

Hat Sigma - Siker vagy ámítás?

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

Folytatás

Az első fázis - Definíció

Egy hat szigmás projekt legfontosabb eleme az üzleti szituáció megértése, miért van szükség a projektre, milyen célokat tűzünk ki, kik fogják a projektet végigvinni, azaz egyszerűen fogalmazva az első fázis lényege a projekt elindítása. Ezt Pyzdek annyira fontosnak tartotta, hogy elképzeléseit és tapasztalatait külön könyv formában is megjelentette [11].

Ezt a munkát természetesen egy vevői/piaci elvárás indítja el. Az "A" lépésben meghatározzuk azt a CTQ paramétert vagy paramétereket, amelyekre a projekt vonatkozni fog. Nem egy esetben a vevő csak magas szintű CTQ-t határoz meg, ezt a későbbiek folyamán egy alacsonyabb szintű, úgynevezett specifikus CTQ-ra kell lebontani.

Az "B" lépésben készítjük el az úgynevezett projekt alapokmányt (projekt charter), amelyben vázoljuk a helyzetet, elsődleges célokat tűzünk ki. Meghatározzuk a projekt működési területet, ami nagyon fontos, mert itt találkozhatunk az egyik leggyakrabban elkövetett hibával. Előfordulhat, hogy olyan széles területet ölel fel a projekt, hogy az ésszerű (szigmás esetben 2-6 hónap) időintervallumon belül nem oldható meg. Ebben a lépésben választjuk ki a csapat tagjait, gondosan ügyelve a szerepek tisztázására. Ebben az alapokmányban határozzuk meg a végrehajtás ellenőrzésének dátumait is.

A "C" lépésben áttekintjük azt a folyamatot, amelynek kimenete (KPOV) kapcsolódik a vevői CTQ-hoz. A munka eredménye egy magas szintű folyamattérkép lesz, ahol a folyamatlépések mellett az első közelítésben fontosnak tartott Termék- és/vagy folyamatparamétereket is feltüntetjük.

Összefoglalva: a Definíciós fázis célja a projekt elindítása, eredménye a projekt alapokmány.

A második fázis - Mérés

A mérés, mint kifejezés, azt jelenti, hogy valamilyen tulajdonságot számszerűsítünk, ez történik meg ebben a fázisban. A Definícióban meghatároztuk a vevő számára fontos CTQ paramétert, azonban ez nem minden esetben egy jól mérhető mennyiség, vagy

mérhető ugyan, de a vevőm nem számszerűsít, hanem csak általános elvárásokat fogalmaz meg. Az első lépésben az feladatunk, hogy ezt CTQ-t valamilyen mérhető Termék tulajdonsággal azonosítsuk. Ez a Termék tulajdonság azonos az őt előállító folyamat egy lényeges kimenetével, azaz ekkor meghatározzuk a KPOV-t is.

Az egyes (az 1. számú, a 3. táblázat szerint) lépésben olyan eszközöket használunk, mint a QFD (Quality Function Deployment - Minőségfunkció lebontása) vagy az FMEA (Failure Mode and Effect Analysis - Hibamód és hatás elemzés). Itt alkalmazzuk az egyszerű adatanalízist is. A Hat Szigmás kézikönyvek itt ismertetik meg a szükséges alap-statisztikai ismereteket (valószínűség fogalma, adattípusok, központi határeloszlás tétel, eloszlások, mintavételezés) és szabályokat.

Ekkor definiáltuk a lényeges Termék-paramétert, de ehhez meg kell mondanunk, hogy mi az elfogadható értéke ennek a jellemzőnek, továbbá mi az a minimális illetve maximális érték, ami még megfelelő a vevő számára. A második lépésben teljesítmény előírásokat határozzunk meg a KPOV-ra, ami egyszerűen annyit jelent, hogy megadunk egy célértéket és megadjuk a tűréstartományát is. Ebben nagy segítségünkre lehet a benchmarking.

