

*A dolgozat szerkesztett formában megjelent a Magyar Minőség
XVI. évfolyam 8-9. szám, 2007. augusztus-szeptemberi számában*

A Karcsúsított Gyártás - a Lean Production (A Lean, ahogyan én látom)

Tóth Csaba László Kaizen Mérnök, Hat Sigma Fekete Öves
GE Hungary ZRt. Energy Divízió, Veresegyház

A Karcsúsított Gyártás, vagy jó magyarossággal a Lean, napjaink legdivatosabb, legtöbbet ígérő, a teljes vállalati felépítményt átalakító vállalatiirányítási rendszerévé kezd válni. Tapasztalataim szerint nagyon sokan alkalmazzák, néhányan kiemelkedő (valós!) eredményekkel büszkélkedhetnek. Mi is ez a Lean? A témában szerzett tapasztalataimat szeretném megosztani a tisztelt Olvasóval, ezért lett írásom alcíme: "A Lean, ahogyan én látom".

A mágikus számok

A Karcsúsított Gyártással foglalkozó irodalmak szerint a módszer használóinak a következő előnyöket ígérik:

- az átfutási idő (lead time) csökkentése (60-90%),
- a gyártásban lévő termékek számának (WIP - Work-in-Process) csökkentése (40-80%),
- alapterület igény csökkentése (75-80%),
- a termelékenység növekedése (50%),
- a minőség javulása (50-80%),
- a karbantartási költségek csökkenése (10-50%),
- a minőség költségek csökkenése,
- a munkaerő igény csökkenése.

A számok valóban lenyűgözőek, és a bemutatott esettanulmányok is azt bizonyítják, hogy a napi gyakorlatban is megvalósíthatóak. Sokan vallják, hogy a XXI. század vállalkozásai nem lehetnek sikeresek a Lean alkalmazása nélkül.

Ebben a rövid összefoglalóban szeretném megmutatni a Lean gyökereit, kialakulásának okait és ismertetném a legfontosabb módszereit és eszközeit.

Mit is jelent a Lean Manufacturing?

A Lean meghatározás Womack-tól és munkatársaitól származik [1], akik a 80-as közepétől tanulmányozták a világ autógyártási rendszerét és annak menedzsmentjét. Ebben az időben az észak-amerikai és a nyugat-európai gyártás nem sokban különbözött a Henry Ford által bevezetett tömeggyártástól. Azt viszont látták, hogy ezek a módszerek már nem

versenyképesek a japán cégek által alkalmazott új módszerekkel. A japánok új rendszerű megközelítését konzekvensen "lean production" néven említették.

Mennyiben különbözött a japán megközelítés a nyugati tömeggyártástól? Magasan képzett, multifunkcionális operátorokkal dolgoztak, egyszerű, de flexibilis eszközöket alkalmaztak, azt készítették, amit a vásárlók kívántak. A Lean megnevezés onnan jött, hogy a gyártóhelyeken a humán erőforrás szükséglet fele volt a megszokottnak, a gyártásokat fele akkora területen valósították meg, még az eszközökbe fektetett pénz is feleződött a klasszikus tömeggyártáshoz képest, és ráadásul az új termékek kifejlesztése is fele annyi idő alatt történt meg. Ennek az új gyártási rendszernek a legmarkánsabb képviselője a Toyota volt.

1978-ban Taiichi Ohno japán nyelven megjelenteti máig alaplűnek tekintett művét a Toyota Termelési Rendszeréről (Toyota Production System - TPS), amelyet 1988-ban angolul is kiadnak [2]. Womack és munkatársaira láthatóan nagy hatással van a könyv, nagyon leegyszerűsítve azt is mondhatjuk, hogy a Lean modelleje a TPS .

Ezért fogalmazznak nagyon sokan úgy, hogy a Lean nem más, mint a Toyota gyártási rendszer alkalmazása a nyugati környezetben. Ez a kijelentés azonban nem teljesen pontos.

Gabriel Pall [3] már árnyaltabban fogalmaz, nem azt állítja, hogy a Lean a TPS alkalmazása, hanem azt mondja, hogy a TPS-n alapuló termelékenységfejlesztési módszer. Megjegyzi azt is, hogy a Leant kezdetben csak a termelésben alkalmazták, de ma már a teljes vállalati struktúrában való elterjesztése a cél.

Hogyan lett a Lean Production-ból karcsúsított gyártás? Szó szerinti fordításban ugyanis karcsúsított gyártás a jelentése, de ez a magyarázat nem igazán fejezi ki a lényegét, ezért a dolgozatban én is inkább a magyarban is meghonosodott Lean kifejezést használom. A számomra legszimpatikusabb megfogalmazás Németh Balázstól származik [4]: „A lean szervezet nem sovány vagy anorexiás, hanem fitt és rugalmas, mentes a felesleges terhektől, jól gazdálkodik az erejével, amelyet edzéssel fejleszt”.

Első közelítésben úgy fogalmazhatunk, hogy a Lean minimalizálja illetve megszünteti a folyamatokban meglévő, nem értéknövelő műveleteket, csak a legszükségesebb erőforrásokat (emberi, gépi, raktározási stb.) használja fel úgy, hogy az adott terméket, szolgáltatást vagy információt a vevő által megkívánt minőségben, árban és határidőre adja át. Ezt a definíciót az elkövetkezőkben tovább pontosítjuk és kiegészítjük.

A Lean megjelenésének, kialakulásának oka

Egy új filozófia, egy módszer sohasem előzmények nélküli, ezért a Lean vagy a Hat Sigma megjelenésének kiváltó oka mindig fontos kérdés volt számomra. A választ Tenner és DeToro [5] könyvében véltem felfedezni. Az USA gazdasága a világ legnyitottabb

gazdasága, melynek kereskedelmi mérleghiánya a 70-es évek közepéig minimálisan ingadozott a nulla szint körül. Ettől kezdve azonban rohamosan nő, a hiány 77-re eléri az 50 milliárd dollárt, a további csökkenést pénzügyi manőverekkel átmenetileg megállítják, de 10 év múlva a hiány már meghaladja a 150 milliárd dollárt. Mi volt a hatalmas hiány oka? Nagy mennyiségű, elsősorban japán termék áramlott be a piacra, az amerikai áruk pedig nem kellettek, mert drágák voltak és a minőségük alatta maradt a japán termékekének. Az USA olyan termékek piacán szorult vissza, amelyekben korábban 80 %-os vagy afeletti részesedéssel bírt, mint például a fényképezőgépek, autók, másolók stb. [6]

Európában sem volt más a helyzet, gondoljunk csak az 1978-as Warren-jelentésre [7] az Egyesült Királyságban, amely megállapítja, hogy a gazdaságban körülbelül a GDP 10 %-t kitevő minőségi kár keletkezik.

Ezekre a kihívásokra választ kellett adni! Európa az ISO szabványsorozat kidolgozásával és 1987-es bevezetésével vette fel a küzdelmet. Majd 1989-ben létrejön az EFQM (European Foundation for Quality Management - Európai Szervezet a Minőségért), és 1991-ben megalapítja az Európai Minőségi Díjat. Az USA-ban ekkor, 1987-ben, indítja útjára a Motorola a Hat Sigma módszertant, amely 20 év után is az egyik legelterjedt minőségügyi irányzat, amely hazánkban mostanában kezd szélesebb körben elterjedni [6]. Ugyancsak 1987-ben hozzák létre a Malcolm Baldrige Díjat.

A nyugati világ már a 70-es évek óta kacsintgatott Japán felé, egyre jobban érzékelve saját bőrén a "japán csoda" reá nézve hátrányos következményeit. Olyan kiváló japán szakemberek váltak világszerte elismertté, mint Kaoru Ishikawa vagy Genichi Taguchi.

