

OTDK-dolgozat

Varga Zoltán
Msc

2013

KERESLET-ELŐREJELZÉS A VÁLLALATI LOGISZTIKÁBAN

Demand forecasting in the corporate logistics

Varga Zoltán

Kézirat lezárása: 2011. október 26.

KERESLET-ELŐREJELZÉS A VÁLLALATI LOGSZTIKÁBAN

Demand forecasting in the corporate logistics

TDK dolgozatommal elsődlegesen a Trilak Festékgyártó Kft kereslet-előrejelzésének további javítására szeretnék javaslattal szolgálni. A célom, hogy a korábban elkészített, és 2011-ben használatba vett modellemtől továbbfejlesszem.

A Trilak Festékgyártó Kft, és jogelődjei, több mint 100 éves múlttal visszatekintő, jelenleg Magyarország piacvezető festékgyártó vállalata. A pénzügyi és gazdasági válság, a festékiparban is visszaesést jelentett és jelent most is. Ezért, ahogy a vállalatok többsége is, megtakarításokat eszközöltek minden területen, amely nem befolyásolta/befolyásolja negatívan a vállalati működést. Dolgozatommal az alapanyag-rendelési mennyiségek „optimálisabbá” tételéhez szeretnék új ötletekkel szolgálni.

A dolgozat első részében a témához kapcsolódó szakirodalmakat tekintem át, különös tekintettel a kereslet-előrejelzés kvantitatív módszerei közül azokra, amelyek kapcsolódnak a vállalati iparág sajátosságaihoz, és a később bemutatásra kerülő modellekhez. A második részben kerül sor a Trilak Festékgyártó Kft bemutatására, a korábbi és jelenlegi előrejelzési rendszer, illetve a gyártási gyakorlat tárgyalására.

A dolgozat második részében, a saját modellem továbbfejlesztéseit mutatom be. A szakirodalomban ismert Winters-modell használható a napi, heti, havi értékesítési volumen várható mennyiségének előrejelzésére. Illetve más alternatívákat is megvizsgállok, például egy ARIMA módszert alkalmaztam. Mindegyik megoldásnak közös tulajdonsága, hogy gyors adatfrissítéssel, és automatikusan működő függvényekkel az adott termék 8 hétre várható összes értékesítési mennyiségét +/-30%-kal képes megbecsülni. Ezt az értéket egy MRP táblázatba másolva, könnyedén meghatározható a várható alapanyagigény, a 8 hetes rendelési ciklus végéig.

TDK dolgozatom zárásaként, pedig az ismertetett, és javasolt modellek gyakorlati alkalmazásának folyamatát, és eredményeit szemléltetem.

DEMAND FORECASTING IN THE CORPORATE LOGISTICS

Kereslet-előrejelzés a vállalati logisztikában

By the aid of my TDK essay, I would like to represent forward ideas of a better demand forecasting mainly for the Trilak Painting Ltd. My goal is to develop my model created before, and began to use in 2011.

The Trilak Painting Ltd, and its predecessors in title, with its 100-year-old history, now the leading company of the Hungarian market. The financial and economical crisis caused and causes recession in the painting industry as well. As most of the other companies, they made savings all the fields, that won't harm their activity. By my essay I would like to show new ideas of how the quantities of raw material requirements could be more accurate.

In the first half of my essay I have overviewed the literature of the topic, significantly on the quantitative methods of forecast demand, that has connection with the industry and the models which will show up in the following. The second half consists of the introduction of the Trilak Painting Ltd., the previously, and now used forecasting methods, and the practice of the production.

In the second half, I represent the developments of my model. The well known Winter's model, as in the literature, can be used as the daily, weekly, monthly sales volume forecasting method. I have tested other alternatives, such as the ARIMA way. Every solution has the same qualities: fast data refreshing and functions with automatic calculations capable to estimate the quantity of the given product, 8 weeks forward within +/-30%. Coping this data into an MRP schedule, the estimated raw material requirement is easy to calculate for the order cycle of 8 weeks.

At the end of my TDK essay, I have represented the used, and the outcomes of the models I have reviewed, and proposed.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	1
2. AGGREGÁLT TERVEZÉS.....	4
2.1. Az aggregált terv összetevői.....	4
2.2. Az aggregált tervezés és a kereslet.....	5
2.3. Az aggregált tervezés módszerei.....	7
2.4. Az anyagszükségleti tervezés (MRP).....	9
2.4.1. Az MRP összefüggései.....	10
3. A KERESLET ELŐREJELZÉSE	14
3.1. A kereslet-előrejelzés tartalma	14
3.2. A kereslet-előrejelzés adminisztrációja.....	16
3.3. Ex post, ex ante előrejelzések.....	17
3.4. Előrejelzések alkotóelemei.....	20
3.5. Előrejelzések a termékéletgörbén.....	22
3.6. Előrejelzési módszerek.....	23
3.6.1. Trendszámítás.....	24
3.6.2. Állandó jellegű igény előrejelzése.....	26
3.6.3. Szezonalitást is tartalmazó igény előrejelzése exponenciális simítással	27
3.6.3.1. Szezonalitási együttható	28
3.6.3.2. Winters-modell	29
3.6.4. Lineáris regressziószámítás alkalmazása előrejelzéseknél.....	31
3.6.5. Előrejelzések hibáinak mérései	33
3.6.5.1. A hiba nagyságának mutatói.....	33
3.6.5.2. Az előrejelzési modell vizsgálata	35
4. SZTOCHASZTIKUS IDŐSORELEMZÉS	38
4.1. ARIMA.....	39
5. A TRILAK FESTÉKGYÁRTÓ KFT BEMUTATÁSA.....	42
5.1. Termékpaletta	43
5.2. Röviden a festékekről.....	44
5.3. Termékek logisztikai csoportosítása.....	45
5.4. 2011 előtti előrejelzési rendszer	45
6. ELŐREJELZÉS EXCEL FÜGGVÉNYEKKEK	47
6.1. Standardizáció	54
7. AUTOREGRESSZIÓS VIZSGÁLATOK.....	58
7.1. ARIMA.....	59
8. ÖSSZEFOGLALÁS	62
9. IRODALOMJEGYZÉK.....	63
MELLÉKLETEK.....	66

TÁBLÁZAT-, ÉS ÁBRAJEGYZÉK

1. Táblázat Matematikai tervezési eljárások és jellemzőik	9
2. Táblázat Anyagszükséglet-tervezés alaptáblázata	13
3. Táblázat Jellegzetes igényminták	22
4. Táblázat Követőjel-számítás	37
5. Táblázat 8 hetes előrejelzés, előrejelzés függvényvel,	56
6. Táblázat 8 hetes előrejelzés, exponenciális simítással	56
7. Táblázat Előrejelzés mozgóátlaggal	67
8. Táblázat Előrejelzés exponenciális simítással	68
9. Táblázat Példa a Winters-modellre 1. rész	69
10. Táblázat Példa a Winters-modellre 2. rész	70
11. Táblázat Példa a Winters-modellre 3. rész	71
12. Táblázat B termék parciális autokorrelációs vizsgálata	72
13. Táblázat D termék parciális autokorrelációs vizsgálata	73
14. Táblázat B termék 52 hetes ARIMA modellje	74
1. ábra Értékesítési előrejelzés ARIMA modellel	3
2. ábra A tervezési modell felépítése	4
3. ábra Az aggregált tervezés lépései	7
4. ábra Az anyagszükséglet-tervezés adatbázisa és eredménye	11
5. ábra Gyártmányfa	12
6. ábra A hatékony kereslet-előrejelzés folyamata	14
7. ábra Egy kereslet-előrejelző rendszer felépítése	16
8. ábra Ex post és ex ante előrejelzések ciklusai	18
9. ábra Összehasonlító grafikon	19
10. ábra Az első három év igényalakulása	33
11. ábra Követőjel alakulása	37
12. ábra A Boks-Jenkins modellezés sémája	41
13. ábra Termékmegoszlás felhasználás szerint	44
16. ábra „B” termék heti bontású előrejelzése	52
17. ábra „C” termék heti bontású előrejelzése	53
18. ábra „B” termék alapanyag-rendelési előrejelzése	53
19. ábra „C” termék alapanyag-rendelési előrejelzése	54
20. ábra TOP20-as termékek előrejelzéseinek összehasonlítása	55
21. ábra Exponenciális simítás vs előrejelzés függvény	57
22. ábra B termék ARIMA modell illesztése	60
23. ábra B termék ARIMA modell illesztése, 52 héttel	60

1. BEVEZETÉS

Mit jelent megbecsülni a jövőt, és ezen az úton haladva egyre közelebbről ismerni azt, ami előttünk áll? Előnyt azokkal szemben, akiknek nincs ilyen információjuk. De ez az előny éppúgy fordulhat ellenünk, mint ahogyan segíthet is. Az, hogy mit kezdünk a kapott információval, már rajtunk áll. Ha tudjuk, hogy holnap nagy valószínűséggel esni fog az eső, felkészülünk rá. De mi történik ha a felhők, az időjárásjelentés után, egyszerűen elfordulnak? Valószínűleg egy kicsit bosszankodunk, hogy miért kellett feleslegesen magunkkal vinni az esernyőnket. Talán megrendül a bizalmunk az előrejelzést kiadóban. Lehet, hogy észre sem vesszünk, az eső hiányát. Az idő útja, ami folyamatos mozgásban van, és talán azt mondhatjuk, hogy kiszámíthatatlanul kanyarog, behatárolható. Hajszálpontosan csak hatalmas szerencséével lehet rátalálni. De addig is, keresni kell a tűt a szénakazalban, és ha ráleltünk, követni, ameddig csak képesek vagyunk rá.

Tételezzük fel, hogy tudjuk milyen idő várható egész évre, tudjuk hány baleset lesz az utakon, és azt is, hogy melyiken, tudjuk, hogy ki milyen műsort fog nézni a televízióban, mit, mennyit fog vásárolni egy héten, vagy egy nap. Az egész éves idő lehetőséget ad a mezőgazdaságnak olyan növények vetésére, amelyek az adott klímához a legjobban illenek. A balesetek ismeretével elkerülhetőek a veszélyes szakaszok. A TV adásait úgy rendezheti, hogy a lehető legnagyobb célközönséget érhesse el, így a reklámbevételek növekednének. A vásárlások alapján a megfelelő áru lehet a megfelelő helyen, és a megfelelő időben.

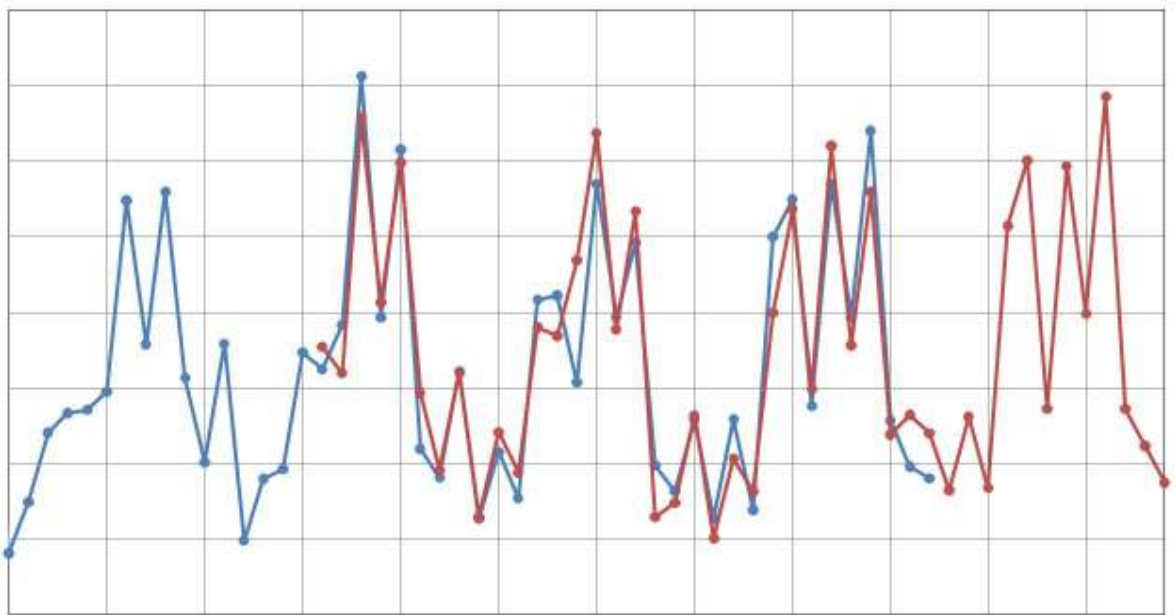
Legalább 4 évvel ezelőtt olvastam egy cikket egy internetes hírportálon, egy kínai fiatalemberről, akit a Fields-érem-re, a legmagasabb matematikai kitüntetésre jelöltek. Sajnos a nevére nem emlékszem, de mivel egyetlen a közelmúltban díjazott kínai díjazott sem szerepel a Fields-érmek kiérdemlők névsorában, ezért úgy gondolom, végül nem kapta meg. Egy olyan elméleti és gyakorlati alkalmazást dolgozott ki, amelynek köszönhetően, nagy valószínűséggel megállapítható, hogy melyik ember, melyik TV csatorna, melyik adását fogja követni. Ámulatba estem. Szinte hihetetlennek tartottam, hogy annyi különböző ember, és választási lehetőség közül, létezik, olyan determináló statisztikai-matematikai módszer, amivel mindez elérhető. Ellenben ha belegondolunk, már nem is olyan hihetetlen. Nagyjából behatárolható, hogy az egyes emberek milyen műfajú műsort,

filmet kedvelnek, és ezek alapján, egy megfelelő, és pontos adatbázis segítségével az éppen aktuális műsorok összevetésével megmondható, hogy nagy valószínűséggel ki, melyik műsort fogja nézni. Előfordulhat, hogy azonos műfajú filmek mennek párhuzamosan két különböző csatornán. Ebben az esetben például dönthet az, hogy az illető hol lakik, hiszen ez lehatárolhatja a fogható csatornákat, vagy leginkább az, hogy milyen előfizetése van, és abban a csomagban melyek az elérhető csatornák.

