

A LEAN ALAPÚ TERMELÉS KIALAKÍTÁSÁNAK LÉPÉSEI

HUSI Géza

Debreceni Egyetem, AMTC Műszaki Kar
Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszék
4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4.
husigeza@mfk.unideb.hu

KIVONAT

Ipari termékek nagytömegű gyártásának műszaki problémái mellett, igen jelentős kérdés a termelés jövedelmezősége. A termék anyagi valóságában és minőségében a vásárló igényét elégíti ki, és akkor szolgál a megelégedettségére, ha a terméknek a vásárló által észlelt hatásai találkoznak az igényeivel. Ugyanakkor a vásárló nagyon sok gyártási körülményt nem ismer, és nem is hajlandó megfizetni azt a többletköltséget, ami nem közvetlenül az értékteremtő gyártási folyamathoz rendelhető. A cikk a Lean menedzsment alapelveivel foglalkozik, bemutatva annak gyakorlati alkalmazását is.

Kulcsszavak: Lean, értékáram, ábrázolás, gyártásfejlesztés,

1. A LEANSZEMLÉLETŰ GYÁRTÁSFEJLESZTÉS INDOKAI

Az európai vállalkozói szférában Magyarországról még mindig a kép él, hogy Magyarország alacsony bérköltségű ország. Ugyanakkor lépten, nyomon azt tapasztaljuk, hogy a Magyarországra telepedett cégek, elemezve költségszerkezetüket, arra megállapításra jutottak és jutnak, hogy el kell hagyniuk az országot, keletebbre kell áttenni ipari tevékenységüket. Ennek az a közvetlen oka, hogy Magyarországnak az EU-hoz való csatlakozásával bizonyos a vállalatokat terhelő költségek jelentősen megemelkedtek, a piaci hatások jobban érik a vállalkozásokat, illetve nőt a verseny. Ehhez a helyzethez, amelyet egy vállalkozás nem igen tud befolyásolni alkalmazkodnia kell. Az alkalmazkodás kulcsa a vevő igényekhez való alkalmazkodás, a rugalmasság, és a hatékonyság előtérbe kerülése a gyártás során, valamint a gyors reakció képesség. A vásárlók nem csak tökéletes terméket, hanem tökéletes működést is elvárnak a cégektől. Ez azt jelenti, hogy az értéket nemcsak maga a termék, hanem az is hordozza, hogy ezt a terméket hogyan állították elő, milyen körülmények között állították elő, mennyi környezeti erőforrást használtak fel ahhoz, hogy ezt a terméket előállítsák. Mivel Magyarországon is kínálati piac van, a vevők amellet, hogy tökéletes működést várnak elvárják a termék csúcs minőségét, és mindezzel együtt az alacsony árat. Ha megvizsgáljuk egy átlagos ipari vállalat termékköltség szerkezetét, annak pusztán 15, esetleg 30 %-a jelenti a bért és 60-70 %-a az anyagi jellegű költség. (Az AUDI HUNGARIA MOTOR Kft-ben a bérköltség 2 %.¹). Ha ez az iparban számított általános arány igaz, akkor annak is igaznak kell lenni, hogy a termelési folyamatok fejlesztésénél, előtérbe kell kerülnie az anyagi jellegű folyamatok fejlesztésének és az ezzel együtt járó anyagköltség csökkentésének. A Leanszemléletű gyártásfejlesztés gyakorlatilag ehhez járulhat hozzá.

¹ forrás: gyári prezentáció 2007. 12. 17.

2. A LEAN MENEDZSMENT ÖT ALAPPILLÉRE

Az 1996-ban James P. Womack és Daniel T. Jones szerzőpárostól megjelent *Lean Thinking* című könyvben [1.] öt alappillért fogalmaztak meg a Lean filozófiához:

- definiálni kell a munka értékteremtő részét minden egyes folyamatban és folyamatlemben tehát azt, hogy mi az amit a vevő valójában megfizet vagy valójában hajlandó fizetni, tehát mi jelent értéket a vevő számára;
- az értékteremtő folyamatlembeket egy folyamatos értékárammá² kell átalakítani, tehát a folyamatlembeket össze kell kapcsolni, így kialakítva az értékfolyamot;
- arra kell törekedni, hogy ezen érték áramon belül folyamatosan fennmaradjon az anyag-, az erőforrás- és az információáramlás, tehát az alkatrészeket, információkat, embereket "áramoltatni" kell annak megfelelően, ahogy a vevői igény változnak;
- a vevői igény szerint kell kialakítani a gyártást, tehát azt kell figyelembe venni, hogy a vevő milyen gyakran, milyen terméket, milyen termékválasztékban, milyen átfutási idővel igényli a cégtől, vagyis húzó logisztikát kell kialakítani;
- a megalkotott folyamatainkat mindig tökéletesíteni, kell akár kislépésenként, akár egy nagylépésben a folyamatos fejlődés eléréséhez, aminek célja a veszteségek kiküszöbölése a folyamatokból.

A tökéletesítéshez választhatunk Kaizen³ vagy akár TQM⁴ elveket is, a lényeg az, hogy folyamatosan kell elvégezni. A cél egyértelmű: a minél nagyobb profit elérése. A vállalati folyamat struktúra kialakítás ötödik összetevőjét a szakirodalom Lean útként emlegeti. Ezt az ötödik lépést természetesen csak akkor lehet végrehajtani, hogy ha a vállalkozás változásra való képessége megvan, és rugalmasan akarja követni a vevők, ez legyen akár belső, illetve külső vevő igényeit.

Deming⁵ szerint a minőség elsősorban a felsőbb szintű menedzsment tetteinek és döntéseinek, nem pedig a munkások cselekedeteinek a következménye. A menedzsment feladata a rendszer szervezése és az általános problémák kezelése, a munkások pedig azokért a speciális hibaokokért felelnek, amelyeket közvetlenül az ő

² Egy értékáram mindazon lépéseket jelenti (értékteremtő és nem értékteremtő tevékenységek együtt), melyek jelenleg ahhoz szükségesek, hogy egy terméket elkészítsünk. (Kesztlér, 2007)

³ A Kaizen a folyamatos fejlődés filozófiája, illetve az ezt támogató rendszerek, módszerek összessége. Maga a Kaizen szó a „Kai” és „Zen” szavakból tevődik össze, ami lefordítva „haladás jó irányban”-t jelent. A Kaizen filozófiai alapelve a folyamatos haladásra való törekvés. Ennek a gyakorlati jelentése abban rejlik, hogy a szinten tartás gyakorlatilag visszalépés. Más szóval leírva, ami tegnap nagyon jó volt, az ma még éppen elmegy, de holnap már nagyon kevés lesz. Aki nem tartja a fejlődés ütemét, az hamar eltűnik.

⁴ TQM valamely szervezet azon képességeinek kialakítását és működtetését jelenti,

- amelyek lehetővé teszik a folyamatosan változó külső és belső igények kielégítését;
- vezetési filozófia, amely összefogja a szervezeti potenciált a folyamatos fejlesztés irányába;
- egy minőségkultúra, amely különböző eszközöket használ ennek a kultúrának a kifejlesztésére és folyamatos fejlesztésére.