A bevezetésben már láttuk, hogy Womack és munkatársai - jelentős állami segítséggel - egy új, mélyebb és sokrétűbb kutatást indítottak a japán ipari menedzsment megismerésére 1984-85-ben. 1990-ben bevezetik a Lean fogalmát.

Japán is felismeri az ipari menedzsment rendszere utáni érdeklődést, szélesre tárja kaputit, állami és magánalapítványokat hozott létre, hogy ezek segítségével a külföldiek a helyszínen tanulmányozhassák a japán módszereket.

Egy ilyen alapítvány az AOTS (Association for Overseas Technical Scholarship), amelynek szervezésében 1990 óta több ezer kelet-közép-európai szakember járt tanulmányúton Japánban (ebből 538 magyar!) [8].

1987. magyar szempontból is igen jelentős év volt, hiszen ekkor kezdi meg tevékenységét hazánkban Shoji Shiba professzor és alapítja meg az IIASA-Shiba Díjat, amely a japán Deming és az amerikai Baldrige Díj után a világ harmadik minőségdíja. (IIASA - International Institute for Applied System Analysis - Nemzetközi Alkalmazott Rendszerelemzési Intézet)

A magyar kitérő után térjünk vissza a Leanhez! Láthatjuk, hogy az események több szálon futnak. A Lean (az új menedzsment rendszer) már elfogadottá vált, sőt divattá kezd válni. Ez eredményezi azt, hogy "aki valamit ad magára" az elkezd a Leannel foglalkozni,

nagyon "tudományos" munkák is születnek, bonyolult - még a Six Sigmánál is matematizáltabb - elméleteket és egyenleteket állítanak fel, csak lássa a világ, hogy mennyire értünk hozzá. (Lehet, hogy nem olvasták Ohno-t?) Sajnos, ez a folyamat a mai napig nem szűnt meg! A lényeg azonban az, hogy a TPS Lean néven teret nyert a világban, még ha nem is olyan formában, mint ahogyan azt kitalálták, művelték és folyamatosan fejlesztik.

A Japán/Toyota Termelési Rendszer

Japán már 1921-22-ben elküldi szakembereit az USA-ba és az Egyesült Királyságba, hogy tanulmányozzák a nyugati módszereket [9]. A kapcsolatok azonban a világháború következtében megszakadnak. A háború után Japán újjáépítése a győztes hatalmak érdeke is, hisz a gyors talpraállás segíthet az addigi társadalmi struktúrák demokratizálásában, ezért tevékenyen segítik a szigetországot. Így kerül sor Eiji Toyoda (1967 és 82 között a Toyota Motor Company elnöke) detroiti látogatására a Ford legnagyobb és legkomplexebb üzemében. Hazatérve, megbeszéli a tapasztalatait Taiichi Ohno-val (a gyártásszervező zsenivel), vagyis ekkor született meg a Toyota Production System.

Felgyorsítja a fejlődést a XX. század két legnagyobb minőségügyi gurujának, Demingnek és Jurannak a Japánban végzett több éves munkássága is. "A japán minőséget nem Deming és jómagam csináltuk, amit mi tettünk, csak az volt, hogy megadtuk a kezdőlökést és a helyes irányba tereltük a japánokat" - mondta Juran [10]. Termékeny talajra hullt a mag.

A japán menedzsment rendszernek Okada professzor idézett előadása [9] alapján három nagy pillére van (amit egyszerűen a Japán Szentháromságnak szoktam említeni):

- az élethosszig tartó foglalkoztatás,
- a szenioritás elvén alapuló javadalmazás és előmenetel,
- a társaságon belüli konszenzus a munkaadó és munkavállalók között.

Okada megemlíti egy negyediket is, az úgynevezett jóléti vállalatokat, ami annyit jelent, hogy a vállalat a dolgozóiknak és családtagjaiknak széleskörű lehetőségeket biztosít a mindennapi megélhetéshez és a szabadidő eltöltéséhez.

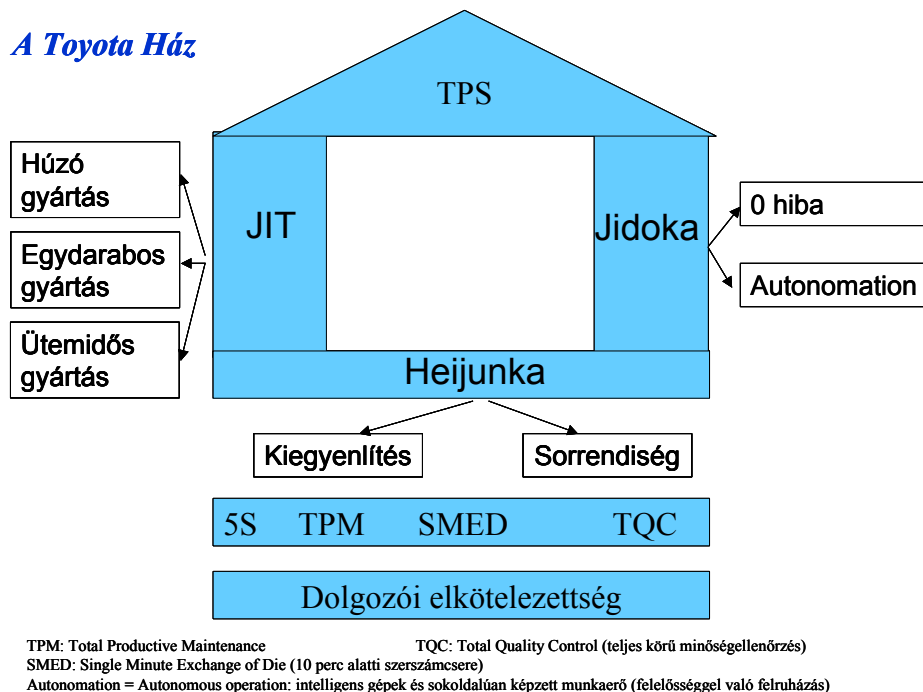
Ilyen előzmények és társadalmi meghatározottságok után jön létre a speciális Japán Menedzsment Rendszer, amelyről azt mondhatjuk, hogy egy, a miénktől eltérő kulturális alapokon nyugvó, hosszú idő alatt kialakult filozófia tárgyasulása, amely nem vált dogmává, hanem folyamatosan fejlődik. Célja, hogy a gazdaságban minél több hozzáadott értéket termeljenek, ezáltal növeljék a társadalmi igazságosságot és valamennyi szereplőjének boldogabb jövőt biztosítsanak. Mint már említettük, ennek legmarkánsabb képviselője a Toyota.

E kis szociológiai kitérő után térjünk vissza Taiichi Ohno-hoz. Könyvében [2], a belső borítón egy időskálán láthatjuk a TPS egyes elemeinek, módszereinek fejlődéstörténetét [11]. Csupán néhány példa ízelítőül:

- Just-in-Time (JIT - a megadott időre) indul 1949,
- gyártáskiegyenlítés kezdete 1950,

- gyors szerszámcsere még az órás időskálán 1945-től,
- a vizuál menedzsment bevezetésének kezdő időpontja 1950,
- 2 gépes kezelés, párhuzamos vagy L-alakú elrendezés már 1947-től.

A Toyota Gyártási Rendszert egy házzal szokták jellemezni, amelynek alapja a Heijunka, azaz a termelés egyenletessé tétele, pillérei a JIT és a Jidoka (a hibamentes gyártás megvalósítása). De a ház nem igazán stabil, ha nincs meg a teljes, minden szintű elkötelezettség. A biztonságot fokozza az olyan ismert módszerek alkalmazása, mint az 5S, a TPM (teljeskörű hatékony karbantartás) vagy a SMED (10 perc alatti szerszámcsere).