Amikor először találkoztam az előrejelzések gondolatvilágával, úgy terveztem, hogy a befolyásoló tényezőkből állítok össze egy Excel táblarendszert, ami képes lesz megmondani, hogy adott tényező, vagy tényezők változásának hatására, mennyiben fog módosulni az értékesített mennyiség. Ez egy ökonometria megközelítés lett volna. Természetesen csak olyan adattömböket használtam volna fel, ahol a tényező és az értékesített mennyiség között kimutatható korrelációs kapcsolatban van. Például a 2010. májusi nagyjából három hétig tartó eső, érzékelhető csökkenést mutatott az eladott mennyiségben. Sajnos ennek a gondolatnak hamar szembetűnő hibája, hogy hatalmas adatmennyiségről beszélünk. Ezek beszerzése sem egyszerű, de a kezelhetőségük, az Excel korlátain belül tovább rontja a rendszer értékét. Ezért ezt az ötletet elvettem.

Az alapkoncepció megmaradt, egy jó előrejelzéssel természetesen készletszintet lehet csökkenteni, ami tökemegtakarítást eredményez a vállalat számára. Ökonometria megoldás helyett, idősorossal javítottam a helyzeten. Ha azt mondanám, hogy megoldottam a problémát, az talán úgy is értelmezhető, hogy olyan eljárást készítettem, amivel tökéletes, tehát következetesen 100%-os pontosságú előrejelzés készíthető. Sajnálatosan ilyen megoldás nem létezhet, mivel maga a tökéletesség sem létezik. Azonban folyamatosan törekednünk kell rá. „A nemzetközi szakirodalomban számos kutatási irányt és fejlesztési elképzelést találhatunk, többen az előrejelzések pontosságát (H. Jodbauer, 2006), mások a mérési pontok elhelyezését és sűrűségét (E. Eral, 1998), valamint a készletszintek és a kanban-körök száma közötti összefüggéseket (G. Liberopoulos, S. Koukoumialos, 2004) a rendszer flexibilis struktúráját (H. Missbauer, 2008), bizonyos irányok pedig a statisztikai nézőpont mellett a dinamikus viselkedés feltárásának fontosságát (S.M. Disney és társai, 2003) hangsúlyozzák. A húzott rendszerű, fogyasztó által vezérelt gyártás matematikai modellezésében a sorbanállási hálózatok bizonyultak eredményesnek.” (Logisztikai Évkönyv 2010, Budapest, 135. oldal)

Az ARIMA modell első említésével még szakdolgozatom megírása közben találkoztam egy internetes cikkben. Akkorra már rendelkeztem némi rálátással az előrejelző modellek terén. Hamar feltűnt, hogy az ARIMA/SARIMA modellekkel milyen látványos eredményeket lehet elérni. A cikk 2010. szeptember 24-én jelent meg, tehát nem sok idő volt október 1-ig, amikor a szakdolgozatom leadási határideje volt. Változtatni tehát nem igazán volt lehetőségem, illetve a modellek bonyolultsága ellentétben állt a célkitűzéseimmel, mivel igyekeztem megtalálni az egyszerűség, könnyen kezelhetőség, és a céges célkitűzéseknek összhangját. A cikkben a következő grafikont tették közzé:



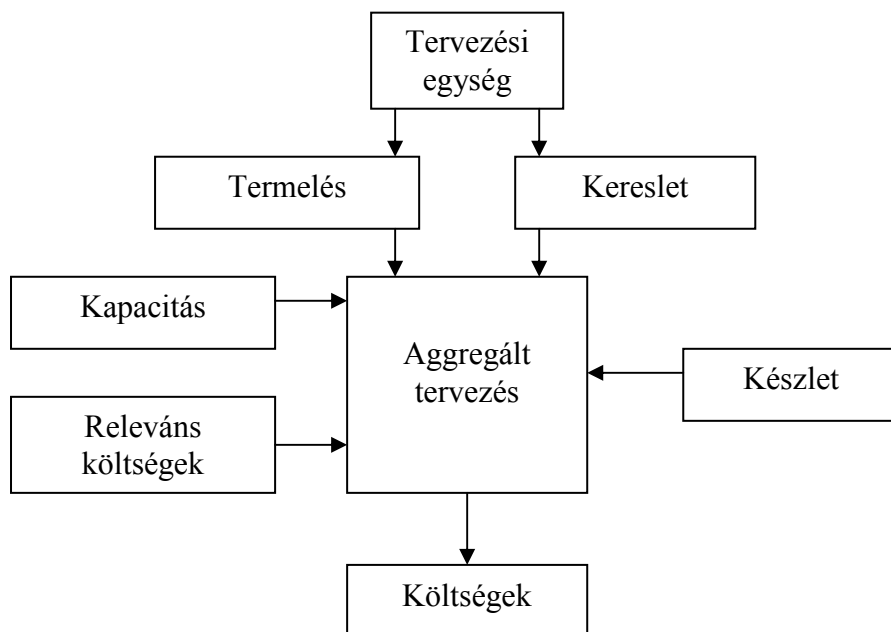
1. ábra Értékesítési előrejelzés ARIMA modellel

Forrás: <http://www.tranzitonline.eu/cikkek/ertekesitesi-elorejelzes-a-gyakorlatban>, Letöltés dátuma: 2011. október 16.

2. AGGREGÁLT TERVEZÉS

Az aggregált termelési terv, a termelési erőforrások hatékony elosztásának, általában még előrejelzett keresleti szint mellett, módszere. A termelésirányítási, termeléstervezési rendszer legmagasabb szintje, ezért kiindulópontja is az alsóbb szinteknek. Az aggregált terv kiterjed a termelési ütemre, a készletek és termelési erőforrások, illetve a kapacitások várható alakulására, kihasználtságára.

A terv több változatban, és több lépésben készül el. A különböző változatok összehasonlítására a megvalósíthatóság, és a vállalati költségek szolgálnak alapul. A modell célja, hogy a vizsgált időszakban felmerülő becsült, és tényleges kereslet, a készletek és kapacitások, és persze a felmerülő, és ide tartozó költségek függvényében, milyen ütemben gyártson a vállalat. A modell felépítését a következő ábra szemlélteti:



2. ábra A tervezési modell felépítése

Forrás: Chikán-Demeter, 2006, 159p.

2.1. Az aggregált terv összetevői

Egy termék-, vagy szolgáltatáscsalád alkothat tervezési egységet. Ha nem lehet összevonni termékeket, akkor végső megoldásként jöhet szóba több aggregált terv elkészítése. A termelési vagy szolgáltatási ütem a tervezői folyamat eredménye. Termékegységre vonatkoztatva, és természetes mértékegységben adja meg a tervezési időhorizont mentén

az egyes időszakokra a termelési, illetve szolgáltatási mennyiséget. A kereslet ütemét összevetve, a termelés, és szolgáltatás ütemével két stratégia határozható meg:

- a) Egyenletes ütemű stratégia: a termelés üteme, az adott időszakra egyenletesen van elosztva.
- b) Keresletkövető stratégia: a termelés üteme igyekszik szorosan követni a kereslet változását.

(Forrás: Meredith, 1992)

Mint általában, úgy itt is, mind a két stratégiának megvan a maga előnye, illetve hátránya. Az egyenletes ütemű tervezés esetében nem lépnek fel a kereslet ingadozásából adódó kapacitásproblémák, például ideiglenes foglalkoztatásból, túlórákból adódó költségek, stb. Számítani kell még a készletek felhalmozódására, illetve készlethiányra szintén. Előnye maga az egyszerűség. A termelési, és a termelést kiszolgáló rendszerekben nem okoz zavart, ezért átláthatóak, és egyszerűek a termelésirányítási, és –szervezési feladatok. A keresletkövető elv a készletszintek optimalizálásra törekszik, de a kapacitásokat, mivel a keresletet igyekszik követni, eltérően terheli, ami állandó konfliktus forrása, és jelentős költségeket okoz. A konfliktus abból a dilemmából keletkezik, hogy a keresleti igények gyorsabban változnak, minthogy a kapacitásokat át lehessen állítani. Az a vállalat, amely gyorsabban tud átállni, mint versenytársai, versenyelőnyre tehet szert. Így az eredményesség, és a versenyképességek egyik feltétele a rugalmasság, termékválasztékban ugyanúgy, mint a termékek mennyiségének változtatásában. Ugyanakkor a vállalat kapacitásai végesek, és ezek hosszú távú kibővítése (gyárberuházások, bővítések, géppark lecserélése, stb.) csak lassan megtérülő befektetések. Ezért a meglévő erőforrásokból kell tartalékot képezni, leginkább készleteket, amikkel könnyen és gyorsan lehet alkalmazkodni a változásokhoz.

2.2. Az aggregált tervezés és a kereslet

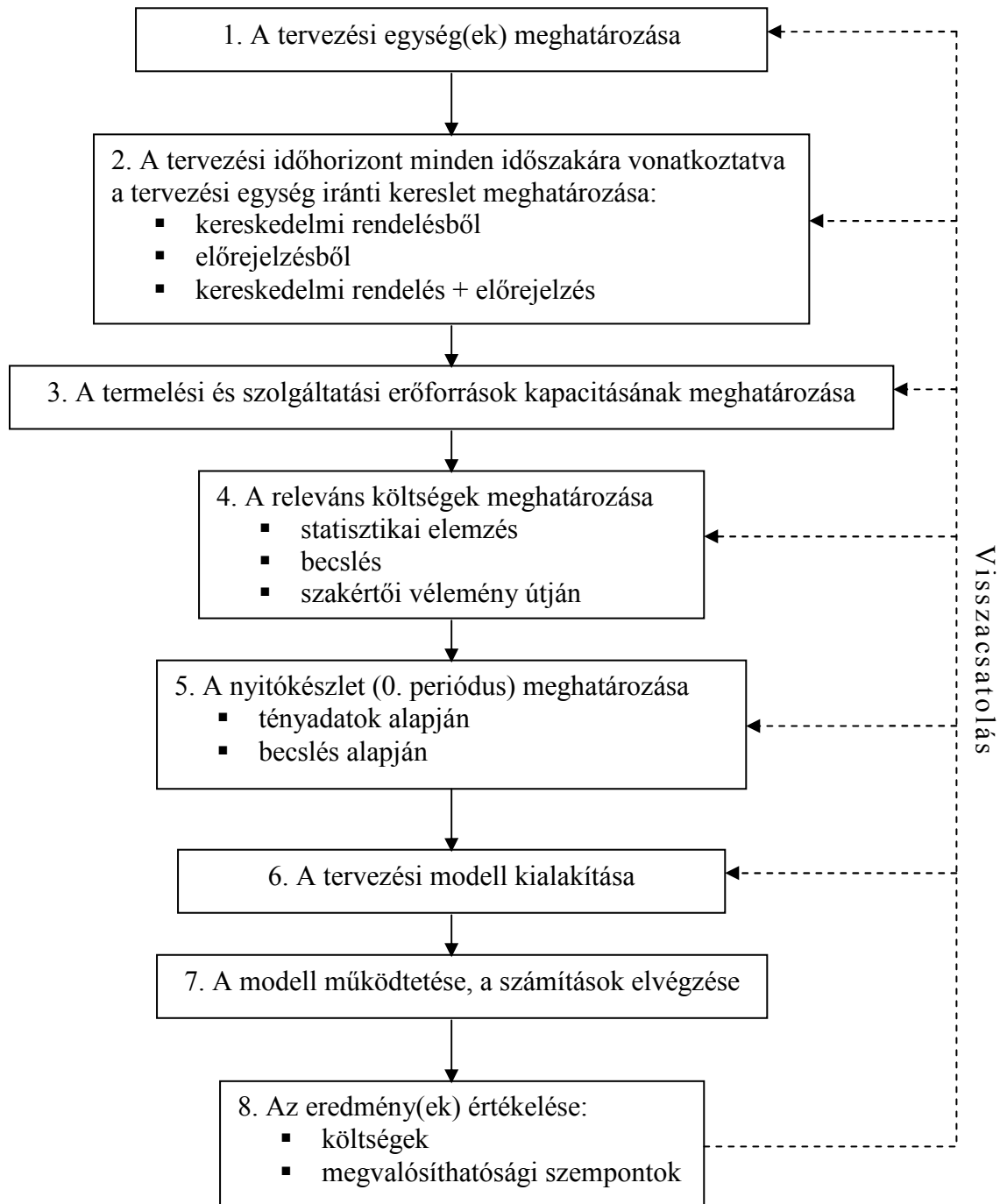
Az aggregált tervezés célja, a kereslet és kínálat összehangolása, éppen ezért meg kell vizsgálnunk, hogy ha a kínálati oldalon már nem látunk új lehetőségeket, és a mérleg két oldala még mindig nincsen, számunka megfelelő, egyensúlyban, akkor a keresleti oldallal kell komolyabban foglalkozni. Ennek legfontosabb eszközei a következők:

- Árazás: a csúcsidezőszakokban, vagy főszezonokban a magasabb árak kereslet visszafogó, a holt szezonban, az alacsonyabb árak kereslet emelő hatását használhatjuk ki.

- Hirdetés, reklám: eladásösztönzés holtszezonban, kevés vagy semmi reklám csúcsidényben.
- Foglalási rendszer és/vagy várakoztatás (azaz készletezés): a foglalásos, bejelentkezéssel rendszer jó hatékonysággal képes simítani a keresletet, és némi várakozást a vevők nagy része is elvisel (minél értékesebb a termék, illetve a szolgáltatás és minél kevésbé helyettesíthető, annál többet).
- Tájékoztatás: az ügyfelek tájékoztatása arról, hogy mikor nagyobb a zsúfoltság és mikor lehet hamar végezni, sokakat ösztönözhet alkalmazkodásra.
- Kiegészítő termék, illetve szolgáltatás kifejlesztése: a kapacitáskihasználás ezáltal egyenletesebbé tehető.

