

Határidős szolgáltatások teljesítményének mérése A dinamikus "SPAN" modell

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

Napjaink egyik legelterjedtebb termelékenység javító módszere a "karcsúsított gyártás", elterjedt angol megfogalmazással a "lean manufacturing". Ennek egyik pillére a megadott időre történő szállítás, a Just-in-time (JIT). Ahhoz hogy a JIT megvalósítható legyen, ismernünk kell a jelenlegi folyamatot, meg kell határoznunk annak gyenge pontjait, hogy ezek kiküszöbölésével megfeleljünk az elvárásoknak. A jelenlegi teljesítmény meghatározása azonban nem is olyan könnyű feladat.

A világban jelenleg leggyakrabban használt mérőszámot az alábbiak szerint definiálják:

$$\text{Teljesítmény} = \text{elvárt napok száma} - \text{valós teljesítési napok száma}$$

Így minden egyes teljesítéshez egy szám fog tartozni, amely lehet negatív, ha korábban szállítottunk, lehet nulla, ha pont időre és lehet pozitív ha késtünk. Lássunk egy ilyen elképzelt számsort, már növekvő érték szerint rendezve:

$$-4, -2, -2, -1, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 2, 5$$

Mit kezdhetünk ezen adatokkal? Meghatározhatjuk ezen adatsor átlagát, szórását vagy mediánját és interkvartilis terjedelmét.

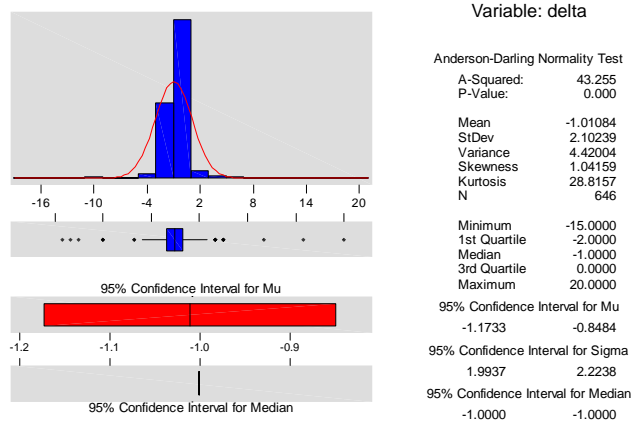
A statikus modell

Igen gyakran egyszerre több különböző elvárt teljesítési idejű szolgáltatás mérésére használják ezt a mérőszámot, és ezen adathalmaz statisztikai jellemzőit határozzák meg.

Jó-e ez a módszer? Egyértelmű a válaszuk: nem! Miért? Egyfelől, szimulációval kimutatható, hogy a szélső értékek meghatározzák az eredményt, nagyobb szóródást kapunk, mint valójában. Másfelől, ha nem súlyozzuk a termék összetétellel, akkor a szóródás eltérése a valóságostól még nagyobb lesz. A nagy szóródás ellenére az átlag, vagy a medián lehet nulla, ami a folyamatunk átlagos jószágára utal, holott a valóságban teljesen más a helyzet.

Elkerülendő a fenti hibát, tekintsünk csak egyetlen terméket/szolgáltatást, legyen ennek az elvárt szállítási határideje 16 nap. Egy elmúlt időszakból (valós!) 646 adatpont áll a rendelkezésünkre. Csináljunk egy leíró statisztikát a Minitab statisztikai szoftver segítségével!

Descriptive Statistics



1. ábra: A leíró statisztika

Mit mondhatunk a teljesítményünkről? Az átlag és a medián azonos -1 , vagyis átlagosan nagyon jók vagyunk, hiszen egy nappal előbb a vevőnél lehet az áru. A szórás és az IQT 2 nap, ez sem egy rossz érték. A terjedelem viszont elég nagy, ami elgondolkodtató kell, hogy legyen. Ez az elemzés nem igazán ad korrekt teljesítmény leírást.

Egy másik kifogásunk az, hogy ez a fajta elemzés egy bekövetkezett állapot leírása, statisztikai becslést nem tudunk adni, ugyanis nem ismerjük, hogy az adatok milyen eloszlást követnek. Ez egy statikus modell.

A kvázidinamikus modell

A világban leggyakrabban alkalmazott számítási módszer a percentiliseket (percentilis: 100 részre osztjuk a számsort) használja a teljesítmény méréséhez, mi ezt kvázidinamikus modellnek nevezzük. Két módszer lehetséges:

- a percentilis statisztikai definíciójából excel.xls segítségével,
- normál eloszlás percentilisei, kumulatív valószínűségei segítségével.