1. ábra: a Toyota Ház, a TPS struktúrája

Ohno szerint a legnagyobb probléma az, hogy a folyamatokban nagyon sok olyan elem, lépés, technológiai megoldás található, amelyek semmilyen kapcsolatban sincsenek a vásárlók szükségleteinek kielégítésével.

Ennek alapján egy folyamat teljesítménye a következő egyszerű egyenlettel írható le:

$$\text{Összes munka} = \text{hasznos munka} + \text{haszontalan munka}$$

A haszontalan munka három fő típusát tudjuk megkülönböztetni, ezeket a 3Mu-nak szoktuk nevezni, utalva a szó japán eredetére:

- MUDA: a folyamatokban keletkező veszteségek,
- MURI: a folyamatokban található természetellenességek, ésszerűtlenségek,
- MURA: a folyamatokban meglévő egyenlenségek, kiegyensúlyozatlanságok.

A mudáknak, a veszteségeknek - Ohno szerint - 7 fő okát azonosíthatjuk:

- túlermelés: nem a vevői igényeknek megfelelően gyártunk, rátartunk, stb.,
- várakozás: nem áll rendelkezésre az adott pillanatban a szükséges anyag, gép vagy információ,
- szállítás: a munkaerő, az anyag, a szerszámok felesleges szállítása,
- rossz/felesleges/túlszervezett folyamat: többszöri ellenőrzés, rossz tűrések,
- készletek: mind nyersanyagból, félkész termékből, szerszámokból igen nagy (adott pillanatban szükségtelen) készleteket halmozunk fel,
- felesleges mozgások/mozgatások: a rosszul kialakított munkahelyeken ide-oda mozog az anyag, a szerszám és a dolgozó,
- selejt: a megelőzés helyett ellenőrzés, sok a javítás, újramegmunkálás.

Nagyon sokan megemlítenek egy nyolcadik veszteségforrást is, ami a ki nem használt, de rendelkezésre álló humán erőforrást jelenti. Nem vesszük figyelembe a meglévő szellemei kapacitást, szaktudást. Nem állítjuk szolgálatunkba az emberben természetesen meglévő jobbítás iránti igényt.

A Lean alapelvei

Womack és Jones folytatták munkájukat a Lean témakörben, és először 1996-ban jelenik meg "A lean gondolkodás" című könyvük, amit 1998-ban újra kiadnak [12]. Általános definíciót adnak a veszteségre: "minden olyan tevékenység, amelyik nem állít elő értéket". Úgy fogalmazzuk, hogy az "alapelvek alapelve" a változásra való elkötelezettség és a veszteség minimalizálás. Ez lefordítva egy vállalkozásra azt jelenti, hogy a megfelelő dolgot kell előállítani, a megfelelő helyen, a megadott időre és a megfelelő mennyiségben, természetesen mindezt elsősorban (további kísérletek, késések nélkül). Véleményük szerint a Lean gondolkodás öt alapelvben foglalható össze, ezek a következők:

- pontosan specifikáljuk egy adott termék *értékét*,
- minden egyes termékre azonosítsuk az *értékfolyamot*,
- az érték *folyamatosan haladjon* előre, megszakítás nélkül,
- az értékfolyamot a vásárló igénye *húzza*,
- törekedjünk a stabilitásra és a *tökéletességre*.

A karcsúsított gyártással foglalkozó könyvek, előadások az alapelvek lefektetése után az egyes eszközöket, módszereket ismertetik (kan-ban, JIT, TPM, 5S, stb.), leginkább konkrét példákkal, amelyek az alkalmazás szempontjából igen fontosak és hasznosak. Eddig még nem találok olyan tárgyalásmóddal, ahol az alapelvek mögé próbálják besorolni a karcsúsított gyártás eszközeit, módszereit. Ennek az is lehet az oka, hogy egy ilyen tárgyalásmód nem lesz összhangban a Toyota-házzal.

Hosszas gondolkodás után jutottam arra az elhatározásra, hogy megkísérlem az alapelvekre, mint vezérfonalra támaszkodó tárgyalást. A célom az, hogy megmutassam, az alapelveket milyen módon tudjuk a gyakorlatban realizálni.

Az egyes módszerek, eszközök nem csak egyetlen alapelv részei lehetnek, ezeket azok mögé próbáljuk besorolni, amelyre véleményünk szerint a legnagyobb hatással vannak. Más alapelveknél csupán megemlítjük őket. Biztosak vagyunk abban, hogy a tisztelt Olvasó még további variációkat fog felfedezni, amikor átgondolja a dolgokat, de leginkább akkor, amikor konkrét napi munkájában is alkalmazni fogja a megismerteket.

1. alapelv - Az érték

Elemek:

- *Mit akar a vevő?*
- *Az érték fogalma*
- *A veszteségek okai*

Mit szeretne a vevő? A válasz egyszerű, olyan terméket/szolgáltatást/információt, amelynek minősége kielégíti valós és látens elvárásait, megfelelő áron jut hozzá és az általa megkívánt időpontban áll a rendelkezésére. Vagyis az árunak értéke csak a vevő szempontjából van, és annyi az értéke, amennyire kielégíti a vásárlói - előbb említett - kívánalmakat.

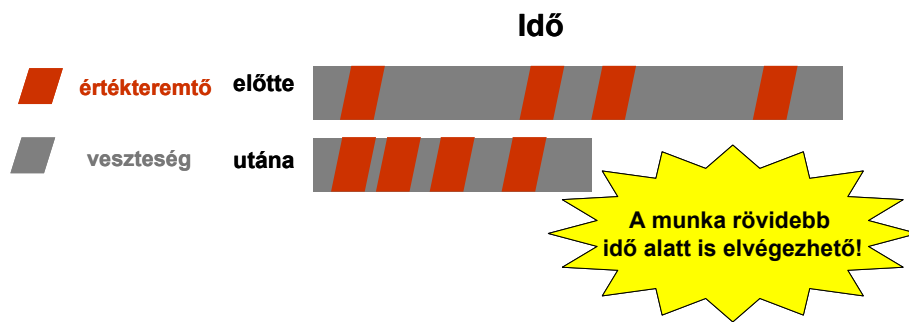
Definíció szerint értékteremtő (a hozzáadott értéket növelő) tevékenységnek nevezzük azt, amikor az anyag/szolgáltatás/információ a vevő elvárásainak megfelelően változik a folyamatban.

Még egyszerűbben, hozzáadott értéket növelelő tevékenység az, amikor az "áru" valamilyen mérhető (pl. fizikai, kémiai vagy informatikai - formai - vagy tartalmi - funkció) változáson megy át.

Ennek megfelelően, nem növeli az értéket az a tevékenység, amely az eladó erőforrásainak felhasználásával jár (pl. anyagmozgatás), de az áru funkciójának megváltozásával nem jár.

A nem értékteremtő folyamatlépéseket két kategóriába sorolhatjuk, szükséges és szükségtelen veszteségekre. Szükséges, de értéket hozzáadó nem adó tevékenység az alkatrészek szállítása, első bekapcsolás a funkció ellenőrzésére stb., ezekkel együtt kell élnünk, de törekednünk kell ezek részarányának csökkentésére. Szintén értéket hozzá nem adó tevékenység, de szükségtelen, ha az alkatrészek szállítását több lépcsőben, több operátor igénybevételével oldjuk meg, a funkció vizsgálatára egyedi, redundáns módszereket használunk.

A cél, a nem értéket hozzáadó tevékenységek minimalizálása illetve eliminálása. A folyamat megértését segítheti a 2. számú ábra.



2. ábra: az értékteremtő folyamatok arányának növelése

Meglepő, de sajnos igaz, hogy folyamataink teljes időszükségletének több mint 90 %-ban nem értékteremtő munkát végzünk.