(Forrás: Sasser – Hart – Heskett, 1991)

A kereslet várható üteme szempontjából, minthogy az aggregált tervezés idejében még nagyon kevés a konkrét rendelés, ezért ennek meghatározására, az előrejelzéseket, prognózisokat kell alapul venni, de ezek mellett a meglévő rendelésállományokból, mint másik forrás, is lehet adatokat szolgáltatni a tervező, vagy tervezők felé. A nyitókészletet, ha nem ismerjük, akkor meg lehet becsülni a kérdéses időszak kezdőpontjában. Szolgáltatásokra ez természetesen nem igazán, vagy csak nagyon ritkán értelmezhető. A kapacitás adott időegység alatt, az adott erőforrásokkal maximálisan előállítható termékmennyiség. Az erőforrások, ahogy a termékek is, a tervezés jellegéből adódóan eszköz-, vagy munkaerőcsoportot alkothatnak. Lehet viszont az összes munkaerővel, illetve az összes eszközzel is tervezni, ez függ a tervezés, az aggregáltság fokától, illetve magától a terméktől. A releváns költségek sincsenek tételesen felsorolva, itt is költségcsoportok szerint működik a tervezés. Ugyanakkor a szerepük, mivel ez alapján ítélik meg a tervet, vagy terveket, nagyobb. Releváns költségek lehetnek azok a ráfordítások, amelyek változói jól jellemzik a vállalati működést. Ezeket tervezési egységre lebontva érdemes megadni, a könnyebb tervezhetőség miatt. Ennek lehetséges nagyságát a korábbi időszak elemzése alapján, a szakértői vélemények alapján, vagy becslés útján lehet meghatározni. A következő ábrán látható az aggregált kereslet tervezés lépései. Amennyiben a terv elfogadásra kerül, akkor a következő fázis, a termelési vezérprogram kialakítása lesz. Ha nem elfogadható, akkor a visszacsatolás az 1-6. lépésekig vezet vissza.



3. ábra Az aggregált tervezés lépései

Forrás: Chikán-Demeter, 2006, 164p. alapján

2.3. Az aggregált tervezés módszerei

Informális tervezési módszerek, azok az eljárások, amelyek nem tartalmazznak matematikai megoldásokat, nem optimalizálnak. Egyszerű grafikus, és táblázatos megjelenítéssel próbálják a felhasználó (döntéshozó) munkáját segíteni a leginkább elfogadható terv kiválasztásában. A legelterjedtebb módszer az úgy nevezett Próba-hiba módszer. A módszer alapja egy táblázat, amelynek oszlopait az aggregált tervezés időhorizontjára eső

tervezési időszakok (hónap, negyedév, félév, év), sorait a kereslet, a termelés, a releváns költségek, a hiány, a készlet tölti meg. A módszer előnye a tervezési időszakra számított összes költség meghatározása, ami a terv értékelésének, egyik fő szempontja.

A termeléstervezés és termelésirányítás módszertana már több mint három évtizede foglalkozik matematikai eljárások alkalmazásával, amelyek adott feltételek mellett optimális megoldást nyújtanak a tervezők és a vállalati vezetők számára (Chikán–Demeter, 2006, 168p.). Az eljárásoknak igen széles skálája létezik, amelyek közül ma már szerintem a leginkább elterjedt a számítógépes szimuláció, főleg a mérnöki tervezést igénylő iparágakban. Ezt természetesen a számítógépek számítási és tárolási kapacitásának radikális bővülése segítette elő, amivel érezhetően lerövidült a modellek kalkulációs ideje, és a komplexebb modellek kezelése is átláthatóbbá, és egyszerűbbé vált. Ugyanakkor nem született átütő siker a matematikai módszerek széles körű alkalmazására, ami valószínűleg azzal magyarázható, hogy nem született még olyan módszer, ami egyszerű, és minden, vagy viszonylag sok termékre/termékcsoportra alkalmazható lenne. Az alábbi táblázat foglalja össze a gyakorlati termelésmenedzsment által említett eljárásokat és jellemzőiket.

1. Táblázat Matematikai tervezési eljárások és jellemzőik

Módszer	Megközelítési mód	Jellemzők
Lineáris programozás	Optimalizáló	• Számítógépesített • A lineáris közelítés nem mindig helytálló
Célprogramozás	Optimalizáló	• Lehetővé teszi többszörös célok figyelembe vételét
Lineáris döntési szabályok	Optimalizáló	• Komplex • Komoly erőfeszítést igényel a költségadatok megszerzése és a modell kialakítása • A költség lineáris megközelítése nem mindig érvényes
Vezetési együttthatók	Heurisztikára alapozott	• Többszörös regresszió-analízist alkalmaz a múltbéli adatok modellbe építése érdekében
Paraméteres tervezés	Heurisztikára alapozott	• Keresési rutinokat alkalmaz a döntési szabály kialakítása érdekében
Szimuláció	Próba-hiba módszer	• A számítógépesített modell lehetővé teszi a vezető számára, hogy a modell működését eltérő feltételek mellett vizsgálja

Forrás: Stevenson, 1990, 487p.

2.4. Az anyagszükségleti tervezés (MRP)

Az anyagszükségleti terv (MRP, Materials Requirement Plan) tartalmazza, az egyes termékek alapanyag, félkész termék szükségletét, és meghatározza, hogy a szállítási, és gyártási ciklusok szerint mikor, mekkora rendelést kell feladni annak érdekében, hogy a termék a megfelelő időben, és a megfelelő mennyiségben rendelkezésre álljon. A jelentkező igények szerint alapvetően két csoportot lehet alkotni.

Függő igény: adott termék igénye egy másikkal együtt változik. Ilyen eset könnyen előfordulhat egy-egy marketing akció keretében, amikor az egyik termék mellé, a másikat „ajándékba” adják. A festékek esetében, a felhasználói szempontból, ez szinte természetes, hiszen ahhoz, hogy egy fedőfestéket felhordjunk a kívánt felületre, azon túl, hogy letisztítottuk mielőtt bármit felhordanánk, egy alapozó réteget kell képezni. Ezért egy alapozó festék igénye, általában együtt mozog a fedő festékekével.

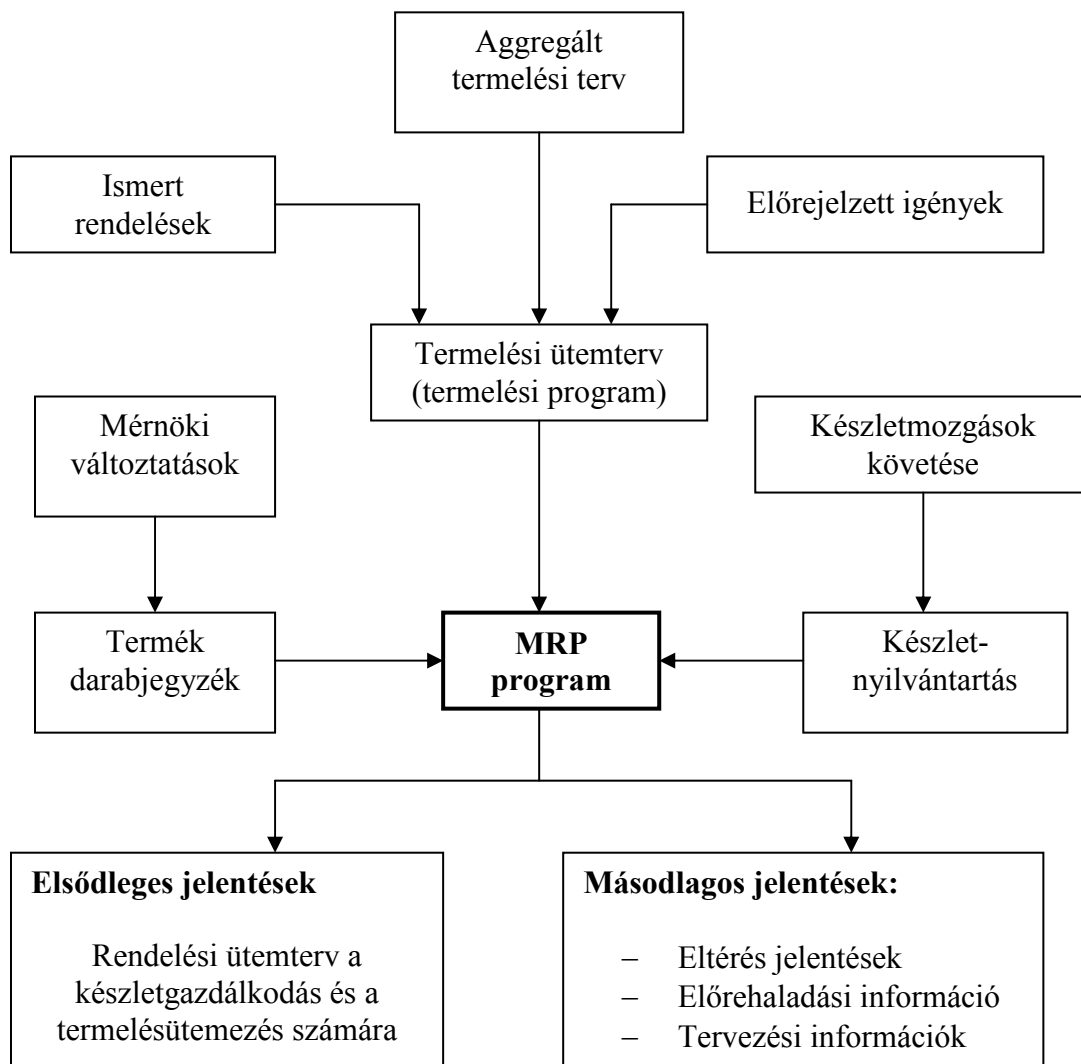
Független igény: független igényről akkor beszélhetünk, ha az adott termék keresletét, közvetlenül a vevők alakítják, nincs együttmozgás más termékkel. Ettől függetlenül azért a

konkurencia, vagy egy másik innovatívabb, a vevői igényeket jobban kielégítő termék alakíthatja ennek a terméknek az igényeit. Például az alapozó nélkül is felhordható egyrétegű festékek keresletét közvetetten nem befolyásolja másik termék.

Beszélhetünk még olyan termékekről, amelyeknek az igénye függő, és független is. Általában ezek alkatrészeket előállító vállalatok termékei. Például egy telefonalkatrészeket előállító vállalat termékeinek egyik része, amelyiket a telefongyártóknak értékesítenek, függő igényű. A másik része, amit a szervizeknek, vagy kiskereskedőknek adnak el, már független igényű, mert kereslete nincs kötve más termékhez. Remélhetőleg nem minden telefon kerül szervizbe az eladottakból.

2.4.1. Az MRP összefüggései

Az MRP feladata a termékekhez kapcsolódó komponensek rendelési ütemtervének meghatározása. Az alábbi ábrán láthatóak azok az adatok, amelyek mentén az MRP számítás elvégezhető.



4. ábra Az anyagszükséglet-tervezés adatbázisa és eredménye

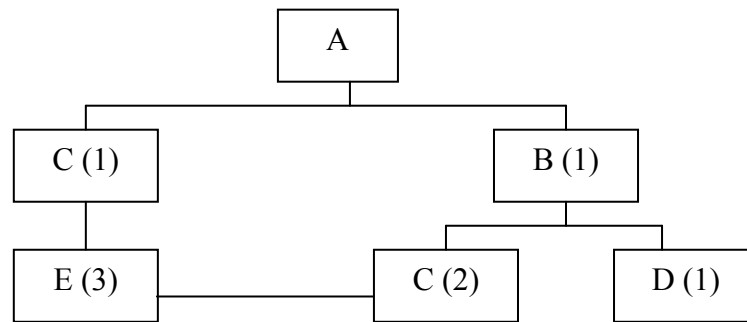
Forrás: Koltai, 2009, 228 p.

A számításhoz szükséges információkat az alábbi három csoportba sorolhatjuk:

- 1) Termelési vezérprogram. A független igényű termékek gyártásának ütemtervét tartalmazza, ami a következő információkra épül:
 - a) Aggregált termelési terv
 - b) Ismert rendelések
 - c) Még nem ismert, de előre jelzett, vagy jelezhető rendelések

Lényeges előzetesen meghatározni, hogy a tervezési vezérprogram kialakításakor, milyen időegységben adhatunk meg adatokat. Ha az adatok havi bontásban ismertek, és az időegység a hónap, akkor heti adatokat nyilván nem lehetne megadni. A Trilak esetében heti bontásban ismertek az adatok, és a hét azaz időegység, amire termelési előrejelzéseket kell adni, viszont az anyagszükséglet számításához 8 hetes időegységben van meghatározva.

- 2) A termék felépítése (komponenshierarchia vagy gyártmányfa). A terméket alkotó komponensek technikai és logikai egymásra épülését tartalmazza. Ebből meghatározható a komponensek mennyisége, és belépési pontjuk a termelésbe, a gyártmány összeszerelése szerint. Az egyik komponensbe közvetlenül beépülő másikat, beépülő komponensnek hívjuk, a beépülő komponens szempontjából felhasználó komponensnek azt, amibe beépül.



5. ábra Gyártmányfa

Forrás: saját összeállítás

- 3) Készletnyilvántartás. A beszerzendő, vagy legyártandó termékekhez fontos tudni a már készleten várakozó, és *felhasználható* termékek, alapanyagok, félkész termékek listáját, hogy ezekkel korrigálva, ne rendeljünk, illetve gyártsunk többet, mint amennyire szükség van. A felhasználható termékek, alapanyagok, félkész termékek listája nem egyenlő a pillanatnyi raktárkészletünkkel, hiszen abban szerepel a biztonsági készlet, és a más célra lekötött, a várt beérkezéseknek biztosított anyagok, stb. Ennek kiszámítási módja a következő: $\text{Rendelkezésre álló mennyiség} = \text{Raktárkészlet} - \text{Biztonsági készlet} - \text{Lekötött mennyiségek} + \text{Várt beérkezések}$

A készletnyilvántartásban szerepel még az utánrendelési idő, amely szerint kell az egyes komponenseket a tervezett beérkezésnél korábban megrendelni.