A minőségirányítás (Quality Management) a szervezet minőségi célkitűzéseinek megvalósításához szükséges folyamatok tervezése és működtetése, az ehhez szükséges erőforrások biztosítása. Attól teljes körű (Total), hogy mindenki részt vesz benne, a szervezet minden tevékenységére és minden egységére vonatkozik.

⁵ Dr. W Edwards Deming amerikai statisztikus volt. Az 1950-es években japán mérnököket képzett, és a japánok véleménye szerint kiemelkedő szerepe volt abban, hogy országuk a második világháború után ugrásszerűen fejlődött. Egyesek szerint bár a Lean japán eredetű (hiszen sok forrás a Toyota által alkalmazott management filozófiának tartja) de, a veszteség megszüntetéséről Ő beszélt először a japánoknak, tehát a japánok hallották tőle. Helyesbíték: a japánok elfogadták tőle!

ténykedésük okoz. A minőség javításának feladatát tehát meg kell osztani a különböző szintek között. Tanításai szerint a piacon az nyer aki elsőként teljesíti a vevők igényeit. Olcsón, gyorsan, jó minőségben és annyit amennyi a vevőnek kell.

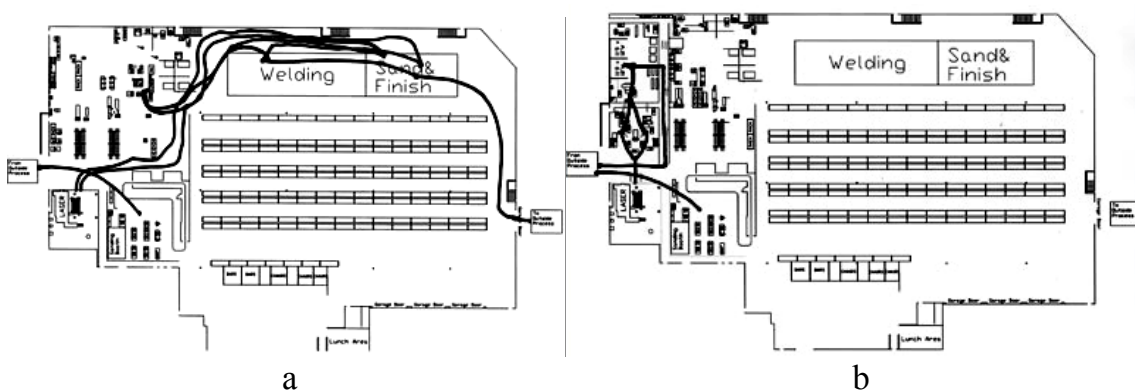
Ez a hatalmas rugalmasság rövid szabályzó köröket igényel azért, hogy a folyamatok megváltoztatása a vevői igényekhez, a lehető legrövidebb időn belül végrehajtható legyen. A Toyota autógyárban éppen ezért az időt figyelik, amely attól a ponttól, hogy a vevő leadja megrendelését addig a pontig tart, ahogy beérkezik a Toyotához a kiszállított termékről szóló számla ellenértéke. A vevő számára tehát nemcsak maga az átvett autó lesz az érték, hanem az is, amilyen rövid idő alatt ezt előállították. Ezzel megvalósult azaz elképzelés, hogy tömeggyártásra optimalizált folyamatokkal tudnak egyedi vevői igényeket kielégíteni.

Ez oly módon lehetséges, hogy folyamatosan tudják változtatni a folyamataikat, illetve a változásokat a veszteségek kiküszöbölése vezérli.

A Lean menedzsment a veszteségek hét típusát különbözteti meg:

1. Túltermelés: minden olyan termék vagy alkatrész legyártása, amely nem belső vagy külső vevőigényen alapul.
2. Készletek: minden olyan készlet, amely nem kell, közvetlenül a vevői igények kielégítéséhez.
3. Várakozás: minden olyan a termelési rendszerben eltöltött idő, amikor az alkatrész, a termék sem alak, sem tulajdonságváltozáson nem esik át, illetve nem változtatja viszonylagos helyzetét, pozícióját.
4. Felesleges műveletek végzése: amihez minden olyan művelet tartozik, amit a vevő, (akár külső, akár belső) nem rendelt meg, illetve a termék előállításához szükségtelen.
5. Felesleges anyagmozgatás, termékmozgatás: ide minden olyan anyagmozgatási folyamat tartozik, amely nem a legrövidebb úton és nem a legrövidebb és nem a legrövidebb idő alatt jutja el a terméket vagy az alkatrészt egyik helyről a másikra.
6. Felesleges mozgás: minden olyan mozgás, amit a dolgozónak a termelési folyamatban kell végeznie anélkül, hogy a termék értékét növelné.
7. Hibák: minden olyan esemény, ami miatt a termelést vagy annak egyes folyamat elemét meg kell ismételni, illetve minden olyan folyamat esemény, amelynek eredményét a következő folyamat elemnek, illetve a vevőnek nem lehet átadni.

A 1. ábrán egy cég gyártmányok nem jelentős alkatrészének útvonalát lehet látni a csarnokban a Lean bevezetése előtt és után. Látszólag egy kicsit rövidült az útvonal, de ha belegondolunk, hogy ezt az utat egy dolgozó tette meg az alkatrésszel és ezért a „sétáért” a vevő nem fizet akkor elgondolkodtató, hogy mennyire le lehetett csökkenteni az útvonalat. Tehát a veszteség minden olyan tevékenység, amely nyersanyagot, erőforrásokat, időt, energiát és helyet használ, de nem járul hozzá az anyag és információ a vevői igények megfelelő átalakításához. Veszteség minden hozzáadott értéket nem termelő folyamat által felhasznált nyersanyag, erőforrás, idő, energia, hely. Más szavakkal a veszteség azt jelenti, hogy a rendelkezésre álló erőforrásokat nem a hozzáadott érték előállítására fordítjuk.



1. ábra Egy nem jelentő alkatrész útvonala a gyártócsarnokban a Lean bevezetése (a) előtt és (b) után (forrás:

http://leanmanufacturingconsulting.com/case_studies_fabrication_cell.html)

3. A LEAN FILOZÓFIA MEGVALÓSÍTÁSA

A Lean megvalósítását egy időben két irányból kell megkezdeni [4]. A menedzsment irányából kell kitűzni a célokat és az ehhez szükséges változási feladatokat az érték áram teljes egészében. Fontos megjegyezni, hogy mindig a menedzsment irányítja a Lean bevezetését, és a menedzsment feladata továbbá az is, hogy fenntartsa a Lean bevezetése iránti igényt. Ez egész nehéz feladat, hiszen paradigmaváltásról, az anyag és információ áramok átalakításáról, és új szervezet kialakításáról van szó, amely mindig nagy-nagy ellenállásba ütközik a szervezet részéről.