A korábbi minőségirányítási, minőségfejlesztő rendszerek nem hangsúlyozták ki a mérés szerepének fontosságát a folyamatok fejlesztésében. A nagy autógyártók ismerték fel, hogy a mérőrendszereknek alapvető szerepe van a megkívánt minőségi szint elérésében. Ezt az álláspontot tette magáévá a Hat Szigma módszer is, így a harmadik lépésben végre kell hajtani a KPOV-ra vonatkozó mérőrendszer elemzését. A mérőrendszer (eszköz, módszer, ember, környezet) elemzés maga is egy folyamat, amely lényeges, sorrendiségében is fontos lépések egymásutánosságát jelenti. Ezek: felbontás, stabilitás, linearitás és végül a képességvizsgálat, amit R&R-ként (ismételhetőség és reprodukálhatóság) szoktunk emlegetni. Ez a lépés már megköveteli valamilyen alkalmas szoftver használatát is. A részletes leírást megtalálhatjuk az irodalomban [12], [13].

Ebben a fázisban határozzuk meg, hogy milyen adatokat fogunk használni, hol lesz az adatok forrása, milyen mintavétellel, milyen formában gyűjtjük (archiváljuk őket), ki a felelős ezen tevékenységek végrehajtásáért.

Összefoglalva: a Mérési fázis célja az elérendő paraméter számszerűsítése és az alkalmazott mérőrendszer ellenőrzése, eredménye a tűrésezett célparaméter és a mérőrendszer képességének kifejezése konkrét számokkal.

A harmadik fázis - Elemzés

A hat szigmás folyamat 4. lépésében meghatározzuk, hogy a folyamat jelen formájában mire képes. Az összegyűjtött adatokat összevetjük a 2. lépésben definiált teljesítmény előírással, és különböző indexeket határozzunk meg, mint a c_p , c_{pk} , p_p és p_{pk} . Természetesen a legfontosabb mérőszám az úgynevezett z_{bench} vagy röviden csak z érték, amely a folyamat szigma képességét mutatja meg, azaz ha $z=2.8$, akkor azt mondom, hogy a folyamatom 2.8 szigmás. A Hat Szigmában megjelenik a statisztika!

A folyamatképeség meghatározása nem egyszerű feladat, mert a Hat Szigma megkülönböztet rövid és hosszútávú szigma szintet, amelyek Bill Smith szerint másfél szórásnyival különböznek egymástól. A klasszikus esetében megkülönböztetünk rövid távú folyamat-képességet (c_p , c_{pk}) és hosszútávú folyamat-teljesítményt (p_p , p_{pk}), amelyek a szórás kiszámításának módjában különböznek egymástól. A két szórás a legritkább esetben különbözik egymástól a Smith-féle másfeles értékkel. Az ellentmondás feloldására azt a gyakorlatot valósítottuk meg, hogy mérési adatok esetén a rövid és hosszú távú szigma szintet a c_p és a p_p számoláshoz hasonlóan különböztetjük meg egymástól, minősítési adatok esetén a kiszámolt kiesők számához tartozó z érték mindig hosszútávú, amelyhez másfelet hozzáadva megkapjuk a rövid távú szigma szintet.

A projekt 5. lépése elsőre hasonlít a 2. lépéshez, ahol a KPOV-ra határoztunk meg célértéket és tűrést. Ezek ekkor még csupán puszta számok voltak. A 4. lépésben azonban már statisztikailag közelítünk a problémához, megismertük a folyamatunkat, láttuk mennyire felel meg az átlag a célértéknek, és azt is, hogy az egyedi értékek mennyire szóródnak az átlag körül. Ennek ismeretében a 2. lépésben megfogalmazott egyszerű elvárásainkat statisztikai nyelvre fordítjuk le, megmondjuk, mennyit kell javulnia az átlagnak, mennyivel kell csökkenteni a szóródást. Ezen célok definiálásakor azonban már figyelembe vesszük a bennünket körülvevő piaci környezet is, amelyben a benchmarking játsza a fő szerepet. Ne feledjük, a Hat Szigma célja, az "osztályában" a legjobb Termék előállítása.