Egy új mérőszámot vezetünk be, amelynek angol nevet adunk, ez lesz a „SPAN”, amely nem betűszó, magyarul áthidalás, feszítáv, köz szavakkal lehetne mondani. Definíciója:

$$\text{SPAN} = P(x) - P(100-x), \text{ ahol } P(x) \text{ az } x\text{-ik percentilis.}$$

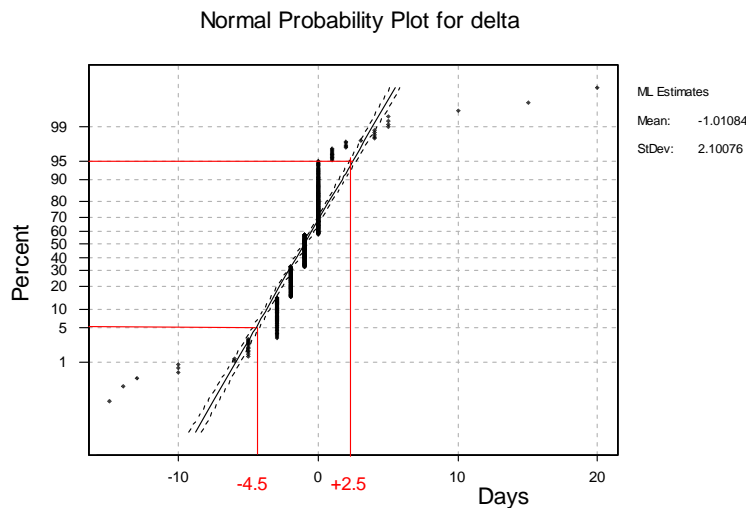
Leggyakrabban elterjedt az $x=95$ illetve 99 . Célértéke természetesen a nulla.

Tekintsük az excel SPAN-t. A függvények segítségével meghatározhatjuk a mediánt, és a két percentilis segítségével a SPAN-t. Meg kell, hogy jegyezzük, a percentilis számolásának definíciója adott, az excel nem ugyanazt a számértéket adja, ami ebből a definícióból következne. Az alábbi excel táblában láthatjuk az értékeket.

Excel		Gauss	
median	-1	mean	-1
P95	0	P95	2.5
P5	-3	P5	-4.5
SPAN	3	SPAN	7

2. ábra: Az excel és normál eloszlás SPAN értékek

A normál eloszlással történő közelítés esetén ismételten a Minitabot használhatjuk. Az átlag és a szórás segítségével a szoftver definiál egy Gauss-eloszlást, és a $p=0.95$ és a $p=0.05$ valószínűségekhez tartozó értékek lesznek a megfelelő percentilisek, és ezek definíció szerinti különbsége a SPAN.



3. ábra: SPAN számolás normál eloszlás közelítéssel

A normál eloszlás ábráról jól látszik, hogy a megadott valószínűségekhez tartozó percentilis értékek – mivel az eloszlás nem Gauss – messze nem azonosak a valós értékekkel.

A két különböző módszer két különböző eredményt is ad, az eltérés elég nagyoknak tűnik. Ismételten feltehetjük szokásos kérdésünket, ismerjük-e folyamatunk valós teljesítményét? Válaszunk ismételten: nem. Az eddigiéknél azonban már többet tudunk, mérőszámunk értéke különbözik nullától, folyamatunk tehát nem tekinthető ideálisnak. (Ezt azonban eddig is tudtuk.)

A percentilisek értékének megválasztása a módszer kulcseleme. Ha mondjuk 25 és 75-nek választjuk őket, akkor éppen az interkvartilis terjedelmet kapjuk vissza, és csak az adathalmaz közepső 50 %-t vettük figyelembe, 90 és 10 esetén, vagy még jobban kitolva a határokat, az adatok igen nagy százalékát, és természetesen – a folyamatunkra nem igazán jellemző – a kiesőket is figyelembe vesszük.

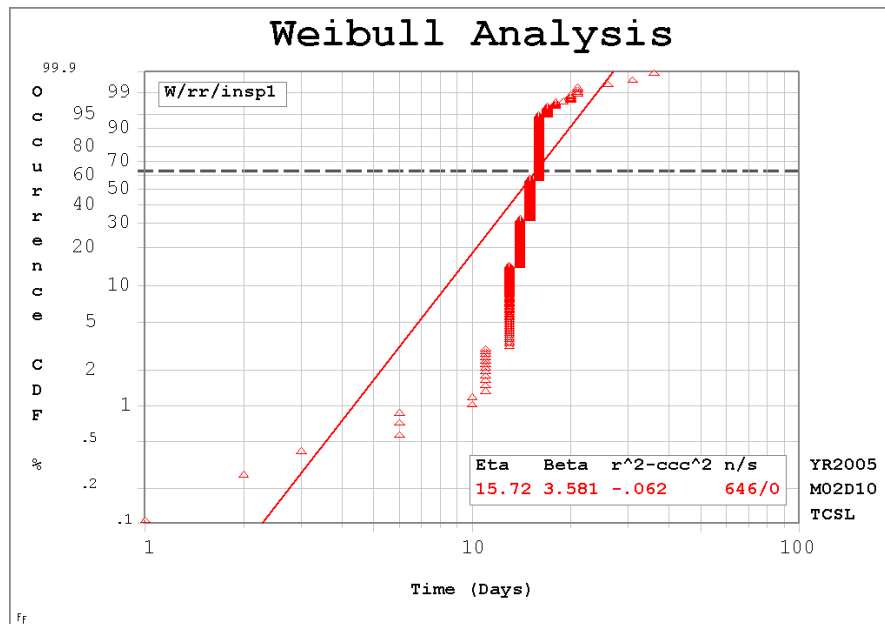
Megismerve a fenti módszereket és mérőszámokat, hiányérzetünk támad. Olyan elemzési módszert szeretnénk használni, amely egyszerre felel meg három fontos követelménynek:

- egzakt leírást ad a jelenlegi folyamatunkról,
- segít a rövid és hosszútávú célok kitűzésében,
- képes a fejlesztés eredményességének vizsgálatára.

A dinamikus modell

Miről is van szó? Valamilyen elvárt időnek történő megfelelésről, vagyis olyan a probléma, mint az, hogy pl. egy adott fényforrás a megadott ideig működik-e, egy csapágy élettartama az elvárt számú fordulat-e stb. A gondolatmenet alapján problémánkat visszavezethetjük egy élettartam

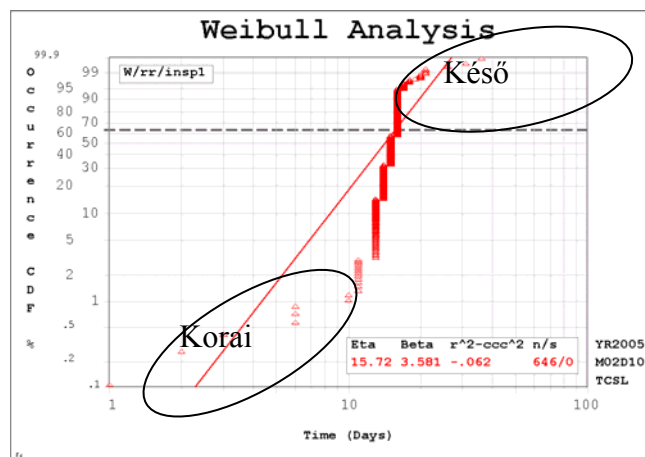
elemzésre, ahol jól ismert valószínűségi eloszlásokkal dolgozunk. Ilyen eloszlások pl a lognormális, vagy a Weibull, melynek alkalmazása a fényforrásiparban alapvető, így kézenfekvő volt ennek a kipróbálása. Mindjárt az elején jött a probléma, ez az eloszlás csak pozitív számokon értelmezett. Gondot okoz ez a tény? Nem, használjuk a valós teljesítési napok számát, legyen ez valószínűségi változónk. Az elemzéshez a WinSmith nevű szoftvert használjuk.



4. ábra: Adataink elhelyezkedése a Weibull-hálón

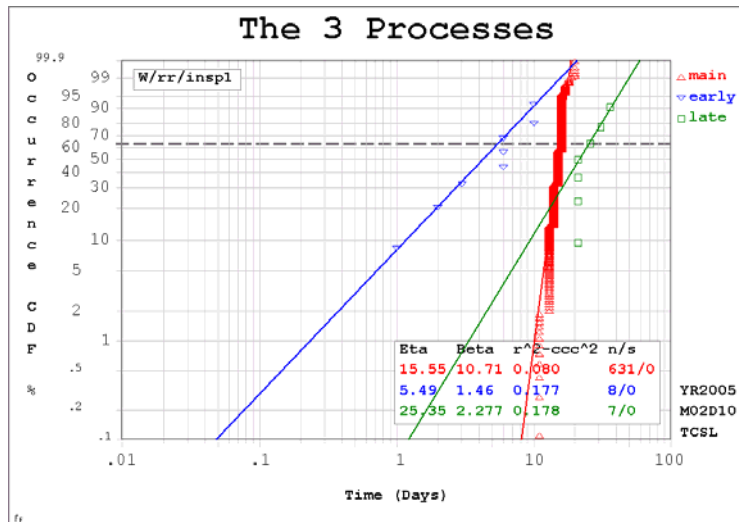
Újabb problémával kerültünk szembe, adataink jelentős része nem a Weibull-egyenesen helyezkedik el, és a megfelelőségi együttható is azt mutatja, hogy az adatok nem követnek Weibull eloszlást.

Jól megfigyelve az ábrát, egy kérdés merül fel bennünk, vajon egyetlen folyamatról van szó?



5. ábra: Folyamatunk valójában 3 folyamat keveréke

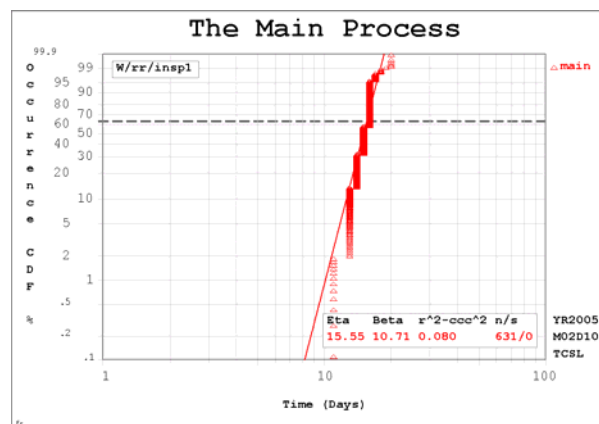
Válasszuk szét a három folyamatot, definiáljunk egy korai és egy késő részfolyamatot, és legyen egy főfolyamatunk. A szétválasztás után mindhárom folyamat Weibull eloszlást követ, és ami még érdekes, hogy a 646 adatból 631 a főfolyamathoz tartozik, a koraiak és a késők kevesebb mint 2 %-t képviselnek.



6. ábra: A három folyamat

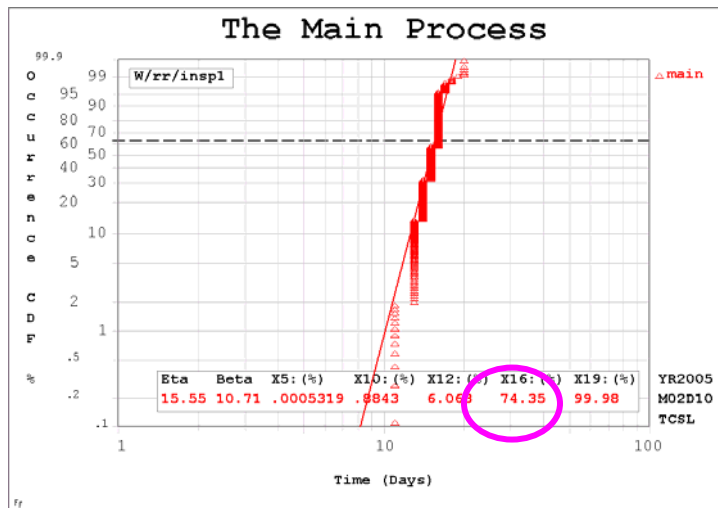
A három folyamat megkülönböztetését a későbbi elemzések igazolták. A korai szállítások raktárról történtek vagy későn kerültek a rendszerbe, vagyis nem voltak részei a valós (fő)folyamatnak. A késői szállítások anyaghiány, gépmeghibásodás vagy minőségi probléma miatt történtek, vagyis szintén nem szerves részei a normális üzletmenetnek. A három folyamatot tehát nem együtt, hanem egymástól elkülönülten kell elemezni és javítani.

Nézzük a főfolyamatot, az adatok egy kétparaméteres statisztikai eloszlást követnek, ahol a két paraméter értéke meghatározza az eloszlást, a skálaparaméter (az ábrán „eta”) és az alakparaméter (beta, azaz az egyenes meredeksége). Dinamikus modellt alkottunk!



7. ábra: A főfolyamat és az azt leíró paraméterek

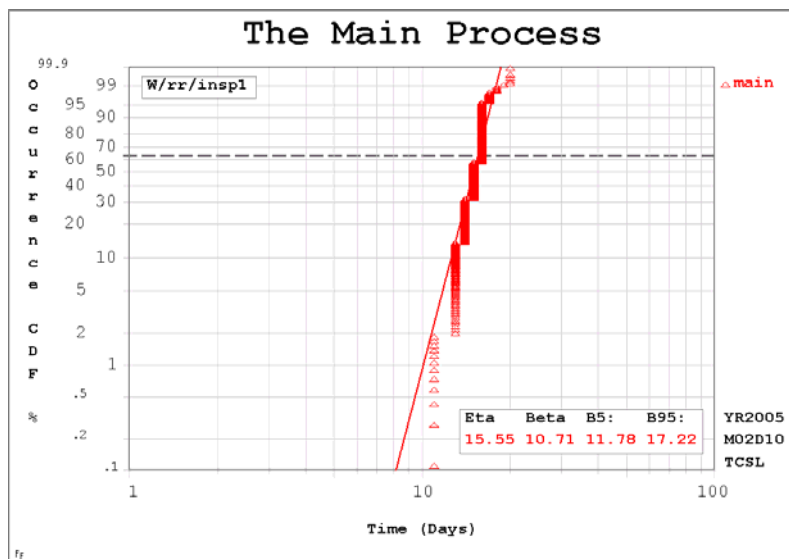
Tegyük megint fel a kérdést, mire képes a folyamatom, de most már csak a főfolyamatra fókuszálunk.



8. ábra: A főfolyamat teljesítménye

A statisztikai elemzés lehangó képet mutat a folyamatunkról, a megadott határidőre csupán a rendelések 75 %-t vagyunk képesek teljesíteni. Most láthatjuk igazán a módszer előnyeit. Mit tettünk volna egy hagyományos gondolkodásmód esetén? Biztosan felfedezzük a korai és a késői szállításokat, ezeket fogjuk a rendszer fő hibáiként felfogni, intézkedéssorozatokat határozzunk el és hajtunk végre, és nem a valódi problémát kezeljük.

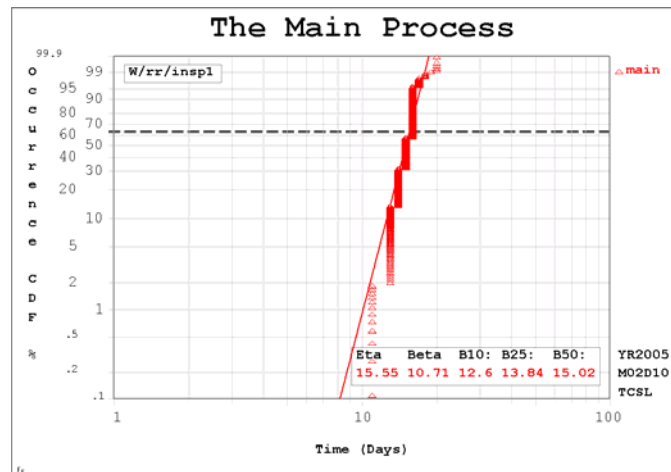
Amennyiben a főfolyamat korábban definiált SPAN értékére is kíváncsiak vagyunk, azt is meghatározhatjuk a Weibull-eloszlás valószínűségei segítségével.



9. ábra: A főfolyamat SPAN értéke (B95-B5)

A főfolyamat SPAN értékére 5.44 napot kaptunk, míg az excel percentilisek használata esetén ez mindössze 3 nap volt és ebben még benne voltak a korai és késő kiesők is. Bár a SPAN-t, mint mérőszámot nem tartjuk igazán egzaktnak, a Weibull közelítésben jobban közelít a valósághoz.

A módszernek egy másik előnye az, hogy tetszőleges elvárt határidőre rá tudunk kérdezni, mi annak a valószínűsége, hogy időben teljesítünk, illetve meg tudjuk becsülni, hogy a rendelések adott százalékát hány nap alatt tudjuk realizálni.