Ezzel egy időben a dolgozók irányából való fejlesztés azt jelenti, hogy fel kell világosítani a dolgozókat, hogy miért fontos a veszteségek kiküszöbölése, hogyan ismerhetik fel azokat, és mit tehetnek ellene. Külön ösztönző rendszert célszerű kialakítani, ahhoz, hogy a dolgozók folyamatosan kutassák és jelentsék az általuk veszteségesnek tartott munkalépéseket, hiszen a dolgozók azok, akik a legjobban tisztában vannak a tényleges munkával. Igényt kell bennük ébreszteni a jobb és könnyebb munka iránt, illetve meg kell velük ismertetni a belső vevő⁶ fogalmát, és azt a szerepet, amelyet, mint belső vevők eljátszhatnak.

Maga a Lean bevezetése nem bonyolult, eszközei sem bonyolultak egyszerű számításokra, elemzésekre épül. A gyakorlatban azonban a bevezetés nehézségekkel találja magát szemben. A nehézségek között fontos a már ismertett kulturális beágyazódottság, másik az emberi tényező, hiszen a dolgozókat oktatni kell, be kell őket vonni a változásba, meg kell győzni mindenkit arról, hogy ezek a változások szükségszerűek és új szemléletet hordoznak. Harmadikként pedig nehézséget okoz maga a bevezetés, mint projektkezelés. A projektre jellemző, hogy van eleje, van vége,

⁶ Vevő alatt általában a szervezeten kívüli személyeket és szervezeteket értjük (ezek a külső vevők), ugyanakkor a termék előállítás belső folyamatait vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a folyamaton (a gyárkapun belül) belül is termékek átadása folyik a munkatársak között, tehát ők szállítók és vevők egy folyamaton belül, azaz belső vevők alatt a szervezeten belüli személyeket és csoportokat értjük. A cipő készítésnél a beszállított termékből a szabász kiszabja a felsőrészt, azt a felsőrész készítő összevarrják majd az összeállítók a talppal hozzák egy egységbe. Az egymáshoz kapcsolódó folyamatlemekeknél az átadott termék minősége jelentős hatással van a következő folyamat eredményére.

kötöttek a költségeik, kötöttek az időkorlátai, ami azt jelenti, hogy a projekt végén elvileg feketén-fehéren leírható, hogy a projekt sikerült-e vagy nem, tehát a projekt elérte-e a kitűzött célokat. E mellett függetlenül attól, hogy egy termelési folyamatban milyen terméket gyártanak, a menedzsmentnek az alábbi problémákkal kell szembe találnia magát:

- A raktárkészletek és azok változásának problémája.
- A gyártási területen felhalmozódott nagymennyiségű félkész termékekből adódó raktározási problémák.
- Célszerűtlenül elhelyezett raktárak, amelyek a nagy mérvű anyag mozgatást igénylik.
- Rossz karbantartói, gépkezelői viszony.
- Koszos, rendezetlen munkahelyek.
- Magas átállítási, beállítási idők.
- Egymástól függetlenül termelő munkafázisok, rossz információáramlás.
- Reaktív karbantartás, diagnosztikai eszközök használatának hiánya.
- A gépkezelők és a karbantartók szembenállása.
- Az esetleges munkahelyi balesetek.
- A selejt szám illetve annak növekedése.
- A minőségért az erre külön kijelölt személyek a felelősek.
- Vásárlói, vevői reklamáció.
- Magas működési költségek.

Abban az esetben, ha a vállalkozás Lean menedzsment rendszert vezet be az alábbi eredményeket várhatja el ettől:

- A vásárlási reklamációk a selejtes árúk miatti újraszállítás csökkenése.
- Csökkenő gyártási költségek.
- A piacváltozásihoz rugalmasan alkalmazkodó termelés.
- A raktárkészlet drasztikus csökkenése, ésszerűbbé válása.
- A termelési folyamatokban lekötött anyagok, eszközök, tőke állomány csökkenése
- A lehető legrövidebb gyártás előtti, közbeni és utáni, anyagi, termékvárakozás és termelési folyamatok ütemezésének optimalizálása
- A felesleges anyagmozgatás megszüntetése
- Nem értékadó munkák mennyiségének minimalizálása
- Fölösleges papírtermelés megszüntetése
- Szervezettebb, tisztább, ergonomikusabb munkakörnyezet
- Túltermelés megszűnése, közbenső és végtermékekre egyaránt
- A selejtes végtermékek gyártásának és a hibás közbenső termékek tovább munkálásának megszűnése.
- Gyáron belüli felszabaduló munkaterületek.
- Munkaerő jó kihasználása.
- Javuló munkamorál.

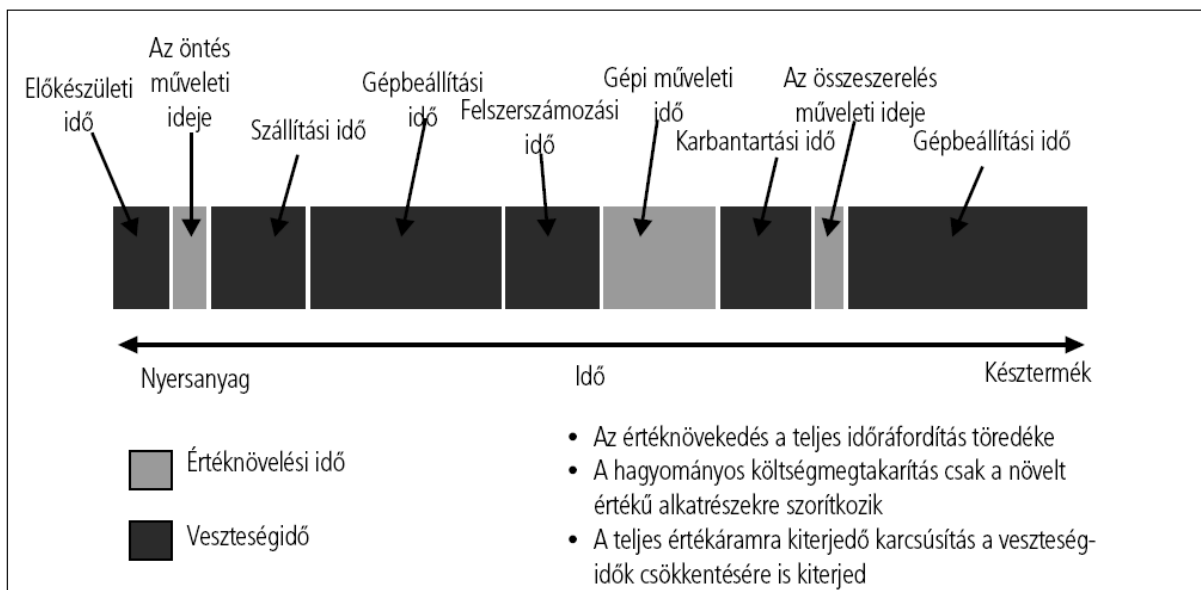
Ezek alapján a Lean gyártás vagy magyarul karcsúsított gyártás napjaink legdivatosabb, legtöbbet ígérő, a teljes vállalati teljesítményt átalakító, vállalatirányítási rendszeré nőtte ki magát.