A 6. lépésben megkezdjük a folyamat lehetséges kulcs bemeneteinek azonosítását, először egyszerű eszközökkel (Pareto, FMEA, halszálka, ok-okozati mátrix stb.) azonosítjuk az összes lehetséges bemenetet, majd ezeknek a kimenetre gyakorolt egyedi és kereszthatásait statisztikai módszerekkel elemezzük. A különféle hipotézisvizsgálatok (t-próba, ANOVA, szórás homogenitás, stb.) mellett alkalmazunk regresszió-analízist, esetenként SPC-t is. Nagyon fontos annak ismerete, hogy az általunk vizsgált független változók milyen statisztikai eloszlást követnek, mert nem minden esetben használhatók a normál eloszlásra kidolgozott próbák, sok esetben a nem-paraméteres eljárásokat kell alkalmazni.

Csupán érdekességként jegyezzük meg, statisztikailag vizsgálták a porosz hadseregben 1875 és 1894 között a lórúgás következtében bekövetkezett halálesetek számát, a kapott adatok Poisson-eloszlást követtek, akárcsak 70 évvel később, a II. világháború alatt, egy dél-londoni kerületre becsapódott V1 rakéták száma [14].

Az Elemzés fázis feladatait kézi számolással, de akár egy bonyolultabb zsebalkulátorral sem lehet igazán hatékonyan végrehajtani. A excel nagyon sok elemzést el tud végezni, de az igazán hatékony analízishez egy valódi statisztikai szoftverre van szükség. Ma a világban nagyon sok ilyen áll rendelkezésre, de a hat szigmás körökben a Minitab nevű szoftver terjedt el leginkább, Pyzdek könyve [7] is erre van felépítve. Magyar nyelvű kapcsolat [15] alatt található.

Összefoglalva: az Elemzési fázis célja a jelenlegi folyamatképeség meghatározása, a teljesítmény előírás pontosítása, a független változók azonosítása. Eredménye a

jelenlegi szigmaszint meghatározása, statisztikai nyelven meghatározott projekt célkitűzés és a lehetséges, szignifikáns hatással bíró folyamatbemenetek azonosítása.

A negyedik fázis - Fejlesztés

Az Elemzés végén sok olyan azonosított folyamatbemenettel rendelkezünk, amelyek egyenként vagy kölcsönhatásban hatnak a kimenetünkre, de ennek a hatásnak a nagyságát még nem ismerjük pontosan. A 7. lépésben ezen bemenetek közül kell kiválasztani az igazán lényegeseket, azaz a KPIV-eket. Ehhez szintén statisztikai eszközöket használunk, amelyek közül legelterjedtebbek az úgynevezett szűrő kísérletek. A Fejlesztés legfontosabb eszköze a Kísérlettervezés, jó magyar szóval a DoE (Design of Experiment). Ez maga egy külön tudományág, amelyet nem részletezünk, csupán magyar nyelvű irodalomra utalunk [16].

A 8. lépés a legfontosabb, mert ekkor kell a számszerű kapcsolatot megtalálnunk a KPOV és a KPIV-k között, azaz meg kell határoznunk az átviteli függvényt, amelyre utaltunk már korábban. Ehhez is általában a DoE-t használjuk, de egyszerűbb esetekben bármely, a célnak megfelelő eszköz használható. Az átviteli függvény ismeretében a bemeneteket a kimenethez tudjuk optimalizálni, azaz megkaphatjuk a KPIV-k célértékeit.

A 9. lépésben a KPOV-nak a 2. lépésben meghatározott tűrését az átviteli függvény ismeretében visszaszámoljuk a KPIV-k tűrésévé. Itt különböző szimulációs módszereket is célszerű használni, mielőtt a valóságban lefolytatnánk a megerősítő kísérleteket, amelyek végrehajtása a projekt eredményeinek bevezetéséhez alapvetően szükséges.

Összefoglalva: a Fejlesztési fázis célja egy matematikai modell megalkotása és az optimális megoldás megtalálása. Eredménye optimalizált kulcsbemenetek tűrésekkel, a megoldás igazolása szimulációval és/vagy megerősítő kísérlettel.

Az ötödik fázis - Szabályozás

A DMAI fázisokban a szisztematikus munkával megjavítottuk a folyamatunkat, azaz meghatároztuk a kulcs bemeneteket, célértéket és tűréseket rendeltünk hozzá. A Hat Sigma módszertan azonban nem elégszik ennyivel, biztosítani akarja, hogy az elért eredmények hosszú időn keresztül fennmaradjak. Ehhez egy minőségrendszer kell felépíteni, erről szól a Szabályozás fázis.