Vizsgáljuk meg a veszteségek keletkezésének lehetséges okait, csak röviden összefoglalva:

- az elvárások nincsek világosan definiálva,
- a humán faktor hatása túl nagy (tévedések),
- a folyamatok és rendszerek nem hibamentesek,
- a folyamatok tér- és időbelisége nem optimalizált,
- az átállítási és/vagy szerelési idő túl hosszú,
- a berendezések és szolgáltatások kapacitása túl variábilis,
- a tervezés és/vagy ütemezés hiánya,
- nem áll rendelkezésre az anyag/eszköz/szolgáltatás/információ.

Kifogásolható:

- munkamódszerek (elavult gépek, berendezések, stb),
- morál, fegyelem (számonkérés, jutalmazás, stb),
- információáramlás (eseti, nem szabályozott),
- a karbantartás minősége (csak reaktív karbantartás),
- a beszállítók megbízhatósága (idő, minőség, összetétel).

2. alapelv - Az értékfolyam/értékáram (Value Stream)

Elemek:

- *Az értékáram*
- *Értékáram elemzés*

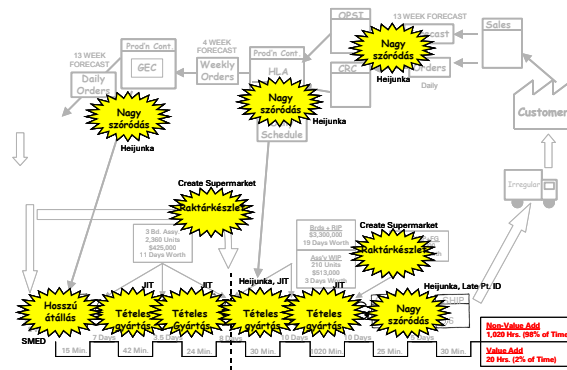
Megint kezdjünk egy definícióval. Az értékáram mindazon tevékenységek összessége, amelyek szükségesek az alapanyagok és információk termékké/szolgáltatássá/információvá történő átalakításához és a vevőhöz való eljuttatásához.

Elemi:

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

Az értékáram elemzés grafikusán szemlélteti, vizualizálja az információ és az anyagáramlást, segít a veszteségek azonosításában, és fejlesztési irányok kijelölésében.

Az értékáram elemzés, a folyamatérképezéshez hasonlóan, szabványos jeleket használ a folyamatok feltérképezésében, de a folyamatokra egyszerű szimbólumain kívül külön jelöli az anyag és információáramlást, tartalmazza a folyamatlépések aktuális mérőszámait és külön kijelöli azokat a pontokat, ahol a karcsúsító műveleteknek létjogosultsága van. A 3. számú ábrán egy értékáram térképet mutatunk be.



3. ábra: egy értékáram elemzés

A témát kimerítően tárgyalja Rather és Shook könyve [13].

3. alapelv - A folyamatos áramlás

Elemek:

- Az ütemidő
- Heijunka
- Egy darabos áramlás
- Cella rendszerű gyártás
- Jidoka

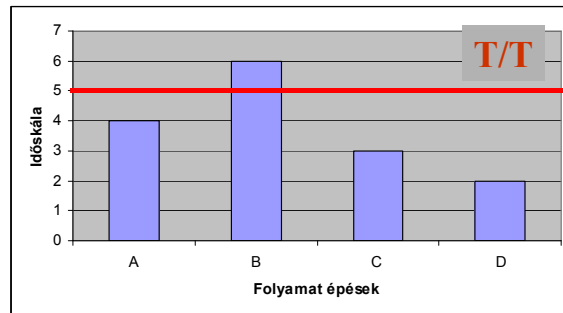
A lean harmadik alapelve arra utal, hogy a termék-előállítási folyamatnak nem szabad megállnia - semmilyen okból sem - mert az már muda. Hogyan tudom ezt elkerülni?

Az első, a legfontosabb dolog, hogy tudjam, a vevő igény alapján, hogyan ütemezzem a termelést, hogy a megadott időre vevőm megkapja az árut, de felesleges raktárkészletet se halmozzak fel. Ebben segít az **ütemidő**, vagy taktusidő (takt time) kiszámítása. Ehhez csak a vevői igényt és a rendelkezésre álló időkeretet kell tudnom. A ütemidő definíciója:

$$\text{Ütemidő (T/T)} = \frac{\text{rendelkezésre álló idő}}{\text{vevői igény}} = \frac{75 \text{ óra}}{15 \text{ db}} = 5 \text{ óra/db}$$

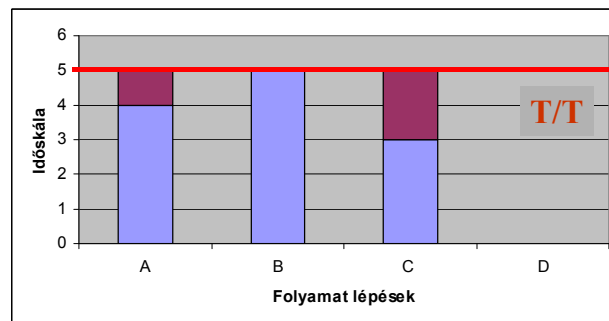
Ez azt jelenti, ha a vevőm egy hét múlva kéri a 15 db árut, vállalkozásomban heti 5 nap és naponta 2 műszak áll a rendelkezésre (műszakonként 7.5 óra effektív idővel számolva), akkor 5 óránként egy darab készterméknek kell elkészülnie.

Az ütemidőt a teljes folyamat minden egyes lépésére meghatározzuk, ezt látjuk a 4. ábrán.



4. ábra: az ütemidő az egyes részfolyamatokban

Megállapíthatjuk, hogy a folyamat egyes lépései nincsenek kiegyensúlyozva, a vevői igények kielégítése nem látszik problémamentesnek. Ebben segít a Toyota ház egyik pillére a **Heijunka**. Klasszikus kaizen elveket alkalmazva, egyes lépéseket átcsoportosítunk, másokat megszüntetünk vagy egyszerűsíthetünk, a folyamatlépéseket úgy alakítjuk, hogy mindegyik megfeleljen az ütemidőnek, így a folyamatban meglévő mudákat megszüntethetjük. Ezt látjuk az 5. számú ábrán.

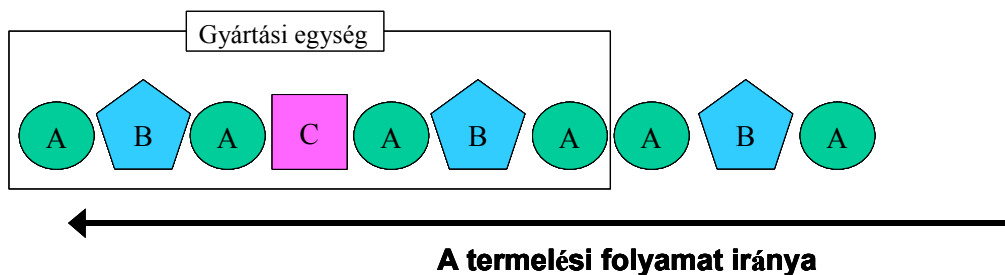


5. ábra: az ütemidő alapján kiegyensúlyozott folyamat

A kiegyensúlyozás egyik nehezebb, de a napi gyakorlatban általánosan előforduló problémája, hogy a vevők egy adott gyártási periódus alatt különböző termékösszetételt kívánnak, amelyet ugyanon gyártósoron tudunk elkészíteni. A veszteségek elkerülése

érdekében a gyártósorra meg kell határozni az optimális szekvenciát, azaz milyen sorrendben kell gyártásba venni az egyes termékfajtákat. Lássuk a 6. számú ábrát!

Termék	Termelési terv	Ütemidő
A	240 db	2 min
B	120 db	4min
C	60 db	8 min



6. ábra: a termelési folyamat kiegyensúlyozása változó termékösszetétel esetén

A gyártás folyamatosságát nagy mértékben befolyásolja, hogy a termelés milyen tétel nagyságokra van optimalva. Általánosságban elmondhatjuk, hogy a nagyobb tételek esetén az átfutási idő hosszabb, a raktárkészletek nagyobbak és mindez igen nagy gyártó és raktározási területigényt is kíván. A megoldás az **egy darabos áramlás**, ami **one-piece-flow** néven ismeretes.

Az egy darabos gyártás megvalósítása azonban feltételeket is szab, multifunkcionális dolgozókkal kell rendelkezni, képesnek kell lenni a gyors termékváltás által igényelt gyors átállásokra, a munkafolyamatoknak szabványosítottaknak kell lenniük, beleértve ezek világos és érthető dokumentáltságát, és ezek elérhetőségét.

De mit lehet tenni abban a helyzetben, amikor a késztermék 10-20 teljesen hasonló részegység összeszereléséből jön létre? Ekkor egyetlen rendelésen indítják a pl. 15 darab részegységet. Azonban, ha egyetlen darab nem felel meg az előírásoknak, akkor annak a gyártását újra kell indítani, a maradék 14 db szükségtelenül várakozik. Itt is a one-piece-flow a megoldás, bármennyire is furcsa. Vágjuk ketté a folyamatot, első része a részegységek gyártása egy darabos áramlással (illetve értelmes mennyiségben- mondjuk szállítási egységenként), majd a kész részegységek egy szupermarketbe kerülnek, ahonnan az összeszerelés, mint a folyamat második része hívja le őket, és készíti el a végterméket. Ezzel ez egy (vagy néhány) darabos gyártással a tételgyártáshoz képest jóval kisebb raktárkészlet szükséges, azaz a one-piece-flow még ezekben az esetekben is alkalmazható.

Az egy darabos gyártás megvalósításának egyik legnagyobb gátja nem a folyamatban résztvevő szervezetek illetve azok személyeinek a módszer alkalmazásával szembeni ellenállása, hanem a vállalatirányítást segítő(?) MRP szoftverek rugalmassága. Sok esetben a szoftverváltás költsége többszörösen meghaladja az áttérésből adódó nyereséget (bár hosszabb távon mindenképpen előnyös lenne a változtatás). Ez irányú tapasztalataimat vezető magyar szakértők is megerősítették [14].

A folyamatos gyártás megvalósításának egy újabb lehetséges módja a **cella rendszerű gyártás**, ami 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, kisebb készletekkel kell dolgoznunk, kevesebb, de jobban képzett operátorra van szükségünk. Amellett, hogy a dolgozók személyesen is profitálhatnak a több munkafolyamatra való alkalmasság eléréséből, nő közöttük az együttműködési készség. A multifunkcionalitás elterjedése a kaizen eredményességét és hatáskörét is kiterjeszti.

A harmadik alapelv, a folyamatos gyártás tárgyalásakor ismereteket szereztünk az alap, a **Heijunka** természetéről és módszereiről. Úgy gondoljuk, hogy ezen alapelv attribútuma a Toyota (vagy Lean) ház jobboldali pillére, a **Jidoka** is.

A **Jidoka** angol megfelelője az automation összetétel, amely az autonom[ous oper]ation szavakból ered. Az automatizálás egyik formája, amelyben a gépsor ellenőriz minden egyes terméket, annak legyártása után és leállítja a gyártást, ha hibát észlel. A Toyota kiterjesztette a jidoka jelentését arra, hogy az tartalmazza az összes dolgozó felelősségét a hasonlóan végzett munkafeladatok ellátása területén, ellenőrizve minden legyártott terméket és a hiba észlelése után további terméket nem készítenek addig, amíg a hiba okát meg nem határozták és nem javították azt ki. A lényeg, hibás termék nem mehet a következő folyamatba. "Állítsuk meg a folyamatot, hogy soha ne kelljen megállnia" - mondta Ohno.

4. alapelv - A húzó gyártás

Elemek:

- *JIT (Just-in time)*
- *A toló gyártás*
- *A húzó gyártás*
- *Kan-ban*
- *Szupermarket*

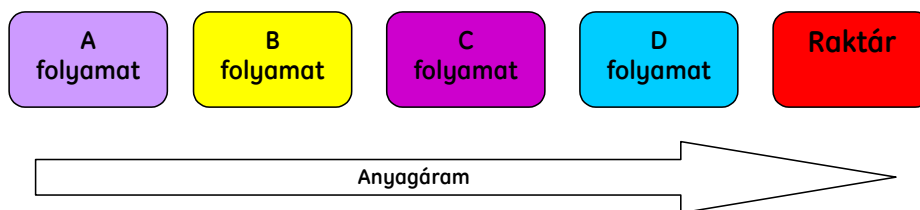
A 4. alapelv lényege, hogy a gyártás célja nem a raktárra történő termelés, és majd onnan elégitjük ki a vevőket, hanem az, hogy a gyártás a vevő igényei szerint történik, nincs felesleges raktárkészlet.

A **Just-in-time** a Toyota-ház egyik pillére, azt jelenti, hogy a tevékenységet a vevő igénye vezérli, csak azt gyártjuk, amit a vevő kér, ezért mindenhol csak annyi erőforrás van, ami a vevői igény kielégítéséhez szükséges.

Just-in-time lényege, hogy a szükséges anyag/erőforrás/információ, a szükséges helyen, a szükséges mennyiségben, a megadott minőségben, a vevő (akár külső, akár belső) által megkívánt időpontban a rendelkezésre áll.

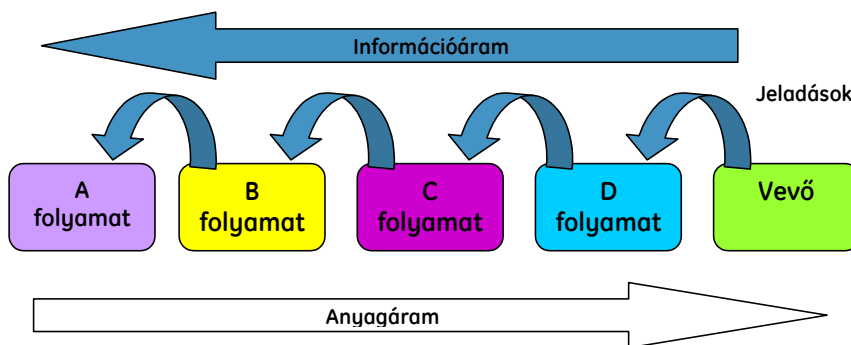
Megvalósításához szükségesek egyes már ismert módszerek, de újak bevezetése is szükséges, húzó gyártás, egy darabos gyártás, ütemidős gyártás (heijunka, szupermarket, kan-ban, cella rendszer, SMED).

A **toló gyártás rendszere** azt jelenti, hogy a gyártás előrejelzés (nem vevői igény) alapján történik, az erőforrásokat betoljuk a rendszerbe, és a termék előállítása mindaddig folyik, amíg az erőforrások rendelkezésre állnak. Mivel nem a vevői igény dominál, nő a felesleges készlet. Ha valamelyik folyamatlépésben probléma lép fel, feltorlódnak a készletek. A toló gyártás menetét láthatjuk a 7. ábrán.



7. ábra: a toló gyártás folyamata

A **húzó gyártás rendszere** pontosan ellentétesen működik, a gyártás vevői igény alapján történik, a következő munkaállomás húzza maga után a gyártást, amikor erre a megfelelő jelzést (pl. kan-ban) megkapja. A kezdő jel a vevői igény megjelenése. Ez mutatjuk be a 8. ábrán.



8. ábra: a húzó gyártás folyamata

A húzó gyártás alapfeltétele a **kan-ban** alkalmazása. A kifejezés "látható jel"-ként fordítható. Ötletét Ohno egy amerikai szupermarketből vette, ahol az áruhoz tartozott egy kis azonosító, amit a pénztáros levett és gyűjtött. A raktáros időnként megnézte az azonosítókat, és ha megfelelő számú összegyűlt, akkor a raktárból feltöltötte a polcokat.