4. A LEAN MENEDZSMENT ÖT ALAPELVÉNEK MEGVALÓSÍTÁSA

Az érték.

Az érték a vevői oldalról a termékben illetve annak előállításában testesül meg. Ha az értéket a termelés oldaláról figyeljük, akkor sokkal könnyebb kimondani, hogy mi az, ami nem hordoz értéket azzal a folyamat elemekkel szemben, amelyek értéket hordoznak, értéket növelnek. Értéknövelő tevékenység, az amikor az áru valamilyen mérhető fizikai, kémiai, informatikai, formai, vagy tartalmi változáson megy át és nem növeli a termék értékét az tevékenység, amely a termék funkciójának megváltozásával nem jár, de az eladó, tehát a termelő erőforrásait fogyasztja. Ilyen szempontból a termék értéknövelő folyamat elemei mind a termelés fő folyamataiba tartoznak, ott ahol a termék jelen van és azon fizikai, kémiai, vegyi minőség tulajdonság változás, alakváltozás történik. Míg az értéket nem termelő folyamatok, azok a segéd és a mellék folyamatok közé tartoznak. Segéd folyamatok azok amelyekben a termék jelen van, de rajta megmunkálás, minőségi változás nem történik, ilyen például az anyagmozgatás. A mellék folyamat esetében a termék nincs jelen, viszont a folyamat ad jelt a termék gyártásának, gyárthatóságának érdekében történik, ilyen például amikor felszerszámozzák a gépet. Nyilvánvaló, hogy ebből a megközelítésből fontos az, hogy lássuk, hogy a nem értékteremtő folyamat elemeket két kategóriába kell sorolnunk:

- szükséges, ilyen például mikor a szerszámgepeket felszerszámozzák;
- szükségtelen folyamat elemekre, ilyen például, amikor egy terméket szükségtelenül hosszú úton mozgatnak.



2. ábra Értékteremtő munka veszteségei (forrás: [5])

A Lean menedzsmentben a szükséges nem értékteremtő folyamat elemekkel együtt kell tudni élni, természetesen ezek számát, mennyiségét, idejét csökkenteni kell, míg a szükségtelen folyamat elemeket meg kell szüntetni. Felmérések szerint egy termék előállítása során a teljes időszükséglet 95%-ában nem értékteremtő munka elemek végrehajtására kerül sor.

Ez a nagyon magas szám abból adódik, hogy a termelés indítása előtt nincsenek világosan definiálva az elvárások, magyarán rögtönzés történik a termelés során, és a dolgozók is tévednek a folyamat végrehajtása során. [7.] E két fő veszteségforrás mellett jelentősek még: a folyamatok és a rendszerek hibáiból adódó veszteségek, valamint azok a veszteségek, amelyek a folyamatok optimalizálásnak hiányából fakadnak, ez akár térre és időre is vonatkozhat. Jellemző veszteség ok kis sorozatban gyártó cégek esetében az átállási idők nagy aránya a gyártási időkhöz képest. Szervezési és ütemezési okokra visszavezethető jelentős veszteség a berendezések, szolgáltatások kapacitásának kihasználatlansága, ami sokszor azt jelenti, hogy egy több funkcióval ellátott gépet csak egyetlen egy funkcióra alkalmaznak, valamint az abból fakadó veszteség, hogy nem áll rendelkezésre anyag, eszköz, szolgáltatás, információ a megfelelő időben.

Az értékáram.

Mindazon a folyamat elemek összessége, amelyek szükségesek az alapanyagok és információk termékké, szolgáltatássá történő átalakításához és a vevőhöz való eljuttatásához. Mint arról az első alapelvnel szó volt, minden olyan folyamatelem, amely az értékteremtésben nem vesz részt nem értékteremtő folyamatelemnek nevezük. Az értékáramot a vállalkozások grafikusán szemléltetik, annak érdekében, hogy az anyag áramlás és az információ áramlás veszteségeit azonosítani lehessenek, tehet a fejlesztési irányokat, ki lehessen jelölni.

Az értékáram 3 elemből áll:

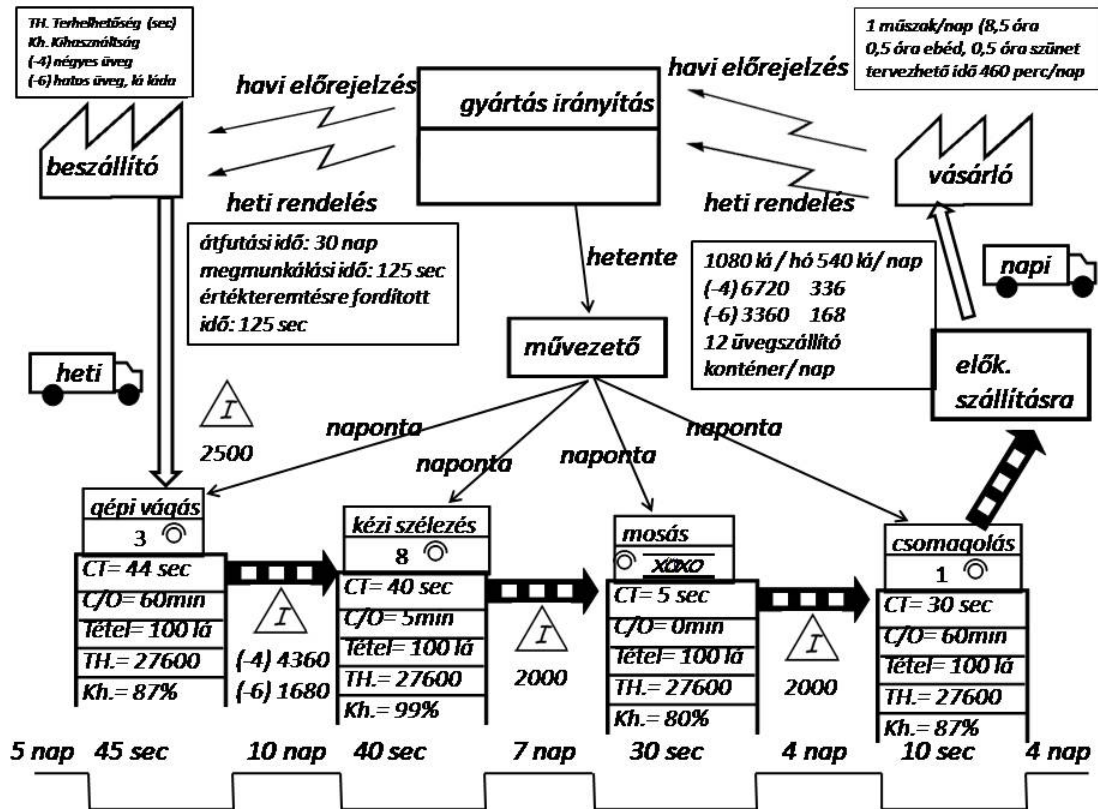
- anyagáram a beszállítótól a vevőig;
- a nyersanyagok átalakítása késztermékké;
- információáramlás, amely az előbbi folyamatokat támogatja.