Minden komponensnél, minden időszakra, a következő öt értéket kell kiszámítani:

- Bruttó igény, amelyet függő igénynél a technikai felépítés alapján meghatározott végtermék igénye alakít ki. A független igényt a termelési vezérprogram határozza meg.
- A rendelkezésre álló mennyiség (tervezett készlet) számítása az első időszakra úgy történik, ahogy azt a készletnyilvántartásnál látható összefüggés mutatja. A további időszakokra a következők szerint alakíthatók ki: $\text{Rendelkezésre álló mennyiség (t)} = \text{Rendelkezésre álló mennyiség (t - 1)} + \text{Tervezett rendelésbeérkezés (t - 1)} - \text{Bruttó igény (t - 1)}$

A $t - 1$ a t időszakot megelőző időszakot jelöli. Logikusan következik, ha az eredmény pozitív, akkor megkapjuk az adott időszakra vonatkozó igényadatokat. Ha negatív, akkor a rendelés nem lesz teljesíthető a kívánt időben.

- c) A nettó igény a bruttó igény és a rendelkezésre álló mennyiség különbsége.
- d) Tervezett rendelésbeérkezés, az a mennyiség, amelynek a beérkezését a menedzsment tervezi az adott időszakban.
- e) Tervezett rendelésfeladás az a mennyiség, amelynek a feladását a menedzsment tervezi a vizsgált időszakban.

2. Táblázat Anyagszükséglet-tervezés alaptáblázata

Komponens	n. hét	n+1. hét	n+2. hét	n+k. hét
Bruttó igény				
<i>Feladott</i> rendelés beérkezés				
Tervezett készlet				
Nettó szükséglet				
<i>Tervezett</i> rendelés beérkezés				
Tervezett rendelés feladás				

forrás: saját összeállítás

Az MRP célkitűzései:

- **Készletcsökkentés:** Az MRP meghatározza a szükséges alapanyagok és félkész termékek mennyiségét, az igény felleptének időpontjában. Így lehetővé teszi az épp időben történő beszerzést, ezért a készletek szintje jelentősen csökkenthető, csak a beszerzés biztonsága miatt lehet rá szükség.

- **Csökkenti az átfutási időket:** a termelés-tervezés határidő szerint rangsorolja a rendeléseket, azonosítja az anyagokat. Az időzítést lehetővé teszi olyan anyagbeszerző menetrend kialakításával, ami mellett be lehet tartani a szállítási határidőket.

- **Valós elkötelezettség:** segít eldönteni, hogy mi vállalható. A reális vállalások révén javul a vevői elégedettség. Mielőtt egy újabb rendelés elvállalására kerülne sor, meg kell nézni, hogy hogyan hat a termelésre, mikorra teljesíthető.

- **Jobb hatékonyság:** szorosan koordinálja az egyes munkahelyek munkáját. Kevesebb közvetett személyzetre van szükség, így kevesebb a váratlan megszakítás is.

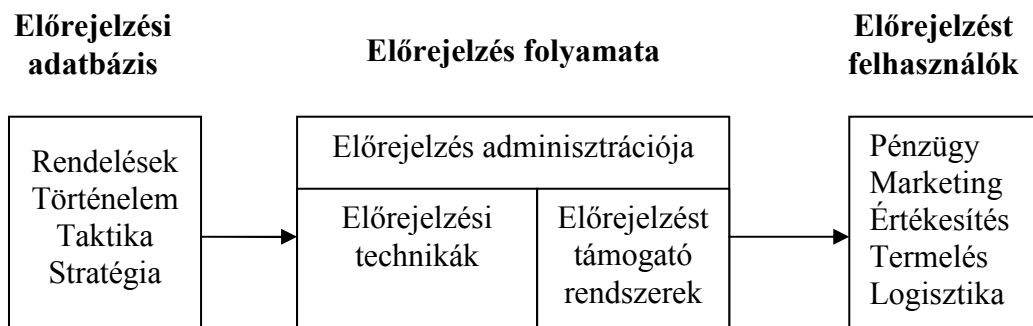
(Forrás: Kovács, 2001)

3. A KERESLET ELŐREJELZÉSE

Vállalati, tehát kínálati szempontból a közvetlen kereslet kétféle lehet: függő, és független. A függő kereslet a végfogyasztóknak szánt késztermékhez tartozó alapanyagok, félkész termékek, alkatrészek, stb kereslete, amely a végtermékek pontos mennyiségének ismeretében könnyedén meghatározható. A független kereslet, ahogy a neve is adja, független a vállalati hatásoktól, illetve a cégnek nincs befolyása ezek alakulására. Legegyszerűbb példa erre a vállalat termékei iránti vevők érdeklődése, fogyasztói szándéka.

3.1. A kereslet-előrejelzés tartalma

Ha hatékony keresletmenedzsmenti rendszert akarunk kiépíteni, akkor először is meg kell ismerni, a kereslet természetét, hogy a vevői igények ingadozásából adódó bizonytalanságot csökkentsük. A termelési folyamatot alapvetően a tényleges, és a várható keresletből eredő információk alakítják. A várható kereslet előrejelzésekor történik az értékesítés trendjének, szezonjának, és a ciklikusságának feltérképezése.



6. ábra A hatékony kereslet-előrejelzés folyamata

Forrás: Bowersox –Class, 1996, 228. old.

Az előrejelzés kiindulópontját nézve kétféle lehet:

- Top-down (felülről lefelé) tervezés a teljes, aggregált vállalati igényekből indul ki, és ezt bontja le alacsonyabb szintekre pl.: telepek, elosztó raktárak, üzletek, stb. Ez a módszer kevesebb bizonytalanságot hordoz magában, mint a telepenkénti, illetve tételenkénti előrejelzés.
- A bottom-up (alulról felfelé) irányuló tervezés a legalsóbb szinteket tekinti kiindulópontnak, és ezekből számítja ki az aggregált vállalati igényt. Tehát az alsó szinteken külön-külön független előrejelzések jönnek létre, amiket összesítenek.

Éppen ezért, ez a módszer sokkal jobban figyelembe veszi a helyi jellegzetességeket, sokkal részletesebb alapadatokat igényel, és így a számítási módja is lényegesen bonyolultabb.

(Forrás: Bowersox – Class, 1996)

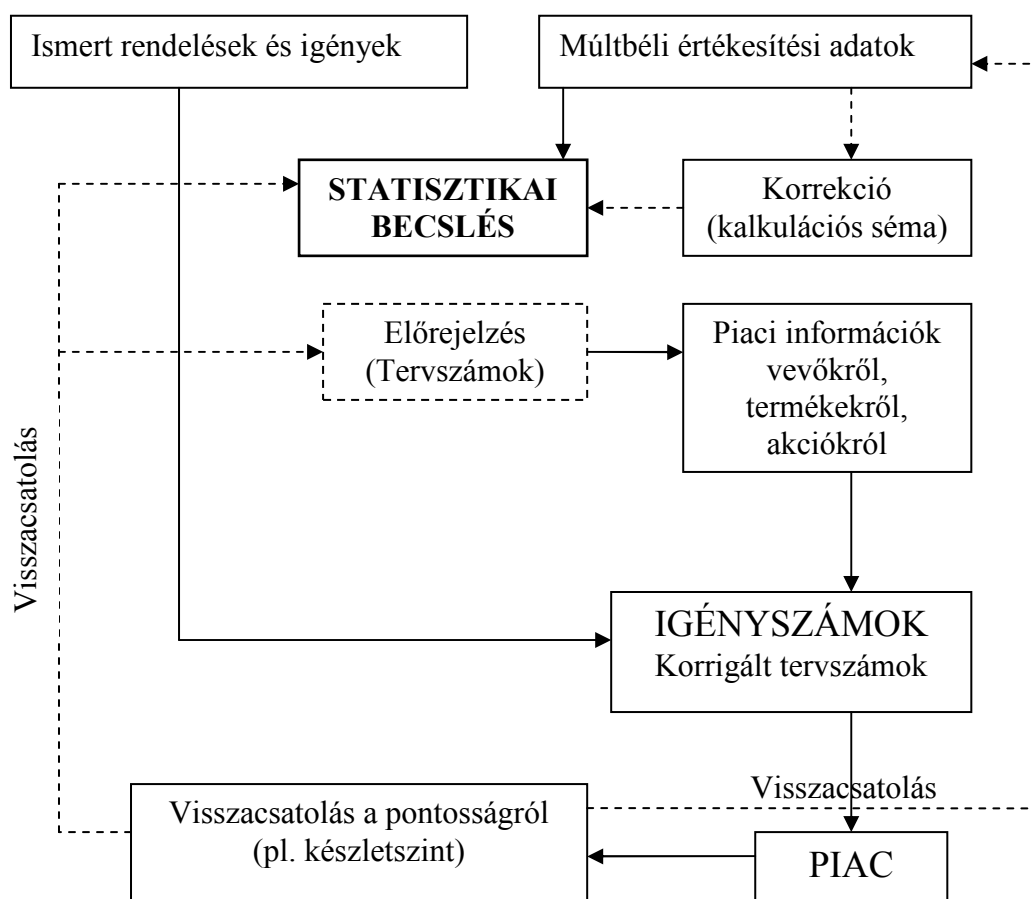
„A kereslet-előrejelzése egy olyan becslési folyamat, amelynek célja az eladható, kiszállítható, letermelhető mennyiség meghatározása” (Chikán – Demeter, 2006, 92p.). A termelés- és a kapacitástervezése elméletileg pontos előrejelzést igényel, ám ez a gyakorlatban lényegében csak szerencsével, véletlenszerűen érhető el. Ugyanakkor a minél pontosabb előrejelzésekkel lényeges megtakarításokat lehet elérni a termelőrendszerben. Ilyen lehet a kevesebb alapanyag, félkész termék, és alkatrész beszerzés, a kisebb kapacitás-lekötés, illetve alacsonyabb készletszint elérése. Az előrejelzést úgy kell kezelni, mint az információ áramlás egy állomását, ahova jelentős mennyiségű beáramló információ szükséges, hogy a rendszer pontosan tudjon működni, és eredményei a vállalat sok részlege felé használhatóak legyenek.

Az egész előrejelző rendszer alapját az információs adatbázis jelenti, amely felé a legfontosabb elvárás, hogy rugalmas, könnyen és folyamatosan frissíthető, és gyorsan lekérdezhető legyen. Továbbá tartalmazzon információkat, egyrészt a vállalaton belülről: a promóciókról, a rendelésekről, ezek előzményeiről, valamint teljesítésük módjáról (árengedmény, speciális üzleti megegyezés, stb). Illetve a vállalaton kívüli környezetről: gazdasági helyzet, a versenytársak akciói, új termékei, stb. Ezeknek az információknak megfelelő mértékű részletezettsége is szükséges a pontos, és hatékony előrejelzés készítéséhez, nem utolsósorban azért is, hogy minden részleg használhassa azokat.

A kereslet-előrejelzés technikai matematikai, statisztikai eszközök használatát jelenti. Ezekről a módszerekről az Előrejelzés című fejezetben még részletesebben szó lesz. Dolgos Olga szerint „csak statisztikai úton működő előrejelzések nem elegendőek a piaci igényekhez való folyamatos, rugalmas és költségtakarékos alkalmazkodáshoz, hiszen a fogyasztót számtalan impulzus éri, ami vásárlás, illetve éppen az adott termék vásárlására ösztönzi. A múltbeli értékesítési adatokból számolt „igényszám-tervezetek” igen gyakran korrekcióra szorulnak” (Forrás: Chikán – Demeter, 2006, 93p.).

3.2. A kereslet-előrejelzés adminisztrációja

Az előrejelzések készítése, főleg ha a múltbeli értékesítési adatokból építjük fel a rendszert, akkor folyamatos kapcsolattartást feltételez a vevőkkel. Ez leginkább a számítógépes hálózatokkal érhető el, hiszen nem várható el, hogy egyetlen ember, az üzletkötők mellett, napi szintén legyen kapcsolatban több száz, esetleg ezer vevővel. Ugyanakkor a hálózat révén, a korábbi becsült értékeket természetesen korrigálni lehet a tényleges igényszámokkal. Ha ezt megtettük, és megbizonyosodtunk abban, hogy az adott alul-, vagy felülbecslés nem egyszeri előfordulású, akkor az igényszámokhoz képest javítani kell a becslés módszerén.



Forrás: Dolgos, 1996 (kézirat)

7. ábra Egy kereslet-előrejelző rendszer felépítése

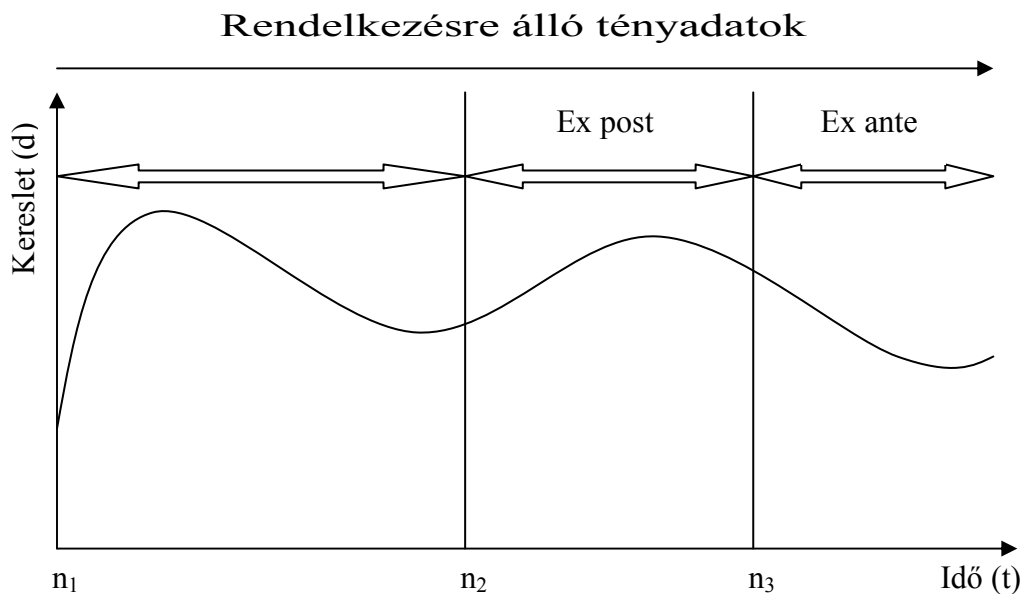
Az ábrán látható modell, kvantitatív, és kvalitatív módszereket is tartalmaz. Feltétele, hogy a kereslet havi, és vevőtípusonkénti elemzése lehetséges, a forgalom ebben a bontásban visszamenőleg rendelkezésre áll, illetve legalább a jövőben lehetséges (Forrás: Dolgos, 1996 (kézirat)).

A Pareto-elv 80-20-as szabálya, szerint a forgalom 80%-t a vevők 20% teszi ki. Az ilyen komoly vevők például árengedményt kaphatnának, ha a rendelésüket előre jelzik. Ezzel lényegesen csökkenthető lenne az előrejelzésekben rejlő bizonytalanság, és teljesülne, ha nem is teljesen, de jelentős részben, az előrejelzések célja is: költségeket lehetne megtakarítani, az alacsonyabb készletszintekkel.

Sajnos maga az előrejelzés is okozhat, a céljával ellentétben, költségnövekedést. A felülbecslés a két rossz lehetőség közül, a kisebbik rossz. Felülbecsléskor készletnövekedés történik, de ezt még könnyebb korrigálni, mint az alulbecslést. A megmaradt készleteket a következő előre jelzendő időszakra, már indulókészletként kell kezelni, vagy ki kell vonni a megbecsült értékből. Alulbecslés esetén, negatív készlet keletkezik, ami áruhiányt jelent az adott termékből. Ha ez előfordul, és a vállalat mindenképpen teljesíteni akarja a megrendelést, az alapanyagok megléte esetén ideiglenesen növelnie kell a kapacitását, ez megoldható lehet például bér munkásokkal, vagy túlóráztatással. Ha az alapanyagok nincsenek raktáron, akkor, ha lehetséges, a beszállítótól, vagy beszállítóktól kell gyors rendelteteljesítést kialkudni, de ennek nyilvánvalóan beszerzési ár növekedés lesz az eredménye. Könnyen elképzelhető, hogy ilyen esetben a cég nem képes teljesíteni a rendeltet, mivel az alapanyagok beszerzése olyan hosszú időt vehet igénybe, hogy addigra a vevő eláll a rendeltetől.

3.3. Ex post, ex ante előrejelzések

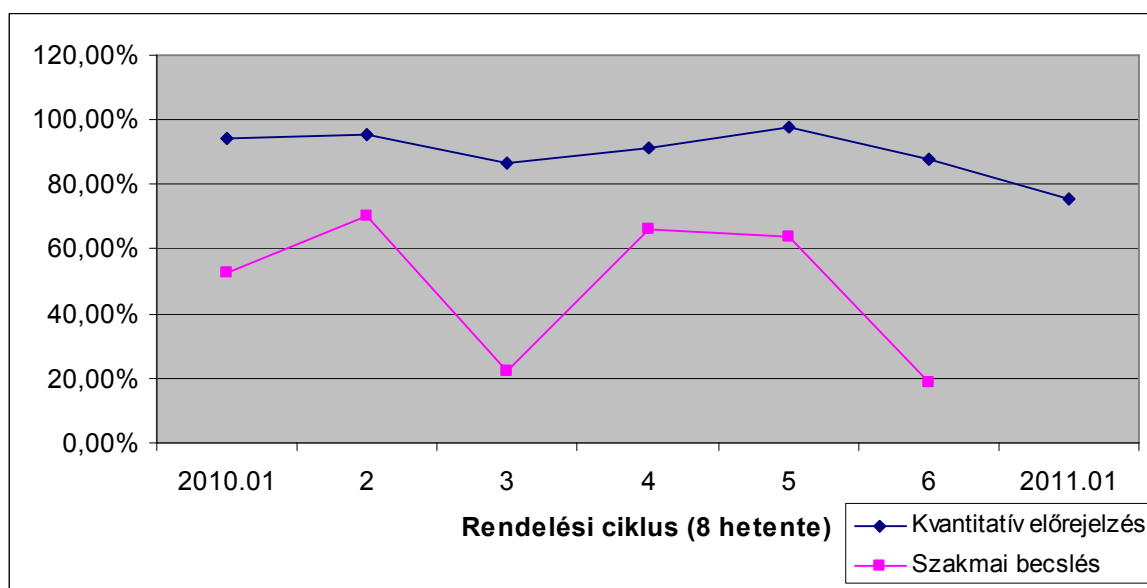
Kvantitatív előrejelzések készítésekor, próbájakor, fontos, és szerintem elkerülhetetlen vizsgálati lépés, az ex post és ex ante előrejelzések készítése (3. ábra). Az ex post előrejelzés, arra szolgál, hogy egy már létező adatsorra készítsünk becslési eljárást, mintha a tényadatok nem lennének ismertek. Ehhez felhasználjuk a korábbi tényadatokat, idősoros becslési eljárás során. Az így kapott értékeket, ha például több módszert szeretnénk kipróbálni, összehasonlíthatóvá válnak, és kiválasztható a lehető legcélszerűbb. Új módszer próbája esetén, a már létező értékek előrejelzésével gyorsan képet kaphatunk a módszer működőképességéről (Forrás: Ramanathan, 2003.)



8. ábra Ex post és ex ante előrejelzések ciklusai

Forrás: saját munka

Fontos megjegyezni, hogy ez félrevezető is lehet. A módszer tesztjét tovább kell folytatni, az ismert adatokon túl, ez az ex ante, egészen addig, amíg saját magunk meg nem győződünk, hogy a modell ténylegesen, nem csak „laboratóriumi” körülmények között, életképes. Ehhez megfelelő példa a 2010-ben íródott szakdolgozatom, amelyben olyan kvantitatív modellt alkottam, amely abban az évben, az ismert, és nem ismert hónapokban egyaránt, heti szinten nem igazán meggyőző eredménnyel, de a 8 hetes rendelési ciklusokra számolva már a +/-20%-os határértéken belül volt képes becsülni (9. ábra). Sajnálatosan ez az eredmény nem bizonyult tartósnak. A 2011-es év kezdetén, már az első 8 hetes ciklusnál is, az addigi ingadozásokhoz képest, gyors csökkenés volt megfigyelhető a pontosságban, ami átlépte a lélektani 80%-ot.



9. ábra Összehasonlító grafikon

Forrás: saját munka

Ex post és ex ante előrejelzések esetében különbséget kell tenni, a feltételes, és feltétel nélküli előrejelzések között. Feltételes előrejelzés alatt, ahogy azt a kifejezés is jelenti, valamilyen feltételhez kötjük a végső becsült értéket. Ez általában valamilyen azonos témakörből származó, fontos befolyásoló tényező, amelynek változása esetében nagy valószínűséggel változik a végső becslés is. Például az idei 2011-es nyár júliusában a svájci frank erős ingadozásokat mutatott a forinttal szemben. Ez ugyanakkor nemcsak a magyar gazdasággal függ össze, hanem az euroövezeti országok államadosságának finanszírozási bizonytalanságai is erősen befolyásolták. Elsősorban azokra az országokra gondolok, amelyek esetében felmerült a sürgős beavatkozás kényszere: Görögország, Olaszország, Portugália, Írország. Mivel hazánk tagja az Európai Uniónak, ezért azok a hatások amelyek az Unióra hatnak, hatnak Magyarországra is.

A feltétel nélküli előrejelzés, olyan becslés, ahol a becsléshez szükséges adatokat, nem tényadatként szereztük, hanem a modellből, vagy egy segédmodellből kaptuk meg őket. Például ilyen a 2010-es szakdolgozatomban kifejtett modell, ahol az utolsó lépéshez szükséges bemeneti adatokat, korábbi lépések, exponenciális simítás, mozgó átlagolás, időszaki átlagok számításaiból számoltam ki. Ez a modell a későbbiekben (Előrejelzés Excel függvényekkel c. fejezet) kerül részletes bemutatásra.

3.4. Előrejelzések alkotóelemei

Az előrejelzések két legegyszerűbb módja, a szakértői becslés, illetve a korábbi értékesítési adatokon alapuló előrejelzés. Utóbbi esetben fontos megjegyezni, hogy a rendelkezésre álló adatokat, nem kell automatikusan elfogadni. Meg kell győződni arról, hogy mit mutatnak a bázisul szolgáló adatok, másrészt pedig, gondoskodni kell a nyilvánvaló hibák kijavításáról. El kell kerülni azt, hogy egy hibát, az előrejelző rendszer mechanikus volta miatt irányadó értéknek tekintsünk, így az ebből adódó következtetések használhatatlannak válhatnak. Ezért ellenőrizni kell, hogy a kapott adatok kiugrásai, eltérései az adott iparág, vállalat jellemzője-e, vagy pedig adathibából eredőek. Például egy terméknel évközben cikkszámot vált a vállalkozás, ezért új cikkszámot vezet be, de a régit is megtartja, amíg a teljes rendszer nem áll rá át. Ez viszont mindenképpen átfedésekhez vezet, ezért kell a régi, és az új cikkszám szerinti rendeléseket összegezni, különben az adatok csonkák, valótlanok lesznek. Ez egy adminisztrációs probléma is. Ugyanakkor termékekre történő előrejelzések esetében bátran beszélhetünk sok száz, illetve több ezer különböző termékről, és a hozzájuk tartozó adatokat manuálisan nem célszerű átnézni. Inkább bízunk ezt a feladatot a számítógépes rendszerre, és csak ott avatkozunk be, ahol a rendszer eltérést mutat. Szintén felmerülhet ezekből következőleg, hogy a túlzottan bonyolult előrejelző rendszerek nem alkalmazhatóak tömegesen, csupán néhány nagyon fontos, termék esetében, vagy még inkább egyössz vállalati szintű előrejelzésre.

Az előrejelző rendszerek fontosabbá válnak, minél „különlegesebb” az adott vállalat termelési, vagy szolgáltatási volumenének változása egy éven, vagy hónapon belül. Természetesen nem csak a termelés, de egy sor másik részleg is hasznosíthatja az előrejelzéseket. Lehet, hogy többet gyártanak, de például, az értékesítés értéke kevesebbet mutat, mint arányosan kellene, mert jelentős árcsökkenés volt, vagy ellenkezőleg kevesebb terméket állítanak elő, de az értékesítés eredménye több. E rövid bevezető után térjünk rá az előrejelzési módszerek bemutatására.

A legtöbb gyártó rendszerben a kapacitást a várható igény alakulásához igazítják. Ehhez képest lehet alapanyagot, alkatrészt, stb. rendelni. A termelésmenedzsmentet segítő előrejelzés általában közép, vagy rövid távra szóló eredményeket mutat, amennyiben fellelhető, és jellegzetes igénymintával rendelkező időszakokat lehet vizsgálni.

A minta, az igény változásának jellegzetes formáját jelöli. Ezt az igényt alkotóelemeire bontjuk, és ezekből állítjuk össze az igény mintáját. A négy alapvető alkotóelem a következő (Forrás: Hunyadi-Mundruczó-Vita, 1992, 100-101p.):

- 1) -állandó (konstans) elem
- 2) -trendelem
- 3) -szezonalitáselem
- 4) -véletlenelem

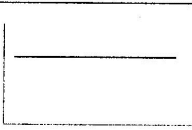
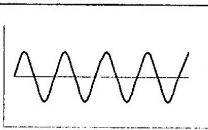
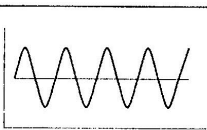
1) Állandó jellegű igényről akkor beszélünk, ha az igény, habár változik, de mégis egy meghatározható érték körül mozog. Ezt az értéket meghatározva adhatunk meg előrejelzéseket. (A/1)

2) Trendről akkor beszélhetünk, ha az igény egy időszakon belül nő, egy másikon belül csökken. A növekedés lehet additív, vagy multiplikatív. Az additív jellegű bővülés esetén egy meghatározott értékkel változik az igény, ami így előre jelezhető (B/1). A multiplikatív jellegű változás esetén egy meghatározott szorzó fejezi ki ezt az igényváltozást (C/1).

3) Szezonálításról akkor beszélünk, ha ez az igényváltozás már periodikusan ismétlődik az igény jellegzetes mértékében, az átlagtól pozitív, illetve negatív irányban. Remek példa erre az esetre, az üdítőitalok fogyasztása, aminek nyáron van az igazi szezonja, hiszen ekkor a nyári melegben jobban esik a hideg frissítő. Szezonokban az igény csökkenhet illetve növekedhet, ennek a mértéke, lehet additív illetve multiplikatív. Additív szezonálításról akkor beszélünk ha az igény a szezonon belül egy meghatározható értékkel nő, illetve csökken. Az igény jellegét trend nélküli additív szezonálítással az A/2 mező ábrázolja. Multiplikatív szezonálításnál egy nem ismert, de előre jelezhető szorzóval változik az igény (B/3).

- 5) Az előző három elemmel meghatározható az igény, azonban ez nem jelenti azt hogy az előre jelzés pontos is lesz. A véletlenelem egy olyan, a tényleges igények körül ingadozó pontthalmazt ad, amelyben megtalálhatjuk a törvényszerűségeket. Ha ez az elem nem lenne, akkor a jövőbeni értékeket pontosan ki tudnánk számítani. A legjellegzetesebb igényminták lentebb láthatóak.

3. Táblázat Jellegzetes igényminták

Trend komponens	Szezonalitás		
	1 (nincs)	2 (additív)	3 (multiplikatív)
A (nincs)			
B (additív)			
C (multiplikatív)			

Jellegzetes igényminták

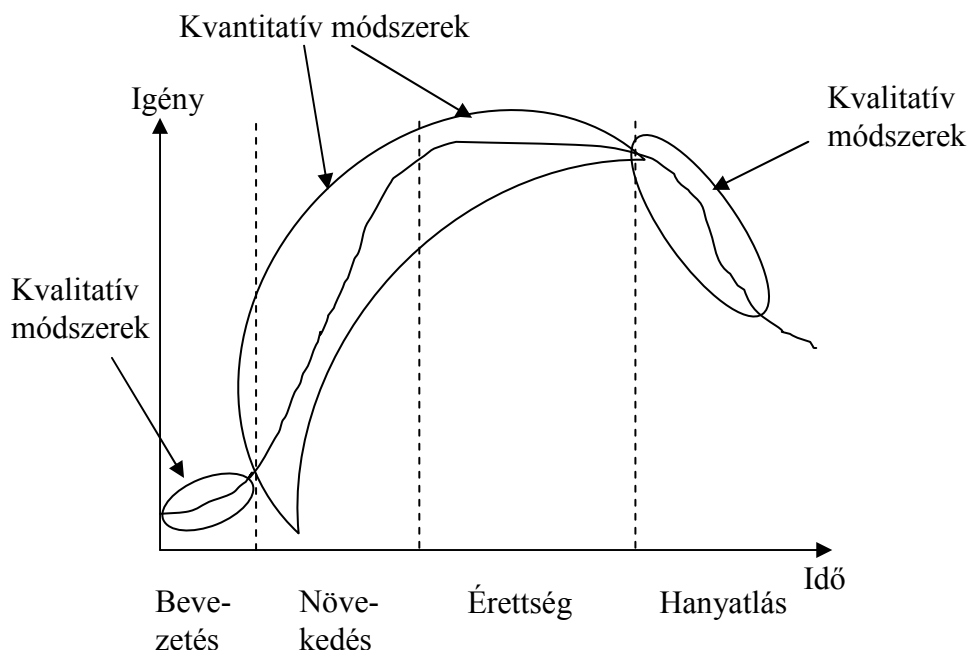
Forrás: Koltai, 2009, 32p

3.5. Előrejelzések a termékéletgörbén

Alapvetően két nagy csoportba sorolhatjuk az előrejelző módszereket. A kvalitatív módszerek olyan időszakokra vonatkoznak, amikor nem áll rendelkezésre számszerűsíthető adat, vagy van információ, de az alkalmatlan a vizsgálatok elvégzésére. Ilyen időszakok a termékéletgörbe elején, illetve a végén találhatók. A termék bevezetés szakaszában még nincsenek korábbi adataink, amikkel kalkulálhatunk, a hanyatlás szakaszában pedig a rendelkezésre álló információk már nem helytállóak. Ezekben a szakaszokban alkalmazott jellegzetes módszerek a szakértői becslés, a csoportmunkamódszerek, valamint a történelmi analógiák (Forrás: Makridakis - Wheelwright – Hyndman, 1998).

A kvantitatív módszerek az igénnyel kapcsolatos számszerűsíthető adatokat dolgozzák fel. Ezen belül két nagy csoportot különböztethetünk meg. A projektív módszer, ami, ahogy a nevéből is adódik, a múltbéli folyamatokat vetíti ki a jelenre, feltételezve, hogy ami megtörtént a múltban, az meg fog történni a jelenben, vagy legalábbis megközelítőleg helyes lesz. A másik az úgy nevezett kauzális módszer, amely az igény feltételezett okát vizsgálja, ellentétben a múltbéli adatok vizsgálatával. Természetesen, ahhoz hogy bizonyított legyen a kapcsolat az igény, és az ok között, regresszió vizsgálatot kell végezni

a két adathalmaz között. Ha bizonyított a kapcsolat, akkor a közöttük fennálló kapcsolat számszerűsítható törvényszerűségéből lehet a következő időszakot megbecsülni.



5. Ábra Az előrejelzési módszerek és a termékéletgörbe

Forrás: Koltai, 2009, 31p

3.6. Előrejelzési módszerek

A jövő becslésére, a probléma súlyához képest, viszonylag sok különböző és hasonló módszert ismer a szakirodalom. Kijelenthetjük azonban, hogy egyetlen módszer ritkán nyújtja a probléma megnyugtató megoldását. Az előrejelzéseket készítő programok is több különböző módszert tárolnak lehetséges megoldásként. Minden az adott helyzettől függ. A program maga választja ki, azt a módszert, ex post előrejelzések alapján, amivel a lehető „legjobban” közelítő becslést adhatja meg. Az így kiselejtezett modellekkel később nem foglalkozik. „Bates és Granger azonban 1969-ben rámutatott, hogy az ilyen figyelmen kívül hagyott modellek is tartalmazhatnak információt az eredményváltozó alapvető viselkedéséről, és amellet érveltek, hogy a több modellből származó előrejelzések kombinálásával pontosabb előrejelzések nyerhetők, mintha csak egy modell használnánk” (Forrás: Ramanathan, 2003, 525p). Ezért ennek a fejezetnek a célja, hogy bemutassam azokat az elterjedt, és könnyen hozzáférhető modelleket, amelyeket bárki elkészíthet, ha rendelkezik számítógéppel, illetve statisztikai előrejelzések elvégzésére alkalmas programmal, de egy Microsoft Office Excel is megfelelő, habár komolyabb problémák esetében korlátokba ütközhet az erre a területre vonatkozó, viszonylag szegényes függvénykészlete miatt.

3.6.1. Trends számítás

„Az aggregált változók legtöbb időszora monoton növekvő, vagy csökkenő tendenciával rendelkezik, amit trendnek nevezünk” (Forrás: Ramanathan, 2003, 519p). Megjegyzendő, hogy a trends számítás, leginkább csak a változókból számított irány megjelölésében segít. Ritka az olyan eset, kivéve a termékéletgörbe növekedés szakaszát, amikor a trendre illesztett függvényt, úgy tolhatjuk ki a még nem ismert időre, hogy a kapott értékek hosszabb távon is helytállóak lennének. Ez annak a feltételezésnek köszönhető, amelyen a trends számítás alapul: a múltbeli folyamatok folytatódnak a jövőben. Ugyanakkor könnyű elkészíthetősége, hozzáférhetősége és rövid távú használhatósága mégis fontos állomássá teszi az előrejelzések feltérképezésében.

Az alábbiakban látható néhány általánosan alkalmazott trend:

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1. Lineáris: | $Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + u_t$ |
| 2. Kvadrátikus: | $Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \beta_3 t^2 + u_t$ |
| 3. Harmadfokú: | $Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \beta_3 t^2 + \beta_4 t^3 + u_t$ |
| 4. Fél-logaritmikus (lin-log): | $Y_t = \beta_1 + \beta_2 \ln(t) + u_t$ |
| 5. Hiperbólikus: | $Y_t = \beta_1 + \beta_2 (1/t) + u_t$ |
| 6. Fél-logaritmikus (log-lin): | $\ln(Y_t) = \beta_1 + \beta_2 t + u_t; y_t > 0$ |
| 7. Loglineáris (log-log): | $\ln(Y_t) = \beta_1 + \beta_2 \ln(t) + u_t; y_t > 0$ |
| 8. Logisztikus: | $\ln\left[\frac{Y_t}{1 - Y_t}\right] = \beta_1 + \beta_2 t + u_t; 0 < Y_t < 1$ |

(Forrás: Ramanathan, 2003, 519p)

A trends számításnak kétféle megközelítése van, ami két módszercsaládot jelent:

Az analitikus trends számítás mögött, ha tudjuk, hogy az irányzat tartós, és analitikusan jól körülírható, olyan analitikus függvény áll, amellyel a megfigyelt idősoros adatokból jól közelítően becsülhető. „Az analitikus trends számítás az idősorban lévő tartós tendenciát alkalmasan választott analitikus függvénnyel írja le.” (Forrás: Hunyadi-Mundurczó-Vita, 1992, 104p)

A legegyszerűbb ilyen függvény, a lineáris függvény, amelyet felhasználva a lineáris trendfüggvény alapmodellje kapható. Gyakoriak azok a társadalmi-gazdasági jelenségek, amelyek esetében a nemlineáris trendfüggvények írják le legjobban az adott változás mozgását. Ezek közül a leggyakoribb az exponenciális trend. A termékéletgörbe növekedés szakaszában is elképzelhető. Az exponenciális jellegű növekedés, habár látványosan gyors, sajnos korlátokba ütközik. A rövid távon exponenciális jelleget mutató jelenséget, a korlátjuk elérése után S görbe alakot vesznek fel. Ilyen lehet például egy tartós fogyasztási cikk készlete, vagy egy hamar elterjedő és újra feltámadó divathullám. Az így leírható változásokat többféle trenddel jellemezhetőek, a legelterjedtebb a logisztikus függvény. A statisztikai programcsomagok tartalmazznak becslési eljárásokat S görbék paramétereire, de ezek értéke gyakran válik kétségesé.

Ahogy már korábban említettem, a trendek előrejelzésre történő alkalmazásukkor gyakran ütközünk abba a problémába, hogy a csökkenés, vagy növekedés jellege megváltozik. Ilyen esetekben inkább a homogénnek tekinthető időszak szakaszából számoljunk trendet, ahelyett, hogy az általában előnyben részesített sok adatot, hosszú idősort tartalmazó tömbből számolnánk.

- Feltételez egy ismert, vagy legalábbis ismertnek tekinthető analitikus függvényt, amely jól leírja a hosszú távú tendenciát
- Magába foglalja a függvény ismeretlen paramétereinek becslését, amely paraméterek fontos jellemzői lehetnek az időszaknak
- Lehetőséget ad a trendfüggvény értékeinek meghatározására mind a megfigyelési időszakon belül, mind azon kívül, azaz lehetőséget ad trendelőrejelzések készítésére.

Ha nem feltételezzük az analitikusan leírható függvényt, de a tartós irányzat létét igen, akkor az idősor különböző értékeinek különféle átlagolásával kapjuk meg a trendet. Ezt nevezzük mozgóátlagolású trendszámításnak. „A mozgóátlagolású trendszámítás lényege az, hogy az idősor t -edik eleméhez úgy rendeljük trendértéket, hogy átlagoljuk az idősor t -edik eleme környezetében lévő bizonyos elemeket.” (Forrás: Hunyadi-Mundurczó-Vita, 1992, 121p)

Ha nem tudjuk megadni a trendfüggvény típusát, akkor valószínűleg nincs elegendő ismeretünk a folyamatról, vagy az analitikus függvény meghatározását közép vagy hosszú

távú ciklusok zavarják. Ezért ilyenkor a mozgóátlagolású trendet használjuk a főirány felismeréséhez, amire később analitikus trendet illeszthetünk.

- Nem szükséges előre rögzíteni, valószínűsíteni a növekedési pálya jellegét
- Az eljárás nem eredményez az idősor tömör jellemzésére használható paramétereket
- Elkészíthetők a megfigyelési időszak egy részére a becsült trendértékek, előrejelzésre azonban csak a speciális súlyozású, előrejelzési céllal készülő prognózismódszerek adnak lehetőséget.

A gyakorlatban követendő eljárás lehet, ha például először mozgóátlagolású trendet illesztünk a megfigyelt idősor elemeire, majd az így kapott értékekre analitikus trendet számítunk. Így a két számítási eljárás különbsége adja meg a ciklus. Tehetjük azt is, hogy először illesztjük az analitikus trendet az idősorra, és ennek az értékeit levonva az idősor elemeiből, megkapjuk, maradékként, a ciklust, a periodikus ingadozást és a véletlen komponenst. Erre a maradékra számíthatjuk ki, mozgóátlagolással, a ciklus empirikus értékeit.

3.6.2. Állandó jellegű igény előrejelzése

Állandó jellegű igényről akkor beszélünk, ha az igény, habár változik, de mégis egy meghatározható érték körül mozog. Ezt az értéket a múltbéli adatokkal meghatározva adhatunk meg előrejelzéseket. Az idő múlásával, egyre több információ áll a rendelkezésünkre, melyekkel módosítani tudjuk az előre jelzett értékeinket. Az ilyen típusú igényt (D_t), előrejelzésekor, valószínűségi változóként írjuk le a következő módon:

$$D_t = \mu + \varepsilon_t$$

$$E\{\varepsilon_t\} = 0$$

$$\text{VAR}\{\varepsilon_t\} = \sigma^2$$

Ahol μ az igény nem ismert konstans értéke, ε_t pedig a valószínűségi változó, amely kifejezi a konstans értéktől való távolságot a t időszakban. Az eltérés 0 értéke jelzi, hogy az igény valóban egy állandó érték körül változik. A változást σ^2 jelöli, amely a tényleges igény szórásnégyzete, és az igényre vonatkozó múltbéli adatok statisztikai értékelésével határozható meg.

A korábbi értékesítési adatokon alapuló előrejelzések esetében, a legegyszerűbb módszerek lehetnek, ha a környezeti sajátosságok figyelembe vételével, a legutolsó tényadatot tekintjük a következő időszak értéknek, vagy ha az elmúlt időszak értékek átlagát tekintjük ennek. A mozgóátlag ezeket a módszereket vegyíti. Figyelembe veszi a korábbi adatokat, de nagyobb súlyt ad az újabb értékeknek, így a régebbiek kisebb súllyal szerepelnek. Ez utóbbi állítás nem egy-egy előrejelzésre, hanem egy sorozatra értendő. Az időszakok számának meghatározására nincsen konkrét szabály. Ha nagyobb időszakokat veszünk figyelembe, akkor kiegyenlítettebb, ha kisebbeket, akkor érzékenyebb előrejelzést kapunk.

A másik egyszerű módszer az exponenciális simítás, ami egy speciális mozgóátlag számításnak is megfeleltethető. Valamennyi korábbi érték szerepel benne, de exponenciálisan csökkenő súllyal (Forrás: Ramanathan, 2003). A simítási együtthatónak 0 és 1 közé eső értéket kell adni. Minél közelebb van a 0-hoz, annál kevésbé fogja követni az igény tényleges értékét. Előnye, hogy az előrejelzett érték a legutolsó becslést, és a tényleges érték súlyozott átlagából számítható.

Az 8. és 9. táblázatok (Mellékletek) a két eljárás eredményeit szemlélteti egy „A” jelű termék esetében, amelynek igényjellege lehetővé teszi alkalmazásukat. Az állandó jellegű igények becslése, a többihez képest, a legegyszerűbb, és nem kapcsolódik szorosan a dolgozati témához. A korábban ismertetett eljárások, illetve módszerek elegendőek a továbbiak kifejtéséhez.

3.6.3. Szezonalitást is tartalmazó igény előrejelzése exponenciális simítással

„Szezonális esetén az igény valamilyen átlagos érték körül jellegzetes időszakonként változik, és a változás nem véletlenszerű” (Forrás: Koltai, 2009, 50p). „Szezonális ingadozásnak a rendszeresen ismétlődő, azonos hullámhosszú (periodicitású) és szabályos amplitudójú, többnyire rövid távú ingadozásokat tekintjük” (Forrás: Hunyadi-Mundruczo-Vita, 1992, 135p). A szezon elnevezést leginkább az egy év alatt jelentkező, évszakokhoz kötődő, változást értem. A periodicitás, a gazdasági éven belüli havi, negyedéves, féléves változásokat jelöli. A témám szempontjából, mivel az építőipar az évszakok változása nagymértékben befolyásolja, a szezon a fontos.

Ha az a jellemző, hogy bizonyos időszakonként az átlagos igény többszörösére, vagy töredékére változik, akkor multiplikatív szezonálisról beszélünk. A multiplikatív szezonális és additív trendet tartalmazó igény a következők szerint írható le:

$$D_t = (\mu + Gt) \cdot c_t + \varepsilon_t$$

$$E\{\varepsilon_t\} = 0$$

$$\text{VAR}\{\varepsilon_t\} = \sigma^2$$

Ahol μ az igény konstans eleme, G az időszakonkénti növekedés üteme (gradiens), c_t pedig a t időszak szezonális együtthatója. Lényegében minden időszakban van egy állandó igény, (például a már meglévő vevők köre) és egy növekedési ütem (új vevők). Ennek a két tényezőnek az átlaga adja az átlagos igényt, amely körül, időszakonként eltérhet, pozitív, illetve negatív irányba az igény, és e körül változik, véletlenszerűen a tényleges igény értéke. Ezt a véletlen változást a t időszakban az ε_t valószínűségi változó fejezi ki, melynek várható értéke zero, szórásnégyzete pedig σ^2 .

3.6.3.1. Szezonális együttható

A multiplikatív jellegű szezonális esetén az igény rendszeresen ismétlődve felfelé, vagy lefelé változik az adott időszak becsült átlagos igénytől. Ebben az időszakban ismétlődő jelleggel mindig ugyanabban az irányban, és ha nem is pontosan, de megközelítőleg ugyanolyan mértékben tér el a tényleges igény a becsült átlagos igénytől. „A nyers szezonindex azt fejezi ki mértékegység nélküli formában, hogy valamely szezonban a megfigyelt idősor átlagosan hányszorosa a trendértéknek a szezonhatás következtében” (Forrás: Hunyadi-Mundruczó-Vita, 1992, 139p).

Mivel nem ismerjük az eltérés mértékét, ezért akarunk rá előrejelzést készíteni. A legkézenfekvőbb példa az üdítőitalok piaca. Ha feltételezzük, hogy a nyári hónapok tartoznak a szezonhoz, akkor erre az időszakra, a nyári szezonra, nagyobb forgalmat várunk, mint az év többi hónapjaiban. A jellegzetes szezonoknak létezik egy olyan sorozata, amely jellemző az adott termékre, vagy szolgáltatásra. Mivel sorozatról beszélünk, ezért logikusan következik, hogy ez egymás utáni ismétlődést jelent. Üdítőitalok esetében az évszakok a szezonok, amelyek egy év alatt „lezajlanak”, tehát egy év a periódus, a sorozat, amit vizsgálni tudunk. Ezért nem lehet ilyen típusú előrejelzéseket készíteni új, vagy kifutó termékekre. Az újaknál nincsen meg, vagy ha megvan, akkor még sokat változik a periódusuk. A kifutó termékek esetében, pedig a múltbéli periódusok már

nem állják meg a helyüket. A multiplikatív szezonalitásnál alkalmazott együtttható kifejezi, hogy az igény, az előre jelzett, vagy a tényleges, hányszorosa a szezon átlagos igényének. Ez az együtttható normalizálva adható meg, ami azt jelenti, hogy az együttthatók összege, megegyezik a szezonok számával. A **szezonalitási együttthatót** a következő képen lehet kiszámolni:

$$c_t = \frac{Dt}{D_t^{\text{Átlag}}} \qquad \sum_{i=t-N}^t c_i = N$$

Ahol a c_t a t időszak szezonalitási együttthatója, N pedig a perióduson belüli szezonok száma. Az átlagos igényt egy előrejelzési modellel kell megbecsülni (például a következő fejezetben ismertetett Winters-modellel).

Arra a kérdésre, hogy mikor célszerű multiplikatív, és mikor additív modellt használni, most adom meg a választ. A választás lényege, abban rejlik, hogy a szezonális és a véletlen változó milyen jellegű. A véletlen változó jellegéről, természetéből adódóan keveset lehet tudni, ezért a döntő tényező a szezonális. Ha feltételezzük, hogy a szezonálisnak a hullámhossza és az amplitúdója is állandó, vagyis mindegyik periódusban azonos mértékű a kilengések nagysága, akkor ez a szezonális eltérésekkel jellemezhető. Ez additív modellt szükségeltet. Azonban, ha a szezon amplitúdója, a trendértékkel arányosan változik, vagyis a kilengések a trendhez állandó arányban vannak, akkor a multiplikatív modellt kell használni.

3.6.3.2. Winters-modell

A Winters-modell, a Holt-módszer (bővebben Koltai Tamás: Termelésmenedzsment, 2009, 45-49. old.) kibővítése szezonalitással. Additív trendet, és multiplikatív szezonalitást is tartalmazó igény előrejelzésére használatos. Az ilyen igénynek három alkotó eleme van:

- konstans elem
- trend
- szezonális.

Mind a három elemet külön-külön becsüljük meg exponenciális simítással. Ha t időszak végén vagyunk, és így már ismerjük a tényleges igényt D_t , továbbá korábban kezdtük az előrejelzést, így már ismerjük a közvetlenül megelőző időszak becsült konstans elemének (S_{t-1}) és gradiensének (G_{t-1}) értékét. Ennek a két adatnak az összege adja a t időszak átlagos igényének előrejelzését, ami a konstans elemet is jelenti a t időszakban. Ezt az értéket

módosítjuk az adott időszakra jellemző szezonalitással, és az így kapott érték körül változik a tényleges igény, véletlenszerűen, ami már előre nem kalkulálható érték. Ismerjük továbbá a t időszak tényleges igényét (D_t), ami azért tér el az átlagos igénytől, mert egyrészt szezonalitást, másrészt véletlenszerűséget tartalmaz. Meg kell becsülnünk azt az értéket, ami azt mondaná meg, hogy milyen lenne az igény, ha nem lenne szezonalitás. A szezonalitási együttható képletét átrendezve kaphatjuk meg az átlagos igényt, ha a tényleges igényt elosztjuk a szezonalitási együtthatóval. Azonos tulajdonságú szezonok periodikusan ismétlődnek, és már korábban megbecsültünk egy ilyen szezon szezonalitási együtthatóját. Legutoljára ezt a becslést a $t - N$ időszakban végeztük el, ha N szezon van egy periodusban. A D_t/c_{t-N} értéket kiszámítva megkapjuk a tényleges értékből számolt átlagos igényt, amit szezonaltalanított tényleges igénynek nevezünk. Becsüljük a t időszak konstans elemét úgy, hogy kiszámítjuk a korábban becsült és a tényleges igény figyelembevételével számolt értékek súlyozott átlagát:

$$S_t = \alpha \cdot \frac{D_t}{c_{t-N}} + (1 - \alpha) \cdot (S_{t-1} + G_{t-1}) \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

ahol α a konstans elem simítási együtthatója.

A trendelem becslése a Holt-módszerhez hasonlóan, a közvetlenül megelőző időszakban előre jelzett trend, és a tényleges (szezonaltalanított) igény alapján becsült trendből számolva a következőképpen kapjuk:

$$G_t = \beta(s_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot G_{t-1} \quad 0 \leq \beta \leq 1$$

ahol a β a gradiens simítási együtthatója.

Szükségünk van még a t időszak szezonalitási együtthatójára. Ismét egy becsült, és egy tényleges adatból számolt érték segítségével kapható meg. A becsült adatot a korábban ugyanerre a szezonra becsült szezonalitási együttható (c_{t-N}) adja. A tényleges adat alapján számolt szezonalitási együttható a t időszak tényleges igénye, valamint a t időszak becsült átlagos igénye alapján számolható. Az így kapott két érték súlyozott átlaga adja a t időszak becsült szezonalitási együtthatóját, a következő módon:

$$c_t = \gamma \cdot \frac{D_t}{S_t} + (1 - \gamma) \cdot c_{t-N} \quad 0 \leq \gamma \leq 1$$

ahol γ a szezonalitási együttható simítási együtthatója.

A t időszak konstans elemét, gradiensét, valamint a teljes periódus valamennyi szezonális együtthatóját megbecsülve, az előrejelzés a következőképpen számítható:

$$F_{t,t+\tau} = (S_t + \tau G_t) \cdot c_{t+\tau-kN} \quad (k-1) \cdot N \leq \tau \leq kN$$

Az iménti összefüggés szerint, ha a t időszakban vagyunk, és a $t + \tau$ időszakhoz tartozó szezon tulajdonságaival rendelkezünk és ismerjük a szezonális együtthatóját. Ezt oly módon tesszük, hogy a $t + \tau$ időszakból egy periódusnyi időtartamot visszafelé lépegetve megnézzük, hogy egy ismert szezonális együtthatójú időszakban vagyunk-e már. Akkor érünk ilyen időszakba, ha megnézzük, hogy a τ időtartamba, hányszor fér bele egy periódus, és éppen annyit vagy annál eggyel több periódusnyit haladunk visszafelé. Az ilyen módon végzett előrejelzéseket hívjuk, kifejtője után, Winters-modellnek.

3.6.4. Lineáris regressziószámítás alkalmazása előrejelzéseknél

A lineáris regressziószámítás lényege, hogy egy (x_i, y_i) $i = 1, \dots, M$ ponthalmazra egy $Y_i = a + bx_i$ egyenest illesztünk feltételezve, hogy az x független változó és az y függő változó között lineáris kapcsolat van. Az (x_i, y_i) $i = 1, \dots, M$ pontok ezen egyenes körül véletlenszerűen szóródnak. A lineáris regressziószámításnak három fő alkalmazási terület van a termelésmenedzsmenti előrejelzések készítésekor:

1. Additív trendet tartalmazó igény előrejelzése. Additív trendnél az igény értéke egy lineárisan növekvő vagy csökkenő egyenes mentén szóródik. Ilyenkor a múltbéli igényadatok egy olyan (x_i, y_i) $i = 1, \dots, M$ ponthalmazt alkotnak, melynél x_i jelöli a t időszakokat, y_i pedig D_t , a t időszak tényleges igénye. A múltbéli igényadatokra lineáris regresszióval illesztett egyenes meredeksége az igény növekedésének gradiensét becsüli. Az egyenes egyenletének segítségével kiszámíthatjuk a jövőbeni időszakok igényének várható értékét. Ha az igény szezonális trendet is tartalmaz, akkor először szezonaltalanítani kell az adatokat, különben az előrejelzés pontatlan, és helytelen lesz, mivel nem csak a véletlen, de a szezonális tényező is szórni fogja az adatainkat.
2. Inicializálás. Ebben az esetben a múltbéli adatsorra illesztett egyenest arra használjuk fel, hogy egy trendet is tartalmazó előrejelzési modell kezdőértékeit határozzuk meg. A múltbéli tényleges igény adataira fektetett egyenes meredeksége lesz a gradiens, az egyenesnek az utolsó időponthoz tartozó pontja, pedig az igény konstans elemének a kezdőértéke. Itt is igaz az előbbi kitétel, ha a múltbéli adatok szezonális trendet tartalmaznak, azokat először szezonaltalanítani kell.

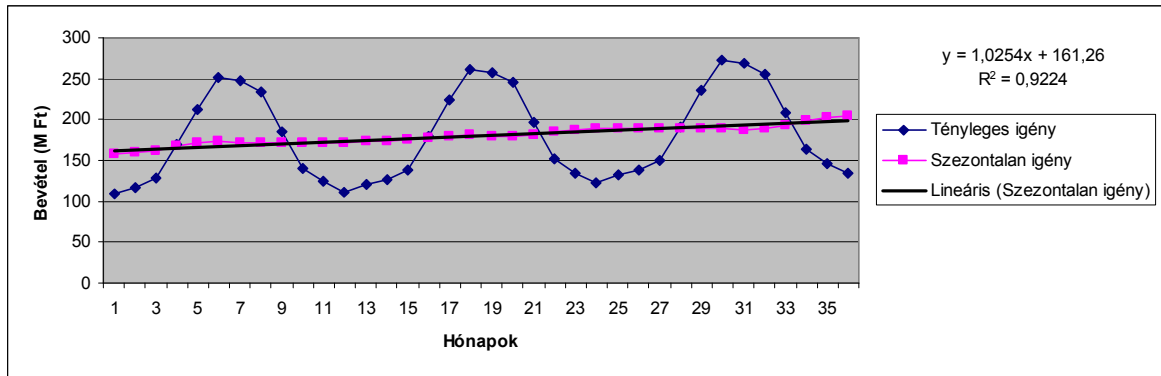
3. Kauzális előrejelzés. Ezeknek a módszereknek a lényege, hogy az igény okát, mint független változót, az igényt, mint függő változót tekintjük, és megpróbáljuk számszerűsíteni az igény oka, és az igény tényleges értéke közötti összefüggést. A lineáris regresszió lineáris kapcsolatot feltételez. Abban az esetben, ha az ok, és okozata közötti összefüggés lineáris feltételezése bizonyítottan helytelen, akkor nemlineáris regressziószámítás alkalmazható.

Az alkalmazás fő lépései a következők:

- Adatgyűjtés
- Linearitás feltételezésének vizsgálata
- A regressziós egyenes paramétereinek becslése
- Az igény várható értékének meghatározása
- Az előrejelzés hibájának vizsgálata

A 10-12. táblázatok (Mellékletek) egy példán keresztül szemléltetik a Winters-modell, és a lineáris regresszió alkalmazását. A példában egy olyan vállalkozás negyedik évének egyes hónapjaira eső bevételeit szeretném előre megbecsülni, amely vállalkozás olyan iparágban tevékenykedik, amely erős nyári szezonnal rendelkezik. Legyen ez a vállalkozás egy Balaton melletti benzinkút. A környékre több szálloda is települt, minden évben növelve ezzel a forgalmat. A 11. ábrán látható az első három év igényalakulása, az ehhez kapcsolódó, már a szezontalanítás utáni szezontalan igények, és az erre vetített lineáris trendvonal. Az korrelációs együttható (R^2) értéke 0,9224, ami erős lineáris kapcsolatra utal. Az egyenlet a, és b értékeit felhasználtam az előrejelzés elkészítéséhez, amit exponenciális simítással tettem a negyedik év igényeit követővé. A módosított előrejelzés első hetét, az Excel Leíró statisztika/Összesítő táblájának várható értékével helyettesítettem, így javítani tudtam az induló érték pontosságán.

A Winters-modellnek gyenge pontja, az a feltételezés, amely szerint, nemcsak hogy ami megtörtént a múltban, az újra meg fog történni a jövőben, hanem az, hogy ugyanolyan, vagy közel hasonló mértékben fog megtörténni. Ezt az eltérést természetesen maga a véletlen is okozhatja, de a modell sebezhető pontja az, hogy az új változásokra csak lassan reagál. Mire elegendő adat fog a modell rendelkezésére állni, hogy érezhetően kimutassa a változásokat, addigra a vállalkozás akár jelentős, felesleges tőkebefektetést is végrehajthat, ami lényegében az előrejelzések céljával szöges ellentétben áll.



10. ábra Az első három év igényalakulása

Forrás: saját munka

3.6.5. Előrejelzések hibáinak mérései

Lényegében, a kereslet ingadozása, és az előrejelzésekben szereplő véletlen elem miatt, nem várható el, habár előfordul, hogy az előrejelző rendszerek tökéletes pontossággal jelezzék előre a tényleges igényeket. Az előrejelzési hiba, a tényleges, és a becsült értékek különbsége. Az előrejelzésekkel együtt jár a hiba.

3.6.5.1. A hiba nagyságának mutatói

Először vegyük sorra az egyszerűbb mérőszámokat. Egy adott időszaki előrejelzés hibáját vizsgálhatjuk úgy is, hogy a tényleges és az előrejelzett érték különbségét vesszük. Ez az **előrejelzési hiba**:

$$e_t = F_t - D_t$$

A másik hasonlóan egyszerű mérési lehetőség, ha a **relatív hibát** nézzük. Ez többet is megmutat az adott időszaki előrejelzésünk pontosságáról is, hiszen százalékos értéket kapunk vele:

$$RH_t = \frac{F_t - D_t}{D_t} \cdot 100$$

Ezekkel a mutatókkal kiderülhet, hogy az előrejelzésünkre hagyatkozva, alulbecslés esetén lesz-e kielégítetlen vevői rendelés, vagy lesz-e olyan vevő, akinek várakoznia kell. A jobbik esetben, felülbecsléskor, többletkészlet keletkezhet, de ettől, a következő időszaki előrejelzéssel korrigálva, viszonylag könnyedén „megszabadulhatunk”. Igaz, az ezekbe a készletekbe fektetett tőke, kevésbé hatékonyan használódott fel, de még mindig ez a kevésbé rossz eset, mint egy elégedetlenül távozó vevő, aki elpanaszolja másoknak is,

hogy mi történt vele. Az alulbecslés hosszú, míg a felülbecslés rövid távú veszteséget okozhat.

Ahhoz, hogy tisztább képet kaphassunk arról, hogy mennyire működik pontosan az előrejelzésünk, ahhoz egy időszakot vizsgálni nyilván nem elég. Több időszak vizsgálatához, az előzőek alkalmazása szükséges, de nem egy adott, hanem több hosszabb időszaki előrejelzések átlagát vizsgálva. Legyen ez a hosszabb időszak T , és a következőkben nézzük meg, hogy az előrejelzési hibánk erre a T időszakra hogyan néz ki, amit az **átlagos hiba** mutat meg:

$$\acute{A}H_t = \frac{1}{T} \cdot \sum_{i=t-T}^t F_i - D_i$$

Az átlagos hiba, amit az előrejelzés okoz, annak a mérőszáma, ami alapján eldönthetjük, hogy az előrejelzés mennyire illeszkedik a tényleges értékekhez. Továbbá alapvető mérőszámként szolgál a különböző modellek összehasonlítására. Ez a hibamérés megmutathatja például, hogy az előrejelzésekre hagyatkozva, mekkora lesz a készlet szint a vizsgált időszak végén. Az **átlagos relatív hiba** vizsgálata erre az időszakra szemléletesebben megmutatja, hogy milyen irányba, és milyen mértékben tért el az előrejelzés, szintén a T időszak végén:

$$\acute{A}RH_t = \frac{1}{T} \cdot \sum_{i=t-T}^t \frac{F_i - D_i}{D_i} \cdot 100$$

Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy a különböző irányú hibák kioltathatják egymást, tehát a korábbi mutatók alacsony értéke, még nem feltétlen jelenti az előrejelzésünk megfelelő működését.

Az előrejelzések alapvető célja, olyan értékeket adni eredményül, amivel elkerülhetők lesznek, a nagy mértékű pozitív, és negatív tévedések. Ilyen esetben, előjeltől függetlenül akarjuk megvizsgálni az időszakot. Ez az **átlagos abszolút hiba**:

$$\acute{A}AH_t = \frac{1}{T} \cdot \sum_{i=t-T}^t |F_i - D_i|$$

A hiba szórása normáloszlásnál az átlagos abszolút hiba függvénye, és a következő módon számolható:

$$\sigma_e = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \cdot \acute{A}AH \approx 1,25 \cdot \acute{A}AH$$

Tehát az átlagos abszolút hiba implicit módon az előrejelzési hiba szórásának nagyságára utal. Az, hogy az átlagos abszolút hiba milyen mértékben, és milyen irányban tér el, azt az **átlagos abszolút relatív hibával** mérhetjük meg:

$$\acute{A}ARH_t = \frac{1}{T} \cdot \sum_{i=t-T}^t \left| \frac{F_i - D_i}{D_i} \cdot 100 \right|$$

Az átlagos abszolút hibát, az exponenciális simítással ötvözve, olyan mérőszámot kaphatunk, amit fel lehet használni a biztonsági készlet meghatározására is. Ez lényegében a **t időszakra előrejelzett hiba** a t-1 periódus tényleges, és előre jelzett hibájának súlyozott átlaga, abban az esetben, ha az átlagos abszolút relatív hiba az előrejelzési hiba előrejelzett értéke:

$$\acute{A}ARH_t = \alpha |F_{t-1} - D_{t-1}| + (1 - \alpha) \cdot \acute{A}ARH_{t-1}$$

Az utolsó mérőszám, az **átlagos hibanégyzet**, amely a négyzetre emeléssel kiküszöböli az előjeleket, másrészt sokkal jobban kimutatja, a jelentős eltéréseket. Akkor szokás alkalmazni, ha több különböző előrejelzési rendszer közül kell választani:

$$\acute{A}NH_t = \frac{1}{T} \cdot \sum_{i=t-T}^t (F_i - D_i)^2$$

(Forrás: Ramanathan, 2003)

3.6.5.2. Az előrejelzési modell vizsgálata

Az előrejelzés hibái, önmagukban még nem jelentik a modell alkalmatlanságát, hiszen a véletlen tényező miatt, mindig lesz „valamilyen” mértékű hiba. A kérdés ennek a „valamilyen” mértéknek a meghatározása. Ez az előrejelzési hibák összegének vizsgálatára épül. A t időszak végéig elkövetett hibák összege az **előrejelzési hiba futó összege**, amely a következő módon számítható:

$$EHF\ddot{O}_t = \sum_{i=t}^t (F_i - D_i)$$

Ennek a futó összegnek a várható értéke 0, abban az esetben, ha az előrejelzési modellünk megfelelő. Más esetben valamilyen szisztematikusan elkövetett hibát követünk el. Ha egy konkrét időpontot vizsgálunk, akkor értelemszerűen nem kapunk 0 értéket, hiszen még nem ért véget egy periódus. De ha nagyon gyakran kapunk 0-tól jelentősen eltérő értéket, akkor ez már jelezheti a modell esetleges problémáját, esetleg a rossz hipotézis feltevést (például nem szezonális az igény jellege). A statisztikában szokásos módon azt vizsgáljuk,

hogy az EHFÖt a várható értéktől, ami 0, hány szórásnyi távolságra esik, és erre írható fel egy korlát, a következő módon:

$$\left| \frac{EHF\ddot{O}_t}{\sigma_{EHF\ddot{O}}} \right| \leq C_1$$

Normáleloszlásnál, amelynek feltételezése elfogadható az előrejelzés futó összegére, a várható értéktől való távolsága három szórásnyi ($C_1 = 3$) eső értékek előfordulási valószínűsége 0,13. Ha ennél gyakrabban kapunk három szórásnyi távolságon kívül eső értéket, akkor nagy valószínűséggel nem megfelelő az előrejelzési modell. A menedzsment hatásköre, hogy milyen szigorúan bírálja el a modellt, a C_1 paraméter értékének megadásával. „A fenti képlet nevezőjében az előrejelzési hiba futó összegének szórása szerepel, amit nem ismerünk, de megbecsülhetünk. Bizonyítható, hogy a normáleloszlásnál $\sigma_{EHF\ddot{O}}$ az $\dot{A}AH$ függvénye. A függvény formája függ az alkalmazott előrejelzési modelltől, de általánosan alkalmazható a következő egyszerűsítés”:

$$\left| \frac{EHF\ddot{O}_t}{\sigma_{EHF\ddot{O}}} \right| \leq C_1 \cdot C_2 = K$$

(Forrás: Koltai, 2009, 65p.)

Az abszolút értékben szereplő összefüggés neve **követőjel**, ami abszolút érték nélkül így néz ki:

$$KJ_t = \frac{EHF\ddot{O}_t}{\dot{A}AH_t}$$

„A részletes tárgyalás helyett jó közelítéssel elfogadhatjuk, hogy a korábban ismertetett modellekre a C_1 és a C_2 szorzata a gyakorlatban 4 és 6 között választható, ahol 6 az előrejelzési modell lazább, 4 pedig a szigorúbb ellenőrzését jelenti” (Forrás: Koltai, 2009, 66p.). Az előrejelzési modell vizsgálata a követőjellel valósul meg, ami az idő függvényében mutatja be az alakulását, és a menedzsmenti kontrollhatárokat. Az ezen kívül eső pontok arra utalnak, hogy az előrejelzési modellt módosítani kell. Még mielőtt a követőjel elérné a kontrollhatárokat, már sejteni lehet, hogy probléma van. A követőjel-diagrammoknak a következő jellegzetes típusait különböztethetjük meg:

- a) 0 érték körül véletlenszerűen változik. Ebben az esetben a modell statisztikailag elfogadható.
- b) Szisztematikusan lefelé halad, tehát alábecsüli a tényleges igényeket. Ilyen esetben figyelmen kívül hagyhattuk, vagy folyamatosan alábecsültük a trendet.

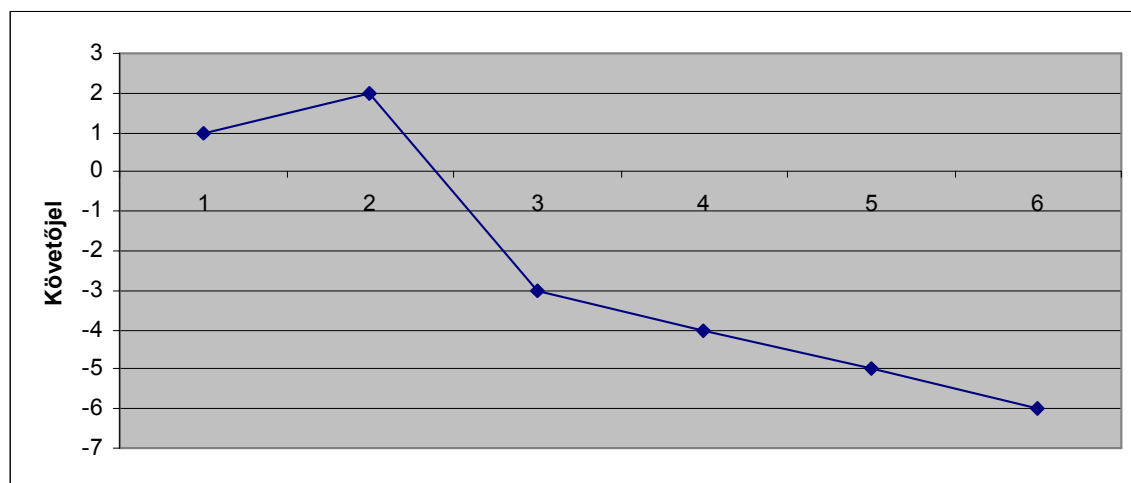
- c) Szisztematikusan felfelé halad, tehát fölülbecsüli a tényleges igényeket. Ebben az esetben könnyen lehet hogy túlbecsültük a növekedést, vagy egyszerűen csökkenésről van szó, esetleg állandó jellegű igényről.
- d) A követőjel *egyértelműen nem véletlenszerűen* változik. Ilyenkor figyelmen kívül hagyhattuk a szezonalitást, vagy nem létező szezont szerkesztettünk az előrejelzésünkbe.

A korábbi balatoni benzinkút negyedik évének hónapjaira végzett előrejelