerelőhely elosztás a szerelési idővel 14 dolgozó esetén

Itt már időben kedvezőbb az elosztás, mely az oszlopok viszonylag egyenlő magasságából látható. A 14 dolgozó a következő műveleteket hajtja végre (6. táblázat):

6. táblázatA javasolt szerelőhely elosztás a szerelési időkkal

Dolgozók	Szerelőhelyek megnevezése (szerelési időkkal)
1.	1/2 f. szinkron esz. (E1) – 180 s, R f. szinkron esz. (E4) – 65 s, 5/6 f. szinkron esz. (E3) – 53 s
2.	3/4 f. szinkron esz. (E2) – 59 s, Előtétengely esz. I. (E5) – 172 s, Előtétengely esz. II. (E6) – 87 s
3.	Házhátsó esz. (E9) – 168 s, Elektromos kapcsoló és reteszelő esz. (E10) – 93 s, Főszerelés1 (F1) – 101 s
4.	Főszerelés2 (F2) – 93 s, Főszerelés3 (F3) – 167 s, Főszerelés4 (F4) – 56 s
5.	Főtengely esz. I. (E7) – 202 s, Főtengely esz. II. (E8.) – 152 s
6.	Kardánperem esz. (E11) – 44 s, 3/4, 5/6 f. kapcsolósín esz. (E12) – 77 s, Központi kapcsolósín esz. (E13) – 87 s, 1/2, R f. kapcsolósín esz. (E14.) – 117 s
7.	Házelső esz. (E15) – 175 s, Főszerelés5 (F5) – 116 s, Főszerelés6 (F6) – 77 s
8.	Főszerelés7 (F7) – 294 s, Főszerelés8 (F8) – 65 s, (Oldócsapágys esz. (E16))
9.	AMT kapcsolófedél esz. (E17) – 288 s
10.	AMT kapcsolófedél esz. (E17) – 288 s
11.	Főszerelés9 (F9) – 275 s, Főszerelés10 (F10) – 137 s
12.	MT kapcsolófedél esz. (E18) – 200 s, Főszerelés11 (F11) – 156 s
13.	Főszerelés12 (F12) – 489 s
14.	Főszerelés13 (F13) – 206 s

A szerelősor alaprajzán bejelölve következő a munkaállomások elosztása (19. ábra):



19. ábra Szerelőhelyek elosztása 14 dolgozó esetén

Ez utóbbi felosztást a 4. diagram és a 19. ábra alapján elfogadhatónak vélem és a következő pontban ez alapján vizsgálódok tovább.

4.1.2. Szűk keresztmetszet meghatározása, annak javítására megoldási javaslatok kidolgozása

Egy sebességváltó összeszerelésének idejét a szűk keresztmetszet, azaz a leghosszabb szerelési idő határozza meg.

A teljes technológiai folyamat elvégzéséhez szükséges időt a következőképpen állapítom meg:

$$\text{szűk keresztmetszet} \cdot \text{létszám} = \text{teljes szerelési idő}$$

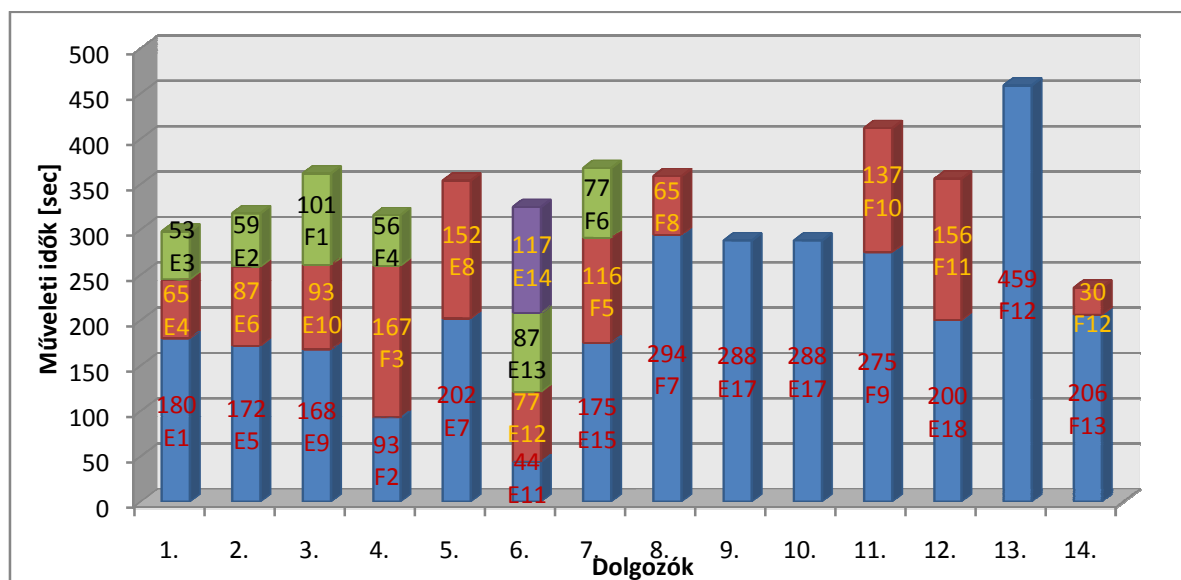
A 4. diagram alapján a 13. dolgozó végzi a leghosszabb műveletet. Ő a Főszerelés12 szerelőhelyen, azaz a járató próbapadnál dolgozik. A szerelési ciklusidő 489 másodperc. A létszám 14 fő. Tehát a technológiai folyamat elvégzésének ideje:

$$489 \cdot 14 = 6846 \text{ másodperc} = 1 \text{ óra } 54 \text{ perc } 6 \text{ másodperc}$$

Ez azt jelenti, hogy a műszak kezdetén 6846 másodpercbe telik az első sebességváltó elkészülésének ideje, majd ezután 489 másodpercenként készül el a többi váltó.

Egy műszak 8 óra, azaz 28800 másodperc. Tehát $28800 - 6846 = 21954$ másodperc marad a műszakból az első váltó elkészülte után. $21954 / 489 = 44,89$, azaz $44 + 1 = 45$ db sebességváltó készül el egy műszakban.

A szűk keresztmetszet szerelési idejének javítására 3.3.7. fejezetben tett megoldási javaslatok alapján a 14. dolgozó tud segíteni a 13.-nak így a szerelési időket mutató diagram a következőképpen módosul (5. diagram):



5. diagram Szerelőhely elosztás a szerelési idővel 14 dolgozó esetén

Mivel a szűk keresztmetszet ideje 459 másodpercre csökkent, a következőképpen változik a gyártható váltók száma:

$$459 \cdot 14 = 6426 \text{ másodperc} = 1\text{óra } 47\text{perc } 6\text{másodperc}$$

Tehát a műszak elején 6426 másodpercbe telik az első sebességváltó összeszerelése, majd 459 másodpercenként egy újabb váltó készül el.

Az első váltó elkészülte után $28800 - 6426 = 22374 \text{ másodperc}$ marad a műszakból. $22374/459 = 48,72$, azaz $48+1=49$ db sebességváltó gyártható le egy műszak alatt.

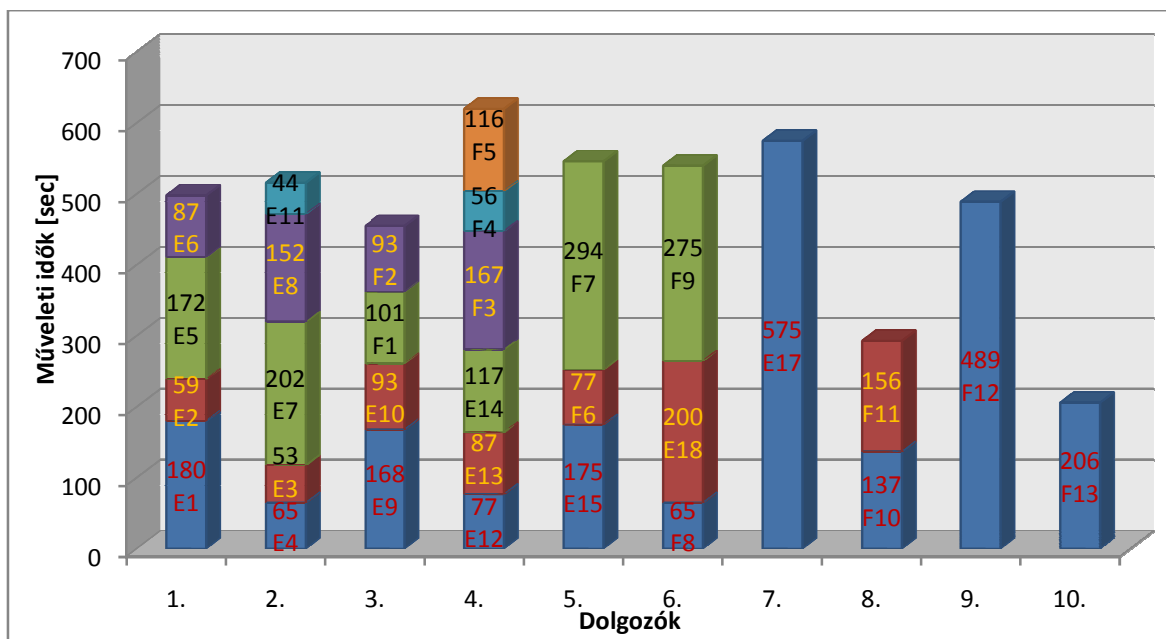
Megállapítható, hogy az általam meghatározott munkahelyelosztással 45 db sebességváltó gyártható egy műszak alatt. A Főszerelés 12 (Próbapadi járatás) munkaállomáson elvégzett módosításokkal pedig ez a mennyiség 4 db-bal 49 db váltóra növelhető műszakonként, azaz mintegy 9 % termelésnövekedés érhető el.

4.2. A szerelési idők alakulása kivételes esetben

Bár eléggé ritka eset, de előfordul, mikor 10 szerelő dolgozik a soron. Az optimális gyártási idő elérésének érdekében jól megfontolandó, hogyan osszuk be a dolgozókat az egyes munkaállomásokra. A következő alpontokban az optimális munkahelymegosztással, az így kialakult szerelési idők közül a szűk keresztmetszet keresésével és annak javításával foglalkozom.

4.2.1. Az optimális munkahelymegosztás keresése

A 4.1.1 fejezetben ismertetett szempontok alapján a vállalat által meghatározott felosztást alapul véve a munkahelyfelosztást 10 dolgozó esetén a 6. diagram mutatja.



6. diagram Szerelőhely elosztás a szerelési időkkal 10 dolgozó esetén

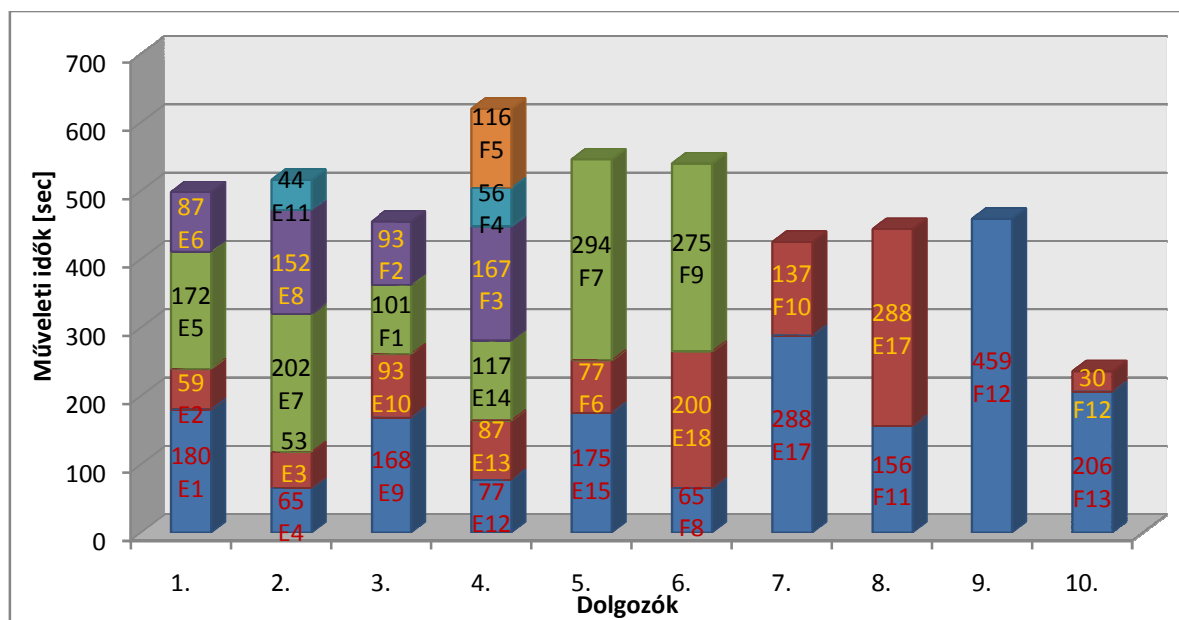
A diagram oszlopainak jelöléseit a 7. táblázatértelmezi.

7. táblázatA javasolt szerelőhely elosztás a szerelési időkkal

Dolgozók	Szerelőhelyek megnevezése (szerelési időkkal)
1.	1/2 f. szinkron esz. (E1) – 180 s, 3/4 f. szinkron esz. (E2) – 59 s, Előtétengely esz. I. (E5) – 172 s, Előtétengely esz. II. (E6) – 87 s
2.	R f. szinkron esz. (E4) – 65 s, 5/6 f. szinkron esz. (E3) – 53 s, Főtengely esz. I. (E7) – 202 s, Főtengely esz. II. (E8.) – 152 s, Kardánperem esz. (E11) – 44 s
3.	Házhátsó esz. (E9) – 168 s, Elektromos kapcsoló és reteszelvek esz. (E10) – 93 s, Főszerelés1 (F1) – 101 s, Főszerelés2 (F2) – 93 s
4.	3/4, 5/6 f. kapcsolósín esz. (E12) – 77 s, Központi kapcsolósín esz. (E13) – 87 s, 1/2, R f. kapcsolósín esz. (E14.) – 117 s, Főszerelés3 (F3) – 167 s, Főszerelés4 (F4) – 56 s, Főszerelés5 (F5) – 116 s
5.	Házelső esz. (E15) – 175 s, Főszerelés6 (F6) – 77 s, Főszerelés7 (F7) – 294 s
6.	Főszerelés8 (F8) – 65 s, (Oldócsapág esz. (E16)), MT kapcsolófedél esz. (E18) – 200 s, Főszerelés9 (F9) – 275 s
7.	AMT kapcsolófedél esz. (E17) – 575 s
8.	Főszerelés10 (F10) – 137 s, Főszerelés11 (F11) – 156 s
9.	Főszerelés12 (F12) – 489 s
10.	Főszerelés13 (F13) – 206 s

Az elsődleges felosztásnál a műveleti idők az első 8 dolgozó esetében viszonylag kiegyenlített. A 8. és 10. dolgozó a többiekhez képest hamar elvégzi a munkáját. A 7. dolgozó az AMT kapcsolófedél előszerelését végzi, melyben tud neki segíteni a 8. dolgozó, ill.

fordítva, a 7. dolgozó el tudja végezni a Főszerelés 10 munkaállomáson levő munkát. A 9. dolgozó a Főszerelés12-n, azaz a Próbapadnál van. Ebben a munkában pedig a 10. dolgozó tud segíteni. Ezeket figyelembe véve a következőképpen (7. diagram) módosul a diagram.



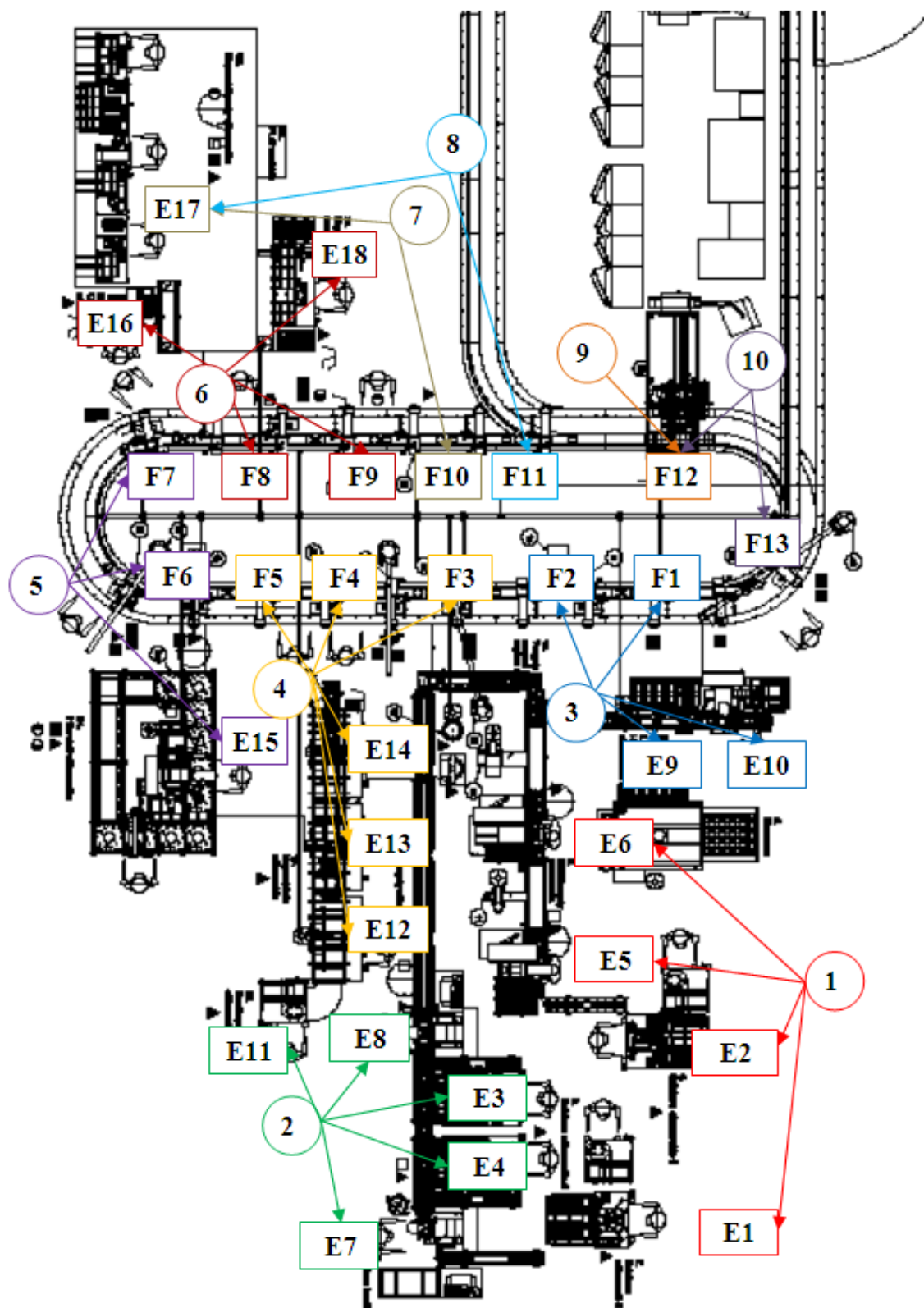
7. diagram Szerelőhely elosztás a szerelési idővel 10 dolgozó esetén

A 10 dolgozó a következő műveleteket hajtja végre (8. táblázat):

8. táblázatA javasolt szerelőhely elosztás a szerelési idővel

Dolgozók	Szerelőhelyek megnevezése (szerelési idővel)
1.	1/2 f. szinkron esz. (E1) – 180 s, 3/4 f. szinkron esz. (E2) – 59 s, Előtétengely esz. I. (E5) – 172 s, Előtétengely esz. II. (E6) – 87 s
2.	R f. szinkron esz. (E4) – 65 s, 5/6 f. szinkron esz. (E3) – 53 s, Főtengely esz. I. (E7) – 202 s, Főtengely esz. II. (E8.) – 152 s, Kardánperem esz. (E11) – 44 s
3.	Házhátsó esz. (E9) – 168 s, Elektromos kapcsoló és reteszeltők esz. (E10) – 93 s, Főszerelés1 (F1) – 101 s, Főszerelés2 (F2) – 93 s
4.	3/4, 5/6 f. kapcsolósín esz. (E12) – 77 s, Központi kapcsolósín esz. (E13) – 87 s, 1/2, R f. kapcsolósín esz. (E14.) – 117 s, Főszerelés3 (F3) – 167 s, Főszerelés4 (F4) – 56 s, Főszerelés5 (F5) – 116 s
5.	Házelső esz. (E15) – 175 s, Főszerelés6 (F6) – 77 s, Főszerelés7 (F7) – 294 s
6.	Főszerelés8 (F8) – 65 s, (Oldócsapágó esz. (E16)), MT kapcsolófedél esz. (E18) – 200 s, Főszerelés9 (F9) – 275 s
7.	AMT kapcsolófedél esz. (E17) – 288 s, Főszerelés10 (F10) – 137 s
8.	Főszerelés11 (F11) – 156 s, AMT kapcsolófedél esz. (E17) – 288 s
9.	Főszerelés12 (F12) – 459 s
10.	Főszerelés13 (F13) – 206 s, Főszerelés12 (F12) – 30 s

A módosítások után már kiegyenlítettebbek a dolgozók elvégzendő munkájához szükséges idők. A szerelősor alaprajzán bejelölve (20. ábra) a következő a munkaállomások elosztása:



20. ábra Szerelőhelyek elosztása 10 dolgozó esetén

Az utóbbi felosztást a 7. diagram és a 20. ábra alapján elfogadhatónak vélem és a következő pontban ez alapján vizsgálódok tovább.

4.2.2. Szűk keresztmetszet meghatározása, annak javítására megoldási javaslatok kidolgozása

A teljes technológiai folyamat elvégzéséhez szükséges időt a 4.1.2 fejezetben meghatározott módon állapítom meg.

A7. diagram alapján a 4. dolgozó végzi a leghosszabb műveletet. Ő a 3/4, 5/6 fokozati kapcsolósín előszerelés (E12), a Központi kapcsolósín előszerelés (E13.), az 1/2, R fokozati kapcsolósín előszerelés (E14.), Főszerelés3 (F3), Főszerelés4 (F4), Főszerelés5 (F5) munkaállomásokon dolgozik. A szerelési ciklusidő 620 másodperc. A létszám 10 fő. Tehát a technológiai folyamat elvégzésének ideje:

$$620 \cdot 10 = 6200 \text{ másodperc} = 1\text{óra } 43\text{perc } 20\text{másodperc}$$

Ez azt jelenti, hogy a műszak kezdetén 6200 másodpercbe telik az első sebességváltó elkészülésének ideje, majd ezután 620 másodpercenként készül el a többi váltó.

Egy műszak 8 óra, azaz 28800 másodperc. Tehát $28800 - 6200 = 22600 \text{ másodperc}$ marad a műszakból az első váltó elkészülte után. $22600/620 = 36,45$, azaz $36+1=37 \text{ db}$ sebességváltó készül el egy műszakban.

A szűk keresztmetszet szerelési idejének javítására a 3/4, 5/6 fokozati kapcsolósín előszerelés (E12), a Központi kapcsolósín előszerelés (E13.), az 1/2, R fokozati kapcsolósín előszerelés (E14.), Főszerelés3 (F3), Főszerelés4 (F4), Főszerelés5 (F5) munkaállomásokat kell vizsgálni. Az elemzésekhez a munkanap-felvételt és a nyári szakmai gyakorlaton szerzett tapasztalataimat használom fel.

Főszerelés3 szerelőhely vizsgálata

A munkaállomáson a Tömítőgyűrű, kardánperem felszerelését, a kapcsolósínek beszerelését és rögzítését, valamint az előtettengely végére kúpgörgős csapágy külső gyűrűjének felhelyezését végzik el ebben a műveletben.

A munkaállomáson 5 db szerelési ciklust filmezték le, melyek idői a következők: 2:58, 2:47, 2:57, 2:42, 2:30. Az átlagos műveleti idő 2 perc 47 másodperc.

A felvételt végignézve a következő megállapítás tehető:

- ~ Ahhoz, hogy az előtétengely végére a kúpgörgős csapágy külső gyűrűjét felhelyezzék, át kell nyúlni a szerelőállványon, mert az alkatrészt tároló láda elhelyezése nem megfelelő (21. ábra).



21. ábra

Megoldási javaslat a szerelési idő csökkentésére:

- ~ A kúpgörgős csapágy külső gyűrűjét tároló láda elhelyezésének módosítása.

A változtatást bevezetve átlagosan kb. 1 másodperccel csökkenne a szerelési idő, 2 perc 46 másodpercre.

Főszерelés4 szerelőhely vizsgálata

A munkaállomáson a kapcsolósín rögzítését és a hézagolást végzik.

A munkaállomáson 5 db szerelési ciklust filmeztek le, melyek idői a következők: 0:55, 0:48, 0:50, 1:17, 0:47. Az átlagos műveleti idő 56 másodperc.

A felvételt végignézve a következő megállapítás tehető:

- ~ Változtatás nem szükséges.

A műveleti ciklusidő változatlanul 56 másodperc marad.

Főszерelés5 szerelőhely vizsgálata

A munkaállomáson a Házelső ráemelést, a biztosítógyűrű és az reteszelő tengely beszerelését végzik, valamint kézzel becsavarják a villatartó csavarokat, felhelyezik a PTO fedelet tömítéssel és csavarokkal együtt.

A munkaállomáson 5 db szerelési ciklust filmeztek le, melyek idői a következők:2:09, 1:51, 1:40, 2:14, 1:45. Az átlagos műveleti idő 1 perc 56 másodperc.

A felvételt végignézve a következő megállapítások tehetők:

- ~ A PTO-fedél és a tömítés tároló ládái a munkaállomás egyik oldalán (22. ábra), míg a rögzítéshez szükséges csavarok tároló ládája a másik oldalán van elhelyezve (23. ábra), mely igen kedvezőtlen.
- ~ A villatartó csavarokra a Loctite ragasztó felvitelét a dolgozó a 3. ciklusban elmulasztotta, a 4.-ben pedig később jutott eszébe.

Megoldási javaslatok a szerelési idők csökkentésére:

- ~ A PTO-fedél, a tömítés és a rögzítő csavarok tároló ládáinak egy oldalon való elhelyezése.
- ~ A munkafegyelem betartása.



22. ábra



23. ábra

A megfelelő elrendezéssel átlagosan kb. 2 másodperccel csökkenthető a műveleti idő. A változtatások bevezetésével az átlagos becsült ciklusidő 1 perc 54 másodperc.

3/4 és 5/6 fokozati kapcsolósín előszerelés szerelőhely vizsgálata

A munkaállomáson a 3/4 és 5/6 fokozati kapcsolósínek előszerelését végzik.

A munkaállomáson 2x5 db szerelési ciklust filmeztek le, melyek idői a következők: 0:40, 0:38, 0:36, 0:39, 0:34, ill. 0:46, 0:38, 0:37, 0:34, 0:39. Az egyes szerelési ciklusok átlagidője 38 és 39 másodperc, így az átlagos műveleti idő 1 perc 17 másodperc.

A felvételt végignézve a következő megállapítás tehető:

- ~ A kapcsolósínek becsomagolt állapotban vannak a szerelőhelyen, melyet a dolgozónak kell kicsomagolni (24. ábra), és egy a munkaállomáshoz távoli tárolóba helyezni a csomagolóanyagot (25. ábra). Ez 4 másodpercet vesz igénybe.



24. ábra



25. ábra

Megoldási javaslat a szerelési idő csökkentésére:

- ~ A logisztika feladata, hogy az alkatrészek kicsomagolva kerüljenek a szereldébe.

A változtatás bevezetésével az 1 perc 17 másodperces műveleti idő, mintegy 4 másodperccel, 1 perc 13 másodpercre csökkenne.

Központi kapcsolósín előszerelés szerelőhely vizsgálata

A munkaállomáson a Központi kapcsolósín előszerelését végzik.

A munkaállomáson 5 db szerelési ciklust filmezték le, melyek idői a következők: 1:29, 1:17, 1:40, 1:20, 1:25. Az átlagos műveleti idő 1 perc 27 másodperc.

A felvételt végignézve a következő megállapítás tehető:

- ~ Itt a Kapcsoló sínek nem csak egyedileg, hanem gyűjtőcsomagolásban is vannak, melyet a szerelőnek kell eltávolítani (26. ábra), mely átlagosan 6 másodpercet vesz igénybe.



26. ábra

Megoldási javaslat a szerelési idő csökkentésére:

- ~ A logisztika feladata, hogy az alkatrészek kicsomagolva kerüljenek a szereldébe.

A változtatás bevezetésével az 1 perc 27 másodperces műveleti idő, 6 másodperccel, 1 perc 21 másodpercre csökkenne.

1/2 és R fokozati kapcsolósín előszerelés szerelőhely vizsgálata

A munkaállomáson az 1/2 és R fokozati kapcsolósínek előszerelését végzik.

A munkaállomáson 2x5 db szerelési ciklust filmeztek le, melyek idői a következők: 1:18, 1:09, 1:10, 1:16, 1:17, ill. 0:43, 0:44, 0:42, 0:43, 0:41. Az egyes szerelési ciklusok átlagidője 1 perc 14 másodperc és 43 másodperc, így az átlagos műveleti idő 1 perc 57 másodperc.

A felvételt végignézve a következő megállapítás tehető:

- ~ A kapcsolósín becsomagolt állapotban van, melyet a dolgozónak kell kicsomagolni és egy eléggé messzi tárolóba helyezni. Ez a műveletelem átlagosan 7 másodpercet vesz igénybe.

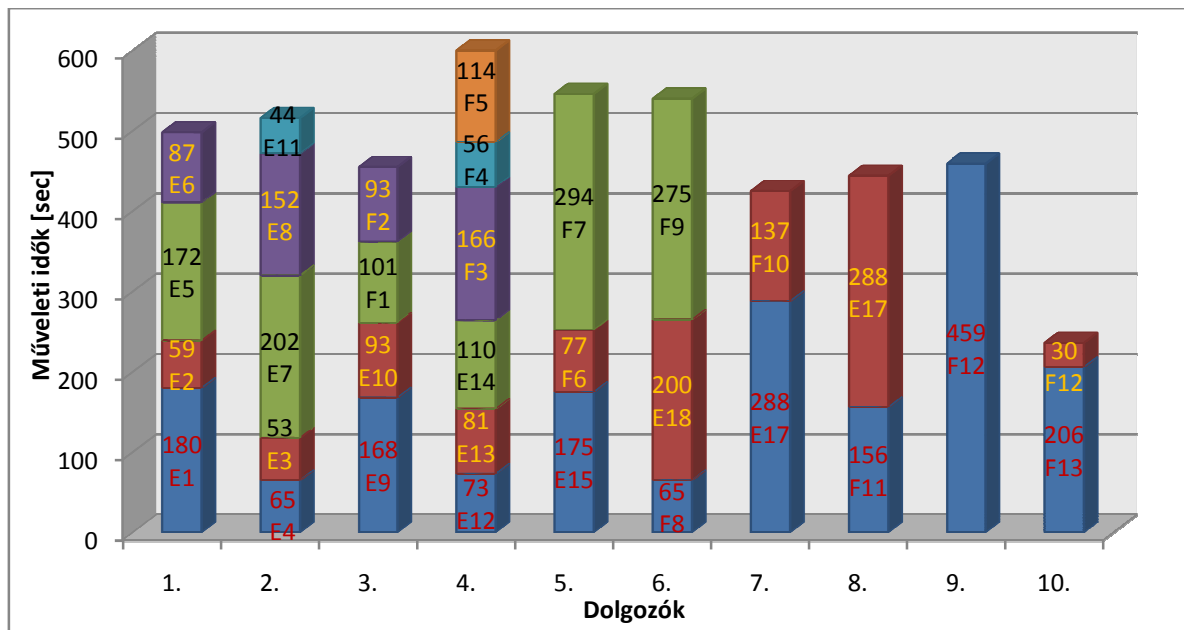
Megoldási javaslat a szerelési idő csökkentésére:

- ~ A logisztika feladata, hogy az alkatrészek kicsomagolva kerüljenek a szerelőkébe.

A változtatás bevezetésével az 1 perc 57 másodperces műveleti idő, 7 másodperccel, 1 perc 50 másodpercre csökkenne.

Összegezve: A dolgozó által elvégzett műveletek összideje 620 másodperc. A változtatások bevezetésével a műveleti idők a Főszerelés3 helyen 1 másodperccel, a Főszerelés4 helyen nem csökkenne, a Főszerelés5 helyen 2, a 3/4 és 5/6 fokozati kapcsolósínek előszerelés helyen 4, a Központi kapcsolósín előszerelés helyen 6, és az 1/2 és R fokozati kapcsolósínek előszerelés helyen 7 másodperccel csökkennének.

Tehát a 620 másodperces műveleti idők $620 - 1 - 2 - 4 - 6 - 7 = 600$ másodpercre csökkenthető. Így a szerelési időket mutató diagram (8. diagram) a következőképpen módosulna:



8. diagram Szerelőhely elosztás a szerelési időkkal 10 dolgozó esetén

Mivel a szűk keresztmetszet ideje 600 másodpercre csökkent, a következőképpen változik a gyártható váltók száma:

$$600 \cdot 10 = 6000 \text{ másodperc} = 1 \text{ óra } 40 \text{ perc}$$

Tehát a műszak elején 6000 másodpercbe telik az első sebességváltó összeszerelése, majd 600 másodpercenként egy újabb váltó készül el.

Az első váltó elkészülte után $28800 - 6000 = 22800$ másodperc marad a műszakból. $22800 / 600 = 38$, azaz $38 + 1 = 39$ db sebességváltó gyártható le egy műszak alatt.

Megállapítható, hogy az általam meghatározott munkahelyelosztással 37 db sebességváltó gyártható egy műszak alatt. A fenti 5 munkaállomáson elvégzett módosításokkal pedig ez a mennyiség 2 db-bal, azaz 39 db váltóra növelhető műszakonként, ez több mint 5 % termelésnövekedést jelent.

Összegzés

A vizsgálataim első lépéseként a munkanap-fényképezés alapján meghatároztam minden szerelőhelyen elvégzendő művelet átlagos szerelési idejét. Minden műveletet többször lefilmeztek, így azok átlagát véve állapítottam meg az egyes műveleti időket.

A ZF Hungária Kft. több éves tapasztalata alapján az egyes szerelési műveletek elvégzésére 3 percet, azaz 180 másodpercet írt elő. Tehát a cél az volt, hogy a 180 másodpercet elérő, ill. azt meghaladó műveleti időket ezen érték alá csökkentsem.

A szerelőhelyek közül 4 előszerelő és 4 főszerelő hely, azaz összesen 8 darab szerelőhely volt, ahol a műveleti idő elérte, vagy meghaladta a 180 másodpercet.

A 8 vizsgált szerelőhely közül jelenleg 1 munkaállomáson (1/2 fokozati szinkron előszerelés) már megfelelő a műveleti idő. 3 szerelőhelyen sajnos nem sikerült 3 perc alá vinni a ciklusidőt (AMT kapcsolófedél előszerelés, Főszerelés¹² - Próbapadi járatás, Főszerelés¹³ - Végsőzés), viszont jelentős időcsökkenés érhető el bizonyos változtatások esetén. 3 darab szerelőhelyen 180 másodpercre sikerült csökkenteni a műveleti időt. 1 darab szerelőhelyen a módosítások végrehajtásával elérhető a 3 perc alatti műveleti idő.

Vizsgálódásaim másik szempontja a szerelési idők változása a létszám függvényében. Két esetet elemeztem, mikor 14, illetve 10 fő dolgozik a szerelősoron.

14 fő esetén megállapítható, hogy az általam meghatározott munkahelyelosztással 45 darab sebességváltó gyártható egy műszak alatt. A szűk keresztmetszet, a Főszerelés¹² (Próbapadi járatás) munkaállomáson elvégzett módosításokkal pedig ez a mennyiség 4 darabbal (kb. 9 %-kal), azaz 49 darab váltóra növelhető műszakonként.

10 fő esetén pedig megállapítható, hogy az általam meghatározott munkahelyelosztással 37 darab sebességváltó gyártható egy műszak alatt. A szűk keresztmetszetet 6 szerelőhely alkotja, melyek elemzése után arra jutottam, hogy 5 munkaállomáson módosítások hajthatók végre. Az elvégzett módosításokkal pedig ez a mennyiség 2 darabbal (több mint 5 %-kal), azaz 39 darab váltóra növelhető műszakonként.

Azáltal, hogy több sebességváltó gyártható a szerelősoron a vállalat számára azt jelenti, hogy a bevétele is növekszik. Erről a növekedésről számszerű adatok nem állnak rendelkezésemre.

Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Susánszky János: A racionalizálás módszertana, Műszaki Könyvkiadó, 1984
- [2] Prof. Dr. Kundrák János, Dr. Deszpoth István, Dr. Szűcs János, Sztankovics István: A szereldében készült munkanap fényképezés elemzése (Tanulmány), 2012