Amit értékáram feltérképezés alatt értünk, igen egyszerű [3.]. Kövessük végig egy termék termelésének útját a vevőtől a beszállítóig, és gondosan rajzoljuk meg az anyag és az információ folyamokat melyek jelenleg teszünk. Az értékáram térkép (Value Stream Mapping VSM) a folyamat térképezéshez hasonlóan szabványos jeleket használ a folyamatok feltérképezésében, de a folyamat ábra egyszerű szimbólumain kívül külön jelöli az anyag és információáramlást. Ezek a szimbólumok⁷ nem szabványosítottak és igen sok variációja ismert. Bárki készíthet hozzá új, saját szimbólumot is az értékáram felrajzolásához, ha valamilyen ok miatt ezekkel a szimbólumokkal nem lehet pontosan ábrázolni valamennyi folyamatelemét az értékáramnak. Tartalmazza az aktuális mérőszámokat, és külön-külön kijelöli azokat a

⁷ Ez az összeállítás a Strategos team (3916 Wyandotte, Kansas City, Missouri 64111 USA Tel: 816-931-1414 Fax: 816-756-3368) szabadon felhasználható szimbólumgyűjteménye alapján készült. Letölthető a <http://www.strategosinc.com/> oldalról.

pontokat, ahol a karcsúsító műveleteknek létjogosultságuk van. Az anyag és az információ folyama ugyanazon érme két oldalát képviseli. Mindkettőt fel kell térképeznünk. A Lean gyártásban az információ folyam kezelése ugyanolyan fontos, mint az anyagé.

A 3. ábrán jól látszik egy példaképp bemutatott üvegyipari cég jelenlegi⁸ értékárama a megrendelőtől a vevőig.



3. ábra Egy síküveg gyártó cég értékfolyam ábrája négyes üvegre (forrás: saját felvételezés és ábrázolás)

Az alsó diagramból látható, hogy az értékteremtő idő mindössze 125 sec., ami igen alacsony az teljes átfutási időhöz⁹ (30 nap) képest. Az értékteremtő idő aránya 0,014%. Ez a kis arány semmiképpen sem mondható egyedinek, mert például a debreceni National Instruments mielőtt bevezette a Lean menedzsmentet 0,26%-ot mért [5.]. A Toyotánál ahol már évtizedek óta a Lean szellemiségében élnek ez az érték 15-18% körül mozog. (Szekernyés [5] idézte a <http://www.gembapantarei.com/> -ról).

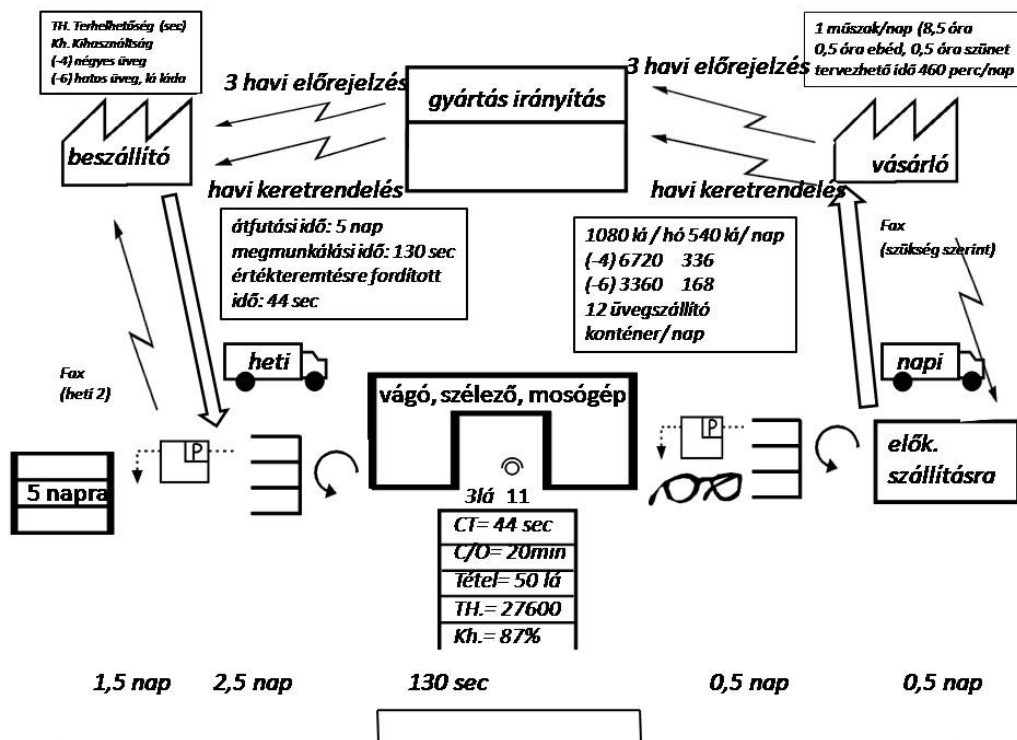
Az értékáram meghatározása (lerajzolása) után a következő lépés az, hogy határozzuk meg az értékáramlás jövőbeni elképzelt képét csökkentve a nem értékteremtő folyamatok arányát.

⁸ Jelenállapot térkép (Current State Map) - Egy vizuális segédeszköz, mely segítségével feltérképezzük jelenlegi folyamatunkat, azok kapcsolódását, beazonosítva a problémás területeket, legnagyobb veszteségeket.

⁹ Lead time - teljes átfutási idő attól az időponttól mérve amikor a vevő leadta a megrendelését addig amíg megkapta a terméket

A jövő-állapot kulcskérdései [3.] szerint:

- Mekkora az ütemidő, a vevőhöz legközelebbi folyamataiban rendelkezésre álló munkaidő alapján?
- Késztermék szupermarketre fog építkezni, melyből a vevő húz, vagy közvetlen szállításra? E kérdésre adott válasz több tényezőtől függ, mint a vevők vásárlási szokásai, a folyamatunk megbízhatósága és termékeink jellemzői. A közvetlen szállításra való felkészülés vagy egy megbízható, rövid átfutási idejű rendeléstől-szállításig áramot igényel, vagy nagyobb biztonsági raktárkészletet.
- Hol használhatjuk a folyamatos gyártást?
- Hol kell szupermarket húzó rendszereket használnunk, hogy az előző folyamatok termelését vezéreljük?
- A termelési lánc mely pontjánál ("pacemaker") kell a termelést ütemeznünk?
- Hogyan kell kiegyenlítenünk a termelési ütemezést a pacemaker (szűk keresztmetszet) folyamatnál?
- Milyen munkatartalom kiegyenlítést kell megtennünk az egy-darabos gyártás megközelítéséhez?



4. ábra A síküveg gyártó cég jövőben tervezett értékfolyam ábrája négyes üvegre (forrás: saját felvételezés és ábrázolás)

Irányelvek a jövő-állapot kialakításához:

- Első irányelv: Termeljünk vevői ütemidő szerint.
- Második irányelv: Alakítsunk ki folyamatos gyártást, ahol csak lehetséges.
- Harmadik irányelv: Használjunk szupermarketeket a termelés irányítására, ahol a folyamatos gyártás nem megoldható.

- Negyedik irányelv: Törekedjünk arra, hogy a vevő-ütemezést csak egyetlen termelőfolyamatnak küldjük meg, lehetőleg a legutolsónak.
- Ötödik irányelv: Termelés tervezésnél vegyük figyelembe a kiegyensúlyozást, ne nagytételekben¹⁰ gyártsunk.
- Hatodik irányelv: Hozzuk létre a húzó logisztikát a teljes folyamatban.

A 4. ábrán megjelenített térképen jól látszik, hogy a 3. ábrán lerajzolt jelenállapothoz képest az értékáram jelentősen megváltozik. A számítások szerint a változatlan munkarendben változatlan termékmennyiség esetében a teljes átfutási idő 30 napról 5 napra csökkent. A megmunkálási idő 125 sec.-ról 130 sec.-ra nő, de mivel egyszerre három tétel van a gyártócellában az értékteremtésre fordított idő 125 sec.-ről 44 sec.-ra csökkent. Az értékteremtő idő aránya 0,02%, még mindig jócskán elmarad a Lean bevezetésében élenjáró cégek értékeitől.

A folyamatos áramlás.

A Lean 3. alapelve arra utal, hogy a termék előállítási folyamatoknak nem szabad megállnia.

Ez a Justin Time-ből átvett ötlet az alapja annak, hogy a vevő időben megkapja termékét, és felesleges raktárkészlet se halmozódjon fel. Az ütemidő meghatározása két adatból, a rendelkezésre álló idő és a vevő igényből elvégezhető, és ebből kell határozni az ütemidőt a teljes folyamat minden egyes lépésére.

$$\text{ütemidő} = \frac{\text{rendelkezésre álló idő}}{\text{rendelt darabszám}}$$

Ha a folyamat egyes lépései nincsenek kiegyensúlyozva a vevői igények kielégítése nem látszik problémamentesnek. A kiegyensúlyozás alapja az erőforrások átcsoportosítása annak érdekében, hogy az egyes folyamat elemekben mérhető munkavégzéshez szükséges idő egyenlő legyen. A klasszikus kiegyensúlyozási módszereket alkalmazva az egyes folyamat elemeket átcsoportosíthatjuk, másokat megszüntethetünk, vagy egyszerűsíthetünk, összevonhatjuk további folyamat elemekkel, illetve a folyamatlépéseket úgy alakítjuk ki, hogy mindegyike megfeleljen az ütemidőnek, ez által a folyamat elemek közötti várakozási időt nullára lehet csökkenteni. A folyamat elemek kiegyensúlyozásának egyik legnagyobb problémája, hogy a vevők, egy adott gyártási periódus alatt különböző termék összetételt kívánnak, amelyeket ugyanazon a gyártó soron tudunk előállítani.

¹⁰ Nagytételekben gyártás (Batch gyártás): olyan termelési rendszer amely a félkésztermékeket, átmeneti termékeket nagy szériában továbbítja egyik folyamatból a következőre.



5. ábra Tároló központ (szupermarket) Budapesten (forrás:<http://www.lufthansa-technik.com>)

Ehhez azt is meg kell határozni, hogy az optimális ütemidő eléréséhez milyen sorrendben kell gyártásba adni az egyes termékfajtákat. Két illetve három gép esetén erre ad jó megoldást a Johnson algoritmus¹¹.

A gyártás folyamatosságát nagymértékben befolyásolja, hogy a termelés milyen tétel nagyságra van optimálva. Általánosságban elmondhatjuk, hogy a nagyobb tételek esetén az átfutási idő hosszabb, a raktárkészletek nagyobbak és mindez igen nagy gyártó és raktározási területeket igényelnek. Ennek elkerülésére lehet alkalmazni a darabos áramlást is.

Ennek természetesen vannak feltételei. Az egyik legfontosabb feltétel, hogy a dolgozóknak multifunkcionálisnak kell lenni, ami azt jelenti, hogy több gépet, több munkahelyen kell tudni kezelniük. A másik fontos feltétel, hogy a folyamat elemek nagyon gyorsan tudjanak átállni egyik termék gyártásáról a másikra, ehhez szabványosítani kell ezeket az átállásokat, beleértve ezek világos és érthető dokumentáltságát és elérhetőségét is. Abban az esetben ha a késztermék 10-20 hasonló részegység összeszereléséből jön létre célszerű a folyamatot ketté vágni. Az első részben a részegységeket kell legyártani darabos áramlással, valamilyen más szempont szerint megfelelő darabszámban. Majd a kész részegységeket egy raktárba úgynevezett szupermarketbe kell helyezni, ahonnan az összeszerelést, mint folyamat második része hívja le őket.

Az egydarabos gyártás megvalósításának egyik legnagyobb gátja tapasztalatom szerint, a vállalatirányítást, termelésirányítást segítő MRP szoftverek rugalmatlansága. A folyamatos gyártás megvalósításának másik lehetséges módja a cella rendszerű gyártás. Ez azt jelenti, hogy a gyártást egy jól körülhatárolt részre telepítjük, ahol a valós folyamat a legegyszerűbben megvalósítható. Ezzel a helyigényt minimalizálhatjuk, aminek következtében a mozgások lerövidülnek, kisebbek lesznek a készletek. A harmadik alapelv fontos része a gyártás automatizálása. Itt azt a gyártásautomatizálási formát értjük, amikor a gépsor leellenőrzi minden egyes gépsor legyártása után annak minőségét és leállítja a gyártást, ha hibát észlel. Természetesen

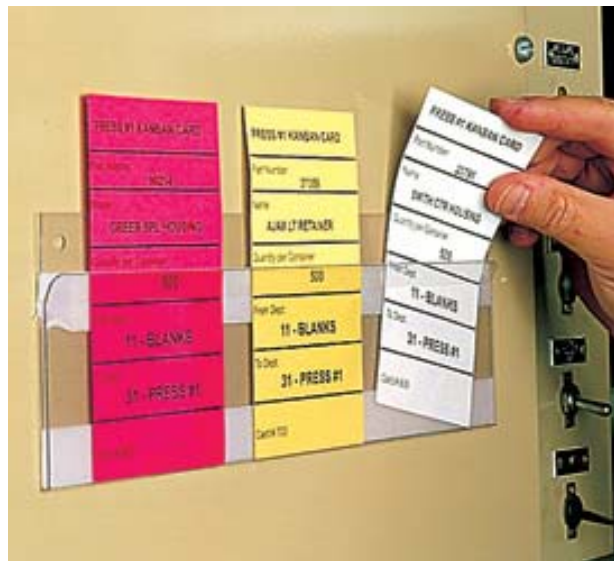
¹¹ Johnson algoritmus lehetővé teszi az olyan sorba rendezési feladatok megoldását, amelyekben n számú munkát kell két, egymást követő munkahelyhez (géphez, berendezéshez) hozzárendelni. Egyes speciális esetekben a feladat $m=3$ -ra is kiterjeszhető. Bár $m>3$ esetén nem használható, rendkívül fontos eljárás, mert alapját képezi a nagyobb feladatokhoz kifejlesztett heurisztikus módszereknek.

ugyanazt várjuk el a folyamatban résztvevő dolgozóktól is. Ez azt eredményezi, hogy hibás félkész termék nem mehet a következő folyamat elembe.