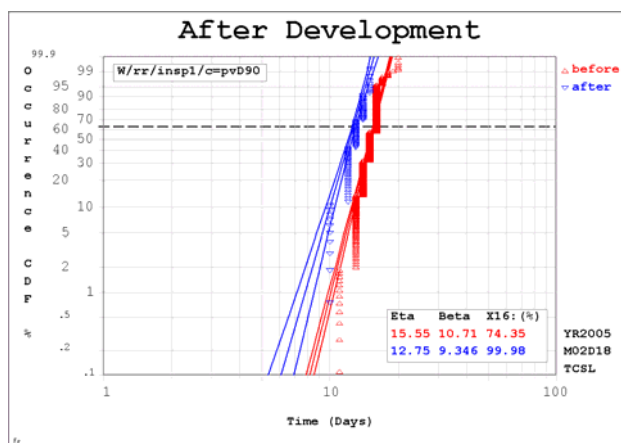
10. ábra: A rendelések 10, 25 és 50 %-nak teljesítése

A példából azt láthatjuk, hogy a megadott százalékokhoz tartozó teljesítési nap számok rendre 13, 14 és 15 nap.

A módszer kidolgozása előtt 3 fontos követelményt határoztunk meg. Ebből már - véleményünk szerint - kettőt teljesítettünk. A folyamatról egzakt leírást tudtunk adni, hiszen megállapítottuk, hogy valójában 3 folyamatról van szó, és a főfolyamat valós teljesítményét is megadtuk, csak 75%-ban vagyunk képesek a vevői elvárások kielégítésére. Az elemzés eredményeképpen kitzúphetünk rövid és hosszútávú célokat, a korai és késő teljesítések külső, kritikus okok hatására jönnek létre, rövid távon ezeket kell megszüntetni. A főfolyamat nem megfelelősége hosszú távú feladatokat határoz meg, fel kell tárni, hogy melyek azok a belső, a folyamatom lényegéhez tartozó okok, amelyek a nem megfelelőséget eredményezik. A folyamat milyensége határozza meg, hogy milyen módszert alkalmazzunk, Hat Sigma, 8D, PDCA, értékfolyam térképezés stb.

Amennyiben a fejlesztőmunkát elvégeztük, szükség van annak vizsgálatára, hogy valóban szignifikáns javulást értünk-e el. Ez volt a harmadik kritériumunk, amikor a feladathoz hozzáfektünk.

Mivel dinamikus, statisztikai modelltől van szó, ez nem jelenthet problémát. Az ábrán egyszerre ábrázoltuk a régi és a fejlesztett folyamat pontjait, az illesztett Weibull egyenesek köré 90 %-os konfidencia határokat rajzoltattunk a szoftverrel. A konfidencia határok nem fedik át egymást, vagyis a fejlesztés eredményes volt. Ezt mutatják a számok is, 16 nap alatt mindössze az igények 0.02%-a nem teljesül.



11. ábra: A fejlesztés eredményességének ellenőrzése

Összefoglalás

A határidős szolgáltatások teljesítményének mérésére egy új módszert dolgoztunk ki, amely egy statisztikai eloszláson alapul. Jelen példában adataink a Weibull eloszlást követték, de más eloszlások is előfordulhatnak. Eddigi tapasztalataink alapján a Weibull mellett leggyakrabban lognormális eloszlással találkoztunk.

Megállapítottuk, hogy ilyen teljesítmények mérésekor csak azonos folyamatokra, azonos elvart teljesítési határidőkre lehet elvégezni az elemzést, különben a kapott eredmények hamis képet adnak a vizsgálandó folyamatról.

A módszer egyaránt használható műszaki és nem műszaki, tranzakcionális folyamatokra. Műszaki területeken a határidőre történő szállítás mellett alkalmazható műveleti időkre, nem megfelelő ségnek elintézési idejének vizsgálatára, stb.

Tranzakcionális területeken a szolgáltatások idejének elemzésére alkalmas, például okmányok (személyi igazolvány, útleveél, jogosítvány, forgalmi engedély, stb) kiadási idejének vizsgálatára. Olyan esetekben is alkalmazható, ahol nincs elvart határidő, szemben a klasszikus SPAN közelítéssel, ahol a különbségeket tekintik. Alkalmas lehet még azonos típusú bűnügyek felderítési idejének elemzésére, adott típusú bírósági perek hosszúságának vizsgálatára, adott típusú betegségekkel kórházban töltött napok számának meghatározására. Minden olyan helyen, ahol az időnek meghatározó szerepe van.

Vizsgálatainkban a WinSmith nevű szoftvert használtuk, amit a megbízhatósági elemzésekre fejlesztettek ki. A napi gyakorlatban bármely olyan statisztikai szoftver (Statistica, Minitab, stb) használható, amely képes megbízhatósági elemzésekre, vagyis képes a Weibull, a lognormális és egyéb eloszlások kezelésére.

Felhasznált irodalom:

<http://www.weibullnews.com>

<http://www.isxsigma.com>