A 10. lépés azt írja elő, hogy a meghatározott KPIV-re is végezzük el a mérőrendszer elemzést. Maga a gondolat nem rossz, azonban véleményem szerint ennek már jóval előbb be kell következnie, de legkésőbb a megerősítő kísérlet végrehajtása előtt.

A 11. lépésben ellenőrizzük az új, fejlesztett folyamatképességet. Ennek a végrehajtása pontosan ugyanúgy történik, mint azt a 4. lépésben már ismertettük.

A 12. lépésben építjük ki a minőségrendszert. Ennek a következő elemei vannak: munkautasítások, tréningtervek elkészítése, megelőző karbantartási tervek kidolgozása, hosszútávú mérőrendszer elemzési terv bevezetése, és szabályozó tervek alkalmazása, amelyek közül az SPC, a statisztikus folyamatszabályozás az egyik leglényegesebb [13].

A Szabályozás biztosítja azt, hogy a bemenetek mindig a meghatározott tűréson belül maradjanak, mert ez a kulcsa annak, hogy a vevő mindig az általa elvárt minőséget kapja. Amennyiben a szabályozás hiányos, vagy egyáltalában nem valósul meg, akkor a folyamat nagyon gyorsan visszaáll az eredeti, nem szabályozott állapotába. Ez vevői elégedetlenséget, esetenként piacvesztést is eredményezhet.

Összefoglalva: a Szabályozás fázis célja egy komplex minőségrendszer kialakítása és fenntartása, eredménye ellenőrzési és szabályozótervek, valamint folyamatleírások kidolgozása és bevezetése.

A Hat Szigma infrastruktúra

Ahhoz, hogy a projektek végrehajtása az elvárt szinten működjön, természetesen szükség van egy támogató infrastruktúrára is. Ez magában foglalja a szervezetet és az egyéb támogatásokat is.

A Hat Szigma módszertan bevezetése, annak feltételei csak hosszabb tanulmányban lennének kifejezhetőek. A módszer alkalmazásának lehetősége és feltételei függenek a földrajzi és kulturális működési környezettől, a vállalkozás nagyságától, a konkrét tevékenységtől és még nagyon sok feltételtől. Hat Szigmásan fogalmazva, az átviteli függvény konkrét alakja minden egyes esetre más és más. Ennek folyamánként itt csak az általam legfontosabbnak ítélt paraméterekről szeretnék beszélni.

Tételezzük fel, hogy az alkalmazó vállalkozás viszonylag nagylétszámú, így önálló Hat Szigma szervezettel rendelkezik. Az is peremfeltétel, hogy a vezetés elkötelezett a módszer alkalmazása iránt. Lássuk a legfontosabb szerepköröket!

Hat Szigma Bajnok (Champion): Az üzleti vezetés tagja, felelős az üzleti stratégia és a Hat Szigma tevékenység összehangolásáért, részt vesz a projektek kiválasztásában (téma, mentor), biztosítja a szükséges erőforrásokat, és eltávolítja az akadályokat.

Mester Fekete Öves (Master Black Belt - MBB): A Six Sigma Szervezet vagy a Szervezeten belül egy adott terület vezetője, az ismeretek és képességek legmagasabb szintű hordozója, egyszerre vezető és tanár, felelős a projektek áttekintéséért, a BB-k és GB-k kiválasztásáért.

Fekete Öves (Black Belt): A Six Sigma kulcsszereplője, magasan kvalifikált, aki a GB-vel napi kapcsolatban áll, mentorálja projekteiket és saját projekteket is visz.

Zöldöves (Green Belt): Speciálisan trénel, funkcionális dolgozó, aki GB projekteket vezet illetve tag azokban.

Alkalmazótól függően még találkozhatunk Fehér (a Zöld alatt) és Barna (a Zöld és a Fekete között) Övesekkel is. Úgy gondolom, hogy ezen öveseknek inkább szimbolikus, mint lényeges jelentősége van.