A húzó gyártás.

Az alapelv lényege, hogy a gyártás célja nem a raktárra való termelés, hanem azt gyártunk, amit a vevő most igényel. Ez az elv szintén a Just in Time-ből került a Lean menedzsment figyelemkörébe. Így a vevőt nem a raktárból, a gyártó sor végéről szolgáljuk ki, így megszűnnek a felesleges raktárkészletek, és mindenhol csak annyi erőforrás van, amely a vevői igény kielégítéséhez szükséges. A húzó gyártás ellentétben a toló gyártással, ahol az előre jelzés és nem a vevő igények alapján gyártunk, a vevői igények alapján működik. Minden következő folyamat elem húzza maga után a gyártást, amikor erre a megfelelő jelzést például Kanban¹², megkapja.

A húzó gyártás alapvető feltétele a Kanban alkalmazása. A kifejezés látható jelként fordítható, és azt jelenti, hogy egy termék szükségességét valamilyen látható jel, cédula, papír, lámpa stb., jeleníti meg. A Kanban szerepe persze többszörös: vizualizálja az igényt, miből, mennyit hova, s megakadályozza az anyagihiányt, hiszen előre jelzi annak szükségességét. A Kanbannak köszönhetően csökken a gyártásközi készlet, és megakadályozza a túltermelést is.



6. ábra Kanban kártyák egy munkahelyen

¹² A kanban a „Just In Time” nevű vezetélméleti gyártási rendszerben használatos japán fogalom, melynek szó szerinti jelentése „jel”, vagy „utasítás kártya”.

A kanban tehát egy gyár termelőegységében alkalmazott kézi jelzés-rendszer, mely kártyákat használ valami szükség látható jelzésére. Más eszközök is használatosak erre a célra: vannak akik műanyag jelzőzászlókat (amit kanban kockának hívnak), vagy labdákat (gyakran golf-, vagy pingponglabdákat) használnak valamilyen gyártási mozgás kiváltására. Ilyen mozgás lehet egy gyárban egy segéd-, vagy nyersanyag igénylése, vagy egy félkész termék továbbítása.

Például, mondjuk egy termelési egységben lévő munkapadon két polc van a munkasztal két oldalán. A nyersanyagokat az egyik (bejövő) polcra helyezik, a készterméket pedig a másikkra (kimenő). Ezek a polcok ebben az esetben kanban-ként szerepelnek. A kimenő-polcra helyezett kis zászlócska például jelezheti, hogy a polcon lévő késztermékeket el lehet vinni, vagy a bejövő polcon lévő zászlócska újabb nyersanyagot igényelhet...stb.

A kanban általában valamilyen mértékegységet jelöl, például egy doboznyi készterméket, és ha több doboznyi készült el, akkor a jelek száma jelezheti azt. Ez előnyös lehet az anyagmozgatók számára munkájuk ütemezése szempontjából. "Húzóelv"

A Kanban több fajtája ismert:

- az egyik ilyen a gyártási Kanban, amely azt jelenti, hogy gyártsd le azt, amire holnap lesz szükséged;
- a másik pedig a rendelési Kanban, ami azt jelenti, hogy gyártsd le azt, amit elfogyasztottál.

Természetesen a két eljárásnak létezik integrált változata is. A folyamatok között kialakított tárolóközpont (szupermarket) általánosan két művelet közötti, kismennyiségű, stratégiai készlet tárolását jelenti, amelyből a következő munka állomás lehívja a neki szükséges készleteket. A tárolóközpontban a készletszintet az ütemidő határozza meg.

A stabil működés, tökéletesítés

A stabil működés alapfeltétele, hogy az adott időben ismert legjobb¹³ folyamatelem vagy eljárás kötelező (szabványos) folyamatelemként szerepeljen az anyagáramlási, termelési folyamatban. Ehhez az kell, hogy a folyamat elemnek három lényeges eleme legyen meghatározva:

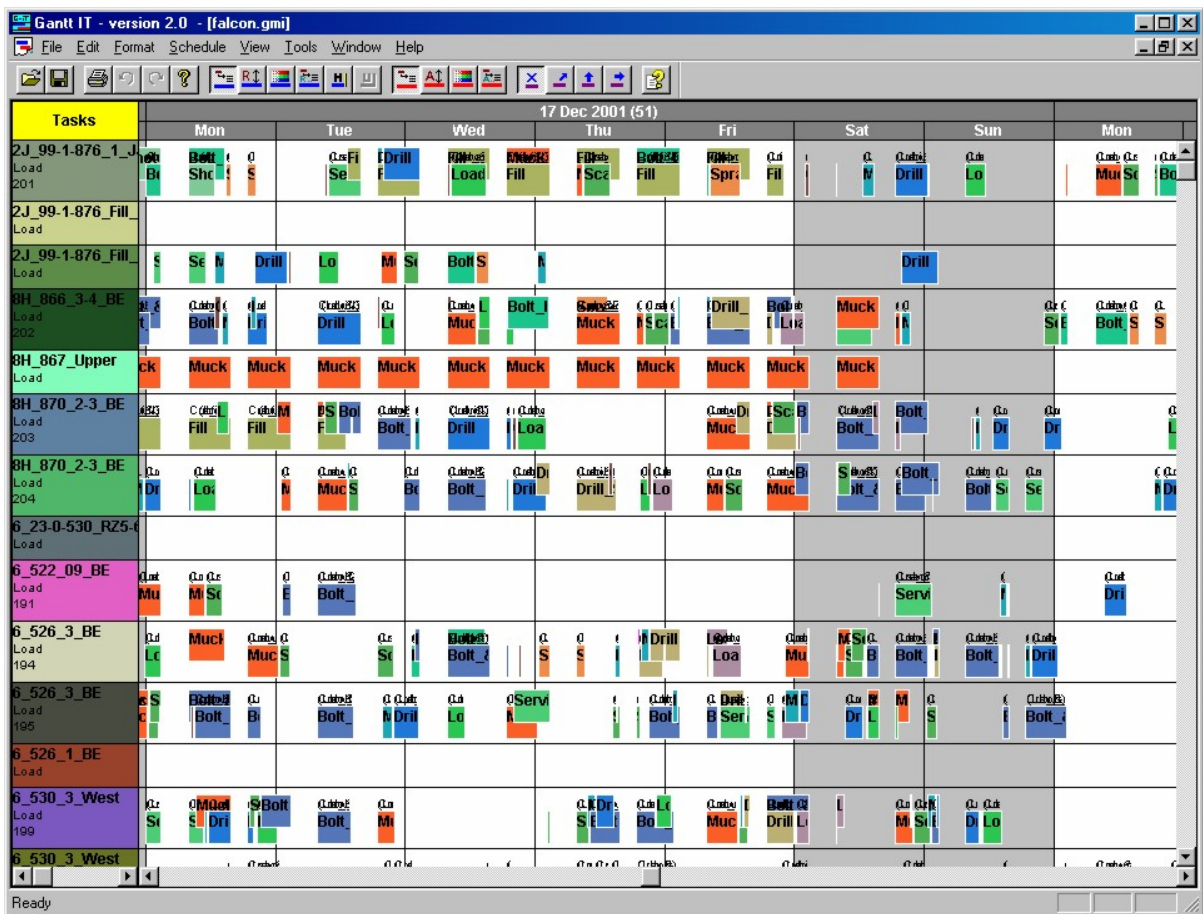
- a műveletre rendelkezésre álló idő ideje (vagyis az ütemidő);
- a benne lezajló műveletek sorrendje;
- a művelet elvégzéséhez szükséges gyártásközi készlet nagysága.