A kan-ban szerepe többszörös, vizualizálja az igényt (miből, mennyit, hova), megakadályozza az anyagihiányt, csökkenti a gyártásközi készleteket, megakadályozza a túltermelést.

A kan-ban kezdetben kártyaként indult, de manapság már nagyon sok ötletes formája létezik.

A kan-ban több fajtáját ismerjük, egyik ilyen a **gyártási kan-ban**, amikor a gyártás elindítására vagy befejezésére használják, a másik **rendelési kan-ban**, amikor a folyamatos anyagellátásra használják, és természetesen létezik az integrált változat is.

A **szupermarket** általánosan két művelet közötti (kis) mennyiségű - stratégiai - készletet jelent, amelyből a következő munkaállomás "húz". A szupermarketek készlet szintjét az ütemidő határozza meg.

5. alapelv - Stabil működés/Tökéletesítés

A stabil működés alapja:

- a szabványosított munkafolyamat (Standard Work)

A **szabványosított munkafolyamat** az adott időben ismert legjobb folyamat vagy eljárás, ahol az emberi és technikai erőforrások előírt működése és keresztthatásaik eredménye bármikor ismételhető, és ezáltal a folyamat maximális termelékenységére biztosítható. A szabványosított munkafolyamatnak három lényeges eleme van:

- ütemidő,
- műveleti sorrend,
- szabványosított gyártásközi készlet (Standard Work-in-Process - SWIP).

A munkafolyamat szabványosításának három fő eleme van:

- termelési kapacitás táblázat (Production Capacity Table),
- szabványosított munkafolyamat kombinációs lap (Standard Work Combination Sheet),
- szabványosított munkalap (Standard Work Sheet).

A **termelési kapacitás táblázat** elkészítésének az a célja, hogy valós képet kapjunk a termelési munkafolyamatokban rendelkezésre álló emberi és technikai erőforrások kapacitásairól. Ezek után a vevői igények ismeretében (ütemidő kiszámítása) már megmondható, hogy pontosan milyen és mekkora technikai (gépi) és emberi (operátorok száma) forrás szükséges a feladatok elvégzéséhez.

A *szabványosított munkafolyamat kombinációs lapot* operátoronként készítjük el, tehát nem más, mint az operátor munka és időbeosztása. Feltüntetjük az egymás utáni munkafolyamatokat, ezek elvégzéséhez szükséges kézi és gépi időket, várakozásokat, majd ezt Gantt-ábra szerűen vizualizáljuk, külön szimbólumokkal jelölve a különféle munkafázisokat.

Míg a szabványosított munkafolyamat kombinációs lap az egyes munkafázisok folyamatát, egymásutániségát az idő függvényében írja le, addig a *szabványosított munkalap* ugyanezt az alaprajzon ábrázolja. Ezt is operátoronként készítjük el, az egyes berendezések sematikus alaprajzán még azt is feltüntetjük, hogy ott mennyi az előírt gyártásközi készlet.

Itt nem beszélünk róla, de a szabványosított munkafolyamatnak szerves részei a folyamat elvégzésre vonatkozó munkautasítások és ellenőrzési utasítások stb. is.

A tökéletesítés alapjai:

- *Kaizen*
- *5S*

Kaizen - a Lean elterjedése óta ezt a japán kifejezést használják ma már minden fejlesztésre, függetlenül annak tartalmától, eltérve annak eredeti jelentésétől. A kai (változtatás) és a zen (jó) szavakból keletkezett és folyamatos, kis lépésekben történő fejlődést, fejlesztést jelent.

A KAIZEN egy filozófia, Masaaki Imai, akit a KAIZEN atyjának tekintünk úgy fogalmazta meg, hogy "folyamatos, véget nem érő fejlesztést jelent, a "kis dolgokat" jobban csinálni, kitűzni - és elérni - az egyre magasabb színvonalat". [15], [16], [17].

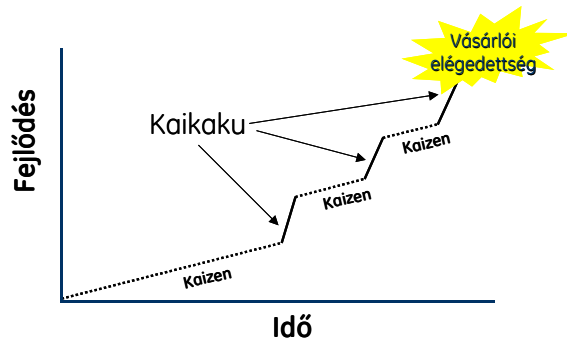
A karcúsított gyártáson belül a mai gyakorlatban a kaizen alkalmazásának két eltérő vonalát tudtam azonosítani:

- klasszikus kaizen,
- Lean kaizen.

A klasszikus kaizen kategóriájába sorolom a dolgozók bevonásának kétféle módját:

- egyéni kaizen: egy egyéni dolgozói javaslati rendszer keretein belül,
- csoportos kaizen: ami az Ishikawa által a 60-as években bevezetett minőségi körökön alapuló, kezdetben feladatorientált, majd önállósuló, irányított dolgozói kezdeményezés.

A Lean megjelenésével a kaizen tevékenységnek egy új formája jött létre (a TPS-ben nem is létezett), amely a klasszikus kaizen folyamatot próbálja időnkénti kisebb ugrásokkal felgyorsítani. Ezt különböző elnevezésekkel illetik - kaikaku, Kaizen-blitz, Kaizen Workshop, Lean Action Workout. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy egy probléma megoldására kisebb, 5-7 fős csapatokat szerveznek, amelyek megfelelő előkészítés után - általában egy héten keresztül - csak az adott problémával foglalkoznak. A csapatokban egyaránt részt vesznek operátorok, mérnökök, nagyon gyakran a területet nem mélységében ismerő szakemberek is. Ezt próbáljuk bemutatni a 9. ábrán.



9. ábra: A kaizen

A General Electric alkalmazza a kaikakunak - nevezzük továbbra is így - egy speciális formáját, az úgynevezett Shingi AWO-t (shingi - better way - jobb/hasznosabb út), amikor egy japán szakértő, a sensei (tanító) segíti tanácsaival a különféle problémák megoldásán dolgozó csoportokat.

Véleményem és tapasztalataim szerint, ha az ilyen események jól előkészítettek, akkor valóban komoly eredményeket hozhat egy ilyen megmozdulás és jól kiegészíti a klasszikus kaizen tevékenységet.

Fontos azonban azt is észrevenni, hogy a kaikaku csak egy eszköze a lean tevékenységnek. Azoknál a vállalkozásoknál, ahol a Lean alkalmazás csupán erre épül (sajnos láttam már ilyen is), ott nem értették meg a Lean lényegét, és természetesen a pozitív irányú változások is elmaradnak.

Az **5S-rendszer** alkalmazásának célja a munkahelyi rend, a tisztaság, a tisztántartás, az átláthatóság, a szervezettség, a rendtartás, a munkaterület és az eszközállomány karbantartottságának magas színvonalú biztosítása, folyamatos fejlesztése. Az 5S elemeinek jelentéstartalma:

- SEIRI: a szükségtelen dolgok eltávolítása a munkaterületekről,
- SEITON: a tárgyak és eszközök helyének meghatározása és jelölése,
- SEISO: a munkahely tisztaságának biztosítása,
- SEIKETSU: az első 3S szabványosítása és fenntartása,
- SHITSUKE: jó munkamorál, fegyelem, nevelés, folyamatos fejlesztés.