A másik fontos dolog az infrastruktúránál a tréningek szerepe. Maradva az előbb említett vállalkozásnál, elsőként a Bajnokok kiválasztása és kiképzése (1 hetes tréning) a fontos. Ez történhet az "anyavállalat" szakértőinek segítségével (ez a legjobb megoldás), de ha ilyen nincs, akkor külső tanácsadókat kell igénybe venni. Csak olyanokat alkalmazzunk, amelyek megfelelő referenciával rendelkeznek, mert már itt el lehet bukni a Hat Szigmát.

A Bajnokok és az üzleti vezetés kiválasztja az MBB és/vagy BB-ket, akik 4x1 hetes tréning (vizsga és projekt) után kezdik el a munkát. A tréninganyagok és a trénerek még kívülről jönnek.

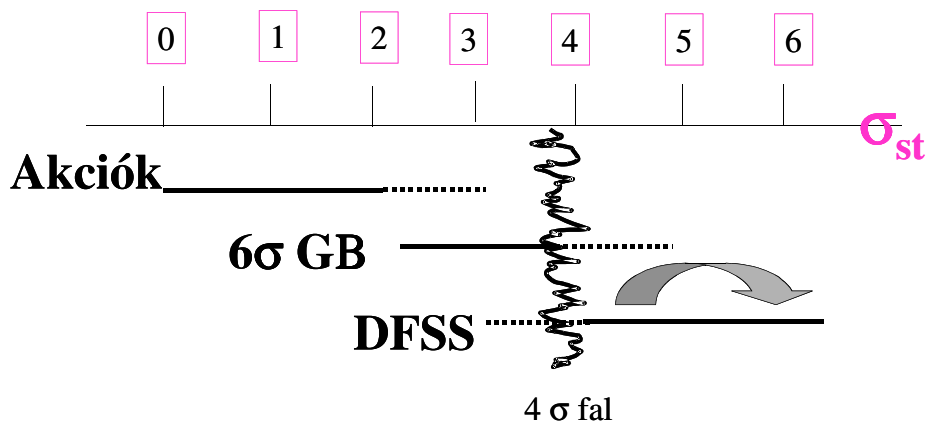
A Hat Szigma szervezet ezután vegye át a képzés feladatait, amiben a legfontosabb az adott szervezetre specifikus, a cégreszabott tananyag elkészítése. Ekkor ugyanis a téma már nem lesz idegen a Zöldöveseknek. Nagyon fontos az oktató kiválasztása is, Harry szerint legyen olyan, akire a munkatársak szakmai tudása alapján felnéznek, mert a kollégák elfogadási képessége ezzel jelentősen növelhető. A jó előadó természetesen alapkövetelmény.

A harmadik fontos dolog a munka során használatos szoftver kiválasztása és oktatása. A vezetés rendelkezzen alapismeretekkel a szoftver tulajdonságait illetően, mert a beszámoltatás során ezzel is mutathatja elkötelezettségét a módszertan iránt.

A Hat Szigmára való tervezés - DFSS

Egy DMAIC projekt végrehajtása néha nem zárul eredménnyel annak ellenére, hogy a résztvevők mindent a legideálisabban hajtottak végre. Tudnunk kell ugyanis, hogy létezik egy úgynevezett 4 szigmás fal, azaz, ha a fejlesztendő folyamat magas szigmasággal rendelkezik, akkor a meglévő folyamat-feltételek mellett már tovább nem fejleszthető, a teljes folyamat újratervezésére van szükség, vagyis belép a Design for Six Sigma.

Alacsony szigmaság (< 2) esetén egyszerű eszközökkel (pl. Pareto) felderítjük a legfontosabb hibaforrásokat és egyszerű akciókkal megszüntetjük a legkritikusabbakat. Magasabb szigmaságnál (< 4) a DMAIC a leghatásosabb eszköz. Még magasabb szigma szintek esetén a DFSS alkalmazása elengedhetetlen. Ezt mutatjuk be a 2. számú ábrán.