A folyamatelemek szabványosításához termelési kapacitási táblázat kell készíteni, amiben rögzítjük a termelési folyamatelemekben rendelkezésre álló, emberi és technikai erőforrásokról, kapacitásokról meglévő ismereteinket. Ezek után a vevői igények ismeretében már megmondható, hogy pontosan milyen és mekkora technikai és emberi erőforrásra van szükség a feladat elvégzéséhez. Ezután a folyamatelemhez össze kell rendelni (kombinálni) a gépeket szerszámokat, eszközöket, munkavállalókat, ami lényegében megadja a munkavállalók feladat és időbeosztását is. Ezen az úgynevezett kombinációs lapon fel kell tüntetni az egymás utáni munkafolyamatokat, ezek elvégzéséhez szükséges kézi és gépi időket, várakozásokat, majd ezt egy Gantt diagramban célszerű megjeleníteni. A Gantt diagram, más néven vonalas ütemterv különböző szimbólumokkal jelölve megjelenti a különböző munkafázisokat is. A folyamatelem kombinációs lapról ismeretes az egyes munkafázisok folyamatai, egymásutánisága és végrehajtási ideje. Ezek mellett a főként időket és készleteket megjelenítő információk mellett szükség van a munkavégzés térbeli ábrázolására is.

A szabványosított munkalap ennek megfelelően gyakorlatilag a termelő hely egy alaprajza. Ezen az alaprajzon ábrázoljuk dolgozókként az egyes berendezések sematikus ábráját. Feltüntetjük, hogy ott mennyi az előírt gyártásközi készlet, és meghatározzuk a folyamat elem elvégzésére vonatkozó munkautasításokat és ellenőrzési utasításokat is. A Lean tökéletesítésének alapja a japán Kaizen és 5S¹⁴ módszer.

¹³ Ehhez ismerni kell az emberi és technikai erőforrások előírt működését, kereszthatásaik eredményét. [9.]

¹⁴ Az 5S-módszer egy lépésről lépésre követhető tervet takar, melynek célja egy jól szervezett vállalat felépítése.



7. ábra Munkafeladatok ütemezése Gantt diagrammal munkahelyi monitoron megjelenítve (forrás: http://www.multicim.com/us/Planning_and_Scheduling/Our_Tools/Gantt_IT.html)



8. ábra Munkaközi lerakóhely a BASF amerikai gyárában az 5S bevezetése előtt (balra) és után (jobbra). (forrás: <http://www.mepol.org/site170.php>)

Ennek a módszernek az a lényege, hogy egyrészt a munkahelyi környezet megváltoztatásával változást érzünk el a dolgozók viselkedésében, másrészt, hogy a folyamatot standardizálás céljából irányításunk alatt tudjuk. Az 5S-módszer végigfuttatása fontos kiindulási alapot ad a veszteségek bemutatására és kiküszöböléséhez, továbbá megfelelő alapot biztosít a folyamatok fejlesztéséhez is.

A Lean megjelenésével a Kaizen tevékenységek egy új formája jött létre, amely a klasszikus Kaizen folyamatot próbálja időnként kisebb ugrásokkal felgyorsítani. Az összes rendszer alkalmazásának célja a munkahelyi rend a tisztaság, a tisztán tartás, az átláthatóság, a szervezettség, a rendtartás, a munkaterület és az eszközállomány karbantarthatóságának magas színvonalú biztosítása, folyamatos fejlesztése.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] James P. Womack Daniel T. Jones . (1996). Lean Thinking. New York: Simon and Schuster.
- [2] James P. Womack, Daniel Jones, Daniel Roos. (1990). The Machine That Changed the World. New York: Rawson Associates.
- [3] Keszler, R. (2007). leandesign.hu. Letöltés dátuma: 2007. 12 28, forrás: 100 lépés a lean világába: <http://leandesign.hu/content/view/25/39/>
- [4] Kotter, E. (2007/10). A Lean utján haladva. Magyar minőség , 2.
- [5] Petrók, J. (2007 1-2). A Toyota Way. A jövő járműje 2007. , 10.
- [6] Sekine, K. (1999). Cellular Manufacturing Learning Package. Andover, Hants, SP10 5BE, UK: Productivity Press Shopfloor serie.
- [7] Sipos István Husi Géza. (2007). Az emberi tényezők szerepének meghatározása a légijárművek karbantartásának minőségbiztosításában . Debreceni Műszaki Közlemények 2007/1 , HU ISSN 1587 – 9801 , 45.
- [8] Szekernyés, Z. (2007/8-9). Új szemléletmód - LEAN manufacturing a National Instrumentsnél (NI). Magyar minőség , 14.
- [9] Tóth, C. L. (2007/8-9). A Karcsúsított gyártás -A Lean Production A Lean, ahogy én látom. Magyar minőség , 2.

DEVELOPING LEAN PRODUCTION STEP BY STEP

As with most other production philosophies and management practices, lean principles cannot be universally applied. However, because they are fundamentally customer value driven, they are suitable for many manufacturing environments. There are five basic principles of lean manufacturing: understanding customer, value stream analysis, flow, pull, perfection. These five lean principles work together and are fundamental to the elimination of waste.

This paper illustrates how I supports the first steps of lean principles in a factory, using a simple Value Stream Mapping symbols. Value Stream Mapping (VSM) is a visualization tool oriented to the Toyota version of Lean Manufacturing (Toyota Production System). It helps to understand and streamline work processes using the tools and techniques of Lean Manufacturing.