Az 5S előnyeit az alábbi 10 pontban lehetne összefoglalni:

1. A kevesebb baleset növeli a biztonságot!
2. A zéró hiba magasabb minőséget hoz!
3. A nulla veszteség alacsonyabb költséget jelent!
4. A kevesebb meghibásodás növeli a gépek jobb kihasználását!
5. A nulla átállási idő szélesebb termékválasztékot hoz!
6. Az időre történő szállítás magasabb megbízhatóságot jelent!
7. A nulla reklamáció nagyobb bizalmat és hitelt hoz!
8. A nulla deficit a társaság növekedését hozza!
9. Hozzájárul a szervezet aktivizálásához és a morál javításához!
10. Elősegíti a vállalat arculatának és hírnevének javítását!

Már a Toyota-ház esetében is láthattuk, hogy az 5S alkalmazása szinte elengedhetetlen a karcsúsított gyártás eredményes műveléséhez. A módszer eléggé elterjedt már hazánkban is, ezért, valamint amiatt, hogy részletesebb kifejtése meghaladja e cikk kereteit, csupán néhány ezzel kapcsolatos irodalomra utalunk. [18], [19], [20], [21]

A tökéletesítés eszközei:

- *Teljeskörű hatékony karbantartás (TPM)*
- *Gyors átállás*
- *A vizuális kontroll (Visual Management)*
- *Hiba elleni védelem (Poka-Yoke)*

A **teljeskörű hatékony karbantartás** (TPM) célja, hogy a folyamatokban alkalmazott berendezések a folyamat egésze alatt biztonságosan üzemeljenek, megszakítás nélkül legyenek képesek az elvárt szinten biztosítani a folyamat kimenetének minőségét.

Egyszerűbben a cél az, hogy a folyamatban ne legyen meghibásodás, leállás, ne legyen selejt, ne legyen baleset, vagyis minden lehetséges veszteséget a nullára kell csökkenteni.

A TPM alkalmazása megköveteli a termelési, a fenntartási és adminisztrációs rendszer fejlesztését, mely munkából mindenki, minden szinten kiveszi a részét.

A TPM-nek nyolc alappillérét, alapelvét szokták megemlíteni:

1. öntevékeny karbantartás,
2. céltudatos és folyamatos fejlesztés,
3. tervezett karbantartás,
4. folyamatos képzés és motiváció,
5. berendezés és termék menedzsment a korai fázisban,
6. minőségfejlesztés, beépített minőség,
7. az adminisztrációs feladatok fejlesztése,
8. biztonságos munkakörnyezet.

A TPM-nek a legfontosabb mérőszáma az úgynevezett általános berendezéshatékonyság - OEE (Overall Equipment Efficiency), melynek kiszámolási módja a következő:

$$\text{OEE (\%)} = \text{a berendezés rendelkezésre állása (\%)} \times \text{teljesítmény hatékonyság (\%)} \times \text{minőségi kihozatal (\%)}$$

Akkor mondjuk egy berendezésre, hogy elfogadható, ha az OEE nagyobb, mint 85%.

Használatos mérőszámok még a meghibásodások közötti átlagos időtartam, angol rövidítéssel az MTBF, (Mean Time Between Failures) és a nem tervezett meghibásodások javításának átlagos időtartama, az MTTR (Mean Time to Repair), amelyeket valamilyen időegységben mérünk.

Eddigi tapasztalataim alapján az MTBF és az MTTR nem a legmegfelelőbb mérőszámok egy berendezés jószágának a vizsgálatára. Kidolgoztam egy olyan módszert, amely azt vizsgálja, hogy a meghibásodások között eltelt időtartamok milyen statisztikai eloszlást követnek, amennyiben ezt meghatározom, akkor a meghatározott eloszlás paraméterei

segítségével kiszámolom, hogy az általam megadott időintervallum alatt (pl egy hét) mi a valószínűsége annak, hogy legalább egy meghibásodás bekövetkezik (PoF - Probability of a Failure). Ugyanezt a módszert alkalmazom, amikor az MTTR helyett bevezetem a legvalószínűbb javítási idő fogalmát (MPRT - Most Probable Repair Time), csak itt az eloszlás sűrűségfüggvényének a maximumát határozom meg [22].

A TPM ma egy önálló tudomány, a Lean bevezetés és alkalmazás azonban nem lehet teljes mértékben eredményes a TPM használata nélkül.

Az egyik termékről a másik termékre való **gyors átállás** megvalósítása elengedhetetlen része az egy darabos, folyamatos, húzó gyártás alkalmazásának. A gyors átállások kifejlesztése az autógyártásból indult, ahol a karossziaelemek préselésekor a szerszámcsere esetenként több műszakot is igénybe vett, kezdetben ezt az időt csökkentették néhány órára, majd Shigeo Shingo - akit a XX. századi japán ipari menedzsment legnagyobbjai között tartanak számon - bevezette a tíz percen belüli szerszámcsere (Single Minute Exchange of Die - SMED) [23].

A **SMED** példáján keresztül mutatjuk be, hogyan lehet megvalósítani a gyors átállást. Definíció szerint az átállás folyamatában belső műveleteknek nevezzük azokat a tevékenységeket, amelyek csak a gép kikapcsolt állapotában végezhetőek el, külső műveleteknek azokat, amelyeket akkor is lehet végezni, amikor a gép még vagy már működik. Az átállási folyamatról egy értékáram elemzést végzünk, amit például egy videofelvétel elkészítésével és kiértékelésével tudunk megtenni.

A célunk az, hogy a belső műveletek közül a lehetségeseket külsőbe tegyük át, a feltétlenül szükséges belső műveletek idejét pedig minimalizáljuk. A fejlesztésben igen nagy szerepe van a Kaizen alapelvek alkalmazásának.

A **vizuál menedzsment** célja, hogy a folyamatok láthatóvá tételével biztosítsa a veszteségek felismerését, kiküszöbölését és megelőzését. Ezt nagyon különböző módon tudják elérni, pl. a vezetés szintjén termelési táblákat (production board) alkalmaznak, amelyről rögtön látható, hogy mennyire sikerült az elvárásokat teljesíteni.

A termelési folyamatok szintjén anyagkatorokat jelölnek ki, amelyek telítettsége illetve üressége szintén információt közöl és intézkedést követel. Ugyancsak ide tartoznak a különböző, már említett kan-ban kártyák, amelyek az alkatrészforgalmat vizualizálják és irányítják. A gépek működéséről az úgynevezett andon lámpák segítségével kaphatunk információt, zöld, ha a gép termel, piros, ha hiba miatt áll, zöld-sárga, ha szerszámot cserél. Volt alkalmam látni olyan andon lámpát is, amelyik a minőségellenőrt vagy raktárost hívta a különböző színeivel.

A vizuál menedzsment nagyon erősen kapcsolódik valamennyi Lean elemhez, 5S/SEITON, kan-ban, jidoka stb.

A **hiba elleni védelem** (mistake proofing vagy poka-yoke) nem egy konkrét módszer, hanem szintén filozófia, amelyet szintén Shigeo Shingo nevéhez kötnek. Egyszerűbb

esetben azt jelenti, hogy amennyiben a hiba (defect) bekövetkezett, akkor azt észleljük, és a hibás terméket ne engedjük tovább. A következő szinten észleljük azt, hogy hibalehetőség (error) fennáll, de megakadályozzuk a hiba (defect) bekövetkeztét. Az igazi hiba elleni védelem az, amikor feltárjuk a lehetséges hibaforrásokat és a gyökérokok megszüntetésével megakadályozzuk a hibalehetőségeket (error) és ennek következtében a hibák (defect) bekövetkeztét.

Hibamegelőző módszerek:

- leállítás (pl. határoló kapcsolók, addig nem indul a gép, amíg a hiba nincs javítva),
- szabályozás (ellenőrzőlisták, terelőkorlátok, anyagi jellemzők mérése, asszimmetrikus alkatrészek),
- figyelmeztetés (fény és/vagy hangjelzés, figyelemfelhívó üzenet).

Összefoglalás

Mi is az a Karcsúsított Gyártás, azaz a Lean? Hogyan alakult ki? Milyen eszközei vannak? Ezekre a kérdésekre kerestük a választ a dolgozat elején. Ha nem is teljes mélységében, de talán sikerült a tisztelt Olvasónak egy képet kapnia napjaink egyik legelterjedtebb termelékenységfejlesztési irányzatáról.

Megállapíthatjuk, hogy a Lean nem egy jól pontokba szedhető, kompakt módszer, mint például a Six Sigma, hanem a Lean inkább egy filozófia, melynek lényege a folyamatok veszteségeinek feltárása, ezek minimalizálása illetve eltüntetése. Ezért is törekedtünk arra, hogy a használatos módszereket, eszközöket az alapelvek mögé sorakoztassuk fel. Világosan kitűnik, hogy ezen módszerek és eszközök szintén filozófiai tartalommal bírnak egymásból következnek, és nem mindig eldönthető, hogy melyik melyikből következik. Ugyancsak kiviláglik, hogy ezek sem kőbe vésettek, hanem a helynek, a folyamatnak megfelelően változnak és fejlődnek.

Szándékosan nem hangsúlyoztuk, hogy a Lean az autóipar terméke, ott a legelterjedtebb, majd a valós tömeggyártások következnek. Ezzel az volt a célunk, hogy az Olvasó gondolatban próbálja meg a saját folyamataira értelmezni ezt a filozófiát, módszereket és eszközöket. Sokan azt állítják, csak a tömeggyártásokban alkalmazható. Személyes tapasztalatom azonban az, hogy az alapelvek ugyanúgy érvényesek az egyedi gyártásokban is, csak jól át kell gondolni a folyamatokat és a megfelelő eszközöket kell alkalmazni.

Aki érdeklődik a Lean iránt és az interneten vagy a szakkönyvek között keresgél, egy újabb irányzattal találkozhat, ez pedig a Lean Six Sigma [24]. Mint az idézett könyv címe is mutatja, a Six Sigma minőséget a Lean gyorsaságával kombinálják. Az ajánlat csábító, de ehhez meg kellene ismerni a Six Sigma irányzatot is. Ezek után lehetne megkeresni a Lean és a Six Sigma közös metszeteit és különbségeiket, eltéréseiket. Ezen témák részletes kifejtése azonban már meghaladja ezen cikk kereteit.

Hivatkozások, felhasznált irodalom:

- [1] **J. P. Womack, D. Jones, D. Roos:** The Machine That Changed the World
Harper Perennial, 1990, ISBN 0-06-097417-6
- [2] **T. Ohno:** Toyota Production System - Beyond Large-Scale Production
Productivity Press, 1988, Portland, Oregon, ISBN 0-915299-14-3
- [3] **G. Pall:** A karcsúsítás módszerei és eszközei
EOQ MNB Szeminárium, Budapest, 2006. május 23. Előadás + Jegyzet
- [4] **Dr. Németh Balázs** a "Fitneszprogram" című írásban
Figyelő, LI. Évfolyam, 2007. március 29. p.52
- [5] **A. R. Tenner, I. J. DeToro:** TQM - Teljeskörű Minőségmenedzsment,
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1998, ISBN 963-16-3043-9
- [6] **Tóth Cs. L.:** Six Sigma - Húsz éve töretlen siker
EOQ-MNB Minőségügyi Szakemberek Szintentartó Tanfolyam,
Budapest, 2007. március 5., Előadás + jegyzet
- [7] **P. L. Johnson:** ISO 9000, Hogyan feleljünk meg az új nemzetközi szabványoknak?
Panem-McGraw Hill, Budapest, 1997, ISBN 963 545 149 0
- [8] **Mátrai N.:** Az AOTS programok eredményei és tanulságai
Magyar AOTS Társaság szakmai rendezvény, Budapest, 2007. március 28.
- [9] **K. Okada:** Japanese Management System in Retrospect and Perspective
Budapest, 2005. szeptember, Előadásanyag
- [10] **S. R. Schmidt , M. J. Kiemele , R. J. Berdine :** KBM - Knowledge Based
Management, Air Academy Press & Associates, 1999, ISBN 1-880156-05-9
- [11] **Tóth Cs. L.:** Lean - a XXI. század vállalata
EOQ-MNB Minőségügyi Szakemberek Szintentartó Tanfolyam
Budapest, 2007. március 5., Előadás + jegyzet
- [12] **J. P. Womack, D. Jones, :** Lean Thinking
Free Press, 1998, ISBN 0-7432-4927-5,
- [13] **M. Rother, J. Shook:** Learning to See (Value Stream Mapping)
The Lean Enterprise Institute, 2003, ISBN 0-9667843-0-8
- [14] **Németh István** (Controlling Kft): magánközlemény és konferencia hozzászólások
- [15] **Besseney B., Mátrai N.:** Mit jelent a KAIZEN Magyarországon?
Papír és Nyomdaipari Műszaki Egyesület, FÓRUM a MINŐSÉGRŐL
Budapest, 2006. június 8. Konferencia CD Kiadvány
- [16] **M. Imai :** KAIZEN, The Key to Japan's Competitive Success
McGraw-Hill/Irwin; 1986, ISBN 10: 007554332X
- [17] <http://www.kaizen-institute.com>
- [18] **H. HIRANO:** Putting 5S to Work, PHP, Tokyo, 1993
- [19] **H. HIRANO:** 5S for Operators, Productivity Press, New York, 1996
- [20] **VINCZE A:** 5S, Magyar Termelékenységi Központ, Budapest, 1999
- [21] **TÓTH Cs. L., MÁTRAI N., FEHÉR O.:** Az 5S bevezetése a General Electric
Hungary Rt. Energy Divíziójában,
Minőség és Megbízhatóság, XXXVIII. évfolyam, 5. szám. pp246-251.
- [22] **Tóth Cs. L.:** eddig publikálatlan eredmény
- [23] **S. Shingo :** A Revolution in Manufacturing: The SMED System
Productivity Press, 1985, ISBN: 0-915299-03-8.

- [24] **M. George:** Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed
McGraw Hill, 2002, ISBN 0-07-138521-5
- [i] Kaizen Manager Tréning, Kvalikon Kft. tréninganyag, 2004.
- [ii] Lean Manufacturing Tréning, Kvalikon Kft tréninganyag, 2005.
- [iii] Lean Menedzsment - vezetői tréning, Banor Bt tréninganyag, 2005.
- [iiii] IV. (2003), V. (2004), VI.(2005) Magyar Termelékenységi Konferencia
Nyomtatott előadásanyagok
- [iv] Management Consulting Training Course,
Magyar Termelékenységi Központ tréninganyag, 2004
- [v] Corporate Management for Hungary (HUCM-2)
AOTS tréninganyag, Yokohama, Japán, 2004.
- [vi] Mihályi Zoltán: személyes beszélgetések egy japán (AOTS) tanulmányútról
- [vii] Lencsés Gergő: A Lean gyártás bevezetése a GE Energy fúvóka gyártó és felújító
üzemében, 2005-ben csoport kategóriában IIASA-Shiba díjat nyert pályázat
Magyar Minőség, XVI. Évfolyam, 2. szám, 2007. február pp26-27.
- [viii] Tóth Cs. L.: Statisztika a Karcsúsított Gyártásban
Papír és Nyomdaipari Műszaki Egyesület, FÓRUM a MINŐSÉGRŐL
Budapest, 2006. június 8. Konferencia CD Kiadvány, Előadás
- [ix] Gordos G: Karcsú termelés bevezetése a BOS-nél
Lean Fórum, Kvalikon Kft, Német Magyar Képzési Központ
Budapest, 2007. január 23. Fórum Kiadvány, Előadás