2. számú ábra: A különböző szigmás módszerek hierarchiája

Egyszerű definícióval a DFSS egy strukturált megközelítés termék, folyamat vagy szolgáltatás (ismételten Termék) tervezésére vagy újratervezésére. A korábbi megközelítések alapján a Termék minőségét utólagos teszteléssel tudtuk megállapítani, a DFSS esetén a minőséget beletervezük a Termékbe. A QFD segítségével lebontjuk a CTQ-kat a Termék kulcs-kimenetekre, ezt tovább bontjuk a beépített alkatrészek kulcs-kimeneteire, végül eljutunk a beépített eszközöket előállító folyamatok kulcs bemeneteihez, és azokat optimalizáljuk és szabályozzuk. A termék minőségét statisztikai eszközök segítségével szimuláljuk és előre jelezzük.

Míg a klasszikus DMAIC módszer szerte a világban ugyanazt a metodikát jelenti, addig a DFSS esetében többfajta megközelítés is létezik. Mivel a DFSS maga is egy külön tudomány, ezért csak röviden ismertetem a lehetséges megközelítéseket és a használatos eszközöket.

Az első DFSS módszer, amivel 1998-ban találkoztam, az IDOV (Identify: azonosítás, Design: tervezés, Optimize: optimalizálás és Verify: megerősítés) volt, amelyet kizárólagosan műszaki területen alkalmaztunk. Maga a metodika teljesen hasonló a klasszikus MAIC módszerhez, itt nem egy új Termék tervezéséről van szó, hanem egy meglévő Termék magasabb minőségben történő előállításának biztosításáról, azaz az újratervezésről [18], [23]. (A klasszikus DMAIC nem hozott eredményt.)

A fejlődés következő lépése a DMADV (Define, Measure, Analyze, Design, Verify) volt, amely egyaránt alkalmazható műszaki és tranzakcionális területen. Nem csak a meglévő folyamatok/Termékek újratervezésére alkalmas, hanem új, nem meglévő folyamatok/Termékek létrehozására is.

Definiáljuk a projekt célját, mérjük a vevő és a piaci környezet elvárásait, elemezzük a lehetséges tervezői koncepciókat a vevői elvárások szempontjából. Létrehozuk a "dizájnt" (design: termék/folyamat/szolgáltatás/információ) és ellenőrző vizsgálatokkal bizonyítjuk, hogy az megfelel az elvárásoknak és célkitűzéseknek [7], [19], [22], [23].

Teljesen hasonló a DMADOV, ahol két külön lépésnek veszi a tervezést és az elkészült terv optimalizálását [19].

A DMADV-hez nagyon sokban hasonlít a DCCDI (Define, Customer: vásárló Concept: elképzelés, Design, Implement: bevezetés). Kidolgozója Geoff Tennant [20]. Erősségének az "új termék bevezetési stratégiát és folyamatot" tartja.

A DMEDI (Define, Measure, Explore: kutatás, Develop: fejlesztés, Implement: bevezetés) és a DMADV között úgy tesznek különbséget, hogy amennyiben létező dolog újratervezéséről van szó, akkor a DMADV az ajánlott. Ekkor a cél a hibák és a nagy szóródás csökkentése. A DMEDI új terméket/folyamatot/szolgáltatást hoz létre robusztus tervezéssel. Ezért lesz az elemzésből kutatás, a megerősítés helyett bevezetés [21].

Láthatjuk, hogy az egyes DFSS módszerek között nem filozófiai, hanem inkább megvalósítási és eszközhasználati különbség van. A legfontosabb használatos eszközök azonban minden esetben ugyanazok, benchmarking, QFD, FMEA, DoE, modellezés, szimulációs módszerek, tűréselemzés, megbízhatósági elemzések, stb.

Összefoglalás

A dolgozatban azt 20 éves a Hat Szigmát szerettem volna bemutatni, amely filozófia, módszertan, mérőszám, vezetési stratégia és eszközrendszer is egyben. Ennek során röviden áttekintettük a kialakulásának körülményeit, az elnevezés eredetét és beszéltünk a különböző fejlődési periódusairól is.

Definiáltuk, hogy mi az a Hat Szigma, kielemeztük, hogy mennyiben tér el a hagyományos minőségirányítási koncepcióktól. Áttekintettük az öt fázis minden egyes lépését és megemlítettük az ott használható legfontosabb eszközöket is. Beszéltünk a Hat Szigma infrastruktúráról, ezen belül ez egyes szerepkörökről, a tréningekről és az informatikai háttérről is. Végezetül néhány mondatban vázoltuk a "magasabb Hat Szigmát", a DFSS-t is.

A címben megfogalmaztam egy kérdést. Siker vagy ámitás? Úgy gondolom, a válasz egyértelmű. Siker. 20 év után is fejlődik, egyre szélesebb körben terjed. A sikernek egyetlen titka van. Meg kell érteni a lényegét, a különlegességét, és az adott vállalkozásban testreszabottan, nem mechanikusan kell alkalmazni a könyvekben leírtakat.

A végső választ saját tapasztalatai alapján természetesen a tisztelt olvasó adja meg, remélhetőleg ezen írás segítségével nyújtott a helyes döntés meghozatalában.

[1] **Tóth Cs. L.:** A Karcsúsított Gyártás - A Lean Manufacturing Magyar Minőség, XVI. Évfolyam, 8-9. szám, pxxx, 2007. augusztus-szeptember

[2] **Watson, G.:** Hat Szigma és az ASQ jövőképe EOQ MNB Konferencia, Budapest, 2002. március 7.

[3] **Upton, M. T. - Cox C.:** Lean Six Sigma: A Fusion on Pan-Pacific Process Improvement,

<http://www.isixsigma.com/library/downloads/LeanSixSigma.pdf>

- [4] **Barney, M.:** Motorola's Second Generation
Six Sigma Forum Magazine, Vol 1, Issue 3, May 2002, [isixsigma.com](http://www.isixsigma.com)
- [5] **Glower, M. M.:** Six Sigma Convert Offers Views on Healthcare Leadership
<http://www.isixsigma.com/library/content/c050511a.asp>
- [6] **Harry, M.:** The Vision of Six Sigma: A Roadmap for Breakthrough
Six Sigma Publishing Company, 1994, ISBN 0-9643555-2-3
- [7] **Pyzdek, T.:** The Six Sigma Quality Handbook
McGraw Hill, 2003, ISBN 0-07-141015-5
- [8] Ask **Mikel Harry**, <http://www.isixsigma.com>
- [9] **Womack J. P., Jones D.:** Lean Thinking
Free Press, 1998, ISBN 0-7432-4927-5,
- [10] The Certified Six Sigma Black Belt **Handbook**
ASQ Quality Press, 2005, ISBN 0-87389-591-6
- [11] **Pyzdek, T.:** The Six Sigma Project Planner
McGraw Hill, 2003, ISBN 0-07-141183-6
- [12] **Tóth Cs. L.:** Mérőeszköz R&R (Mérés a Hat Szigmában),
Magyar Minőség Társaság, Hat Sigma egyszerűen – példákon keresztül, Konferencia,
Budapest, 2004. június 30-július 1. Konferencia Jegyzet pp. 16-18.
- [13] **Kemény S., Papp L., Deák A.:** Statisztikai Minőség-(Megfelelőség-)Szabályozás
Műszaki Könyvkiadó, Magyar Minőség Társaság, Budapest, 1998, ISBN 963 16 3006 4,
- [14] **Yule G. U., Kendall M. G.:** Bevezetés a statisztika elméletébe
Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1964
- [15] <http://www.lkq.hu>
- [16] **Kemény S., Deák A.:** Kísérletek tervezése és értékelése
Műszaki Könyvkiadó, 2000, ISBN 963 16 3073 0
- [17] **George M. L.:** Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed
McGraw Hill, 2002, ISBN 0-07-138521-5
- [18] **Woodford D.:** Design for Six Sigma - IDOV Methodology
<http://www.isixsigma.com/library/content/c020819a.asp>
- [19] **Kerri S.:** What is DFSS?
<http://www.isixsigma.com/library/content/c020722a.asp>
- [20] **Tennant G.:** DFSS - Launching New Products and Services Without Failure
Gower, 2002, ISBN: 0 566 08434 1
- [21] **Jones S. H.:** To Use DMEDI or to Use DMAIC? That Is the Question
<http://www.isixsigma.com/library/content/c060313a.asp>
- [22] **Kerri S.:** DMAIC Versus DMADV
<http://www.isixsigma.com/library/content/c001211a.asp>
- [23] **Kleinert A.:** Implementing Design for Six Sigma in Europe
<http://www.isixsigma.com/library/content/c040908b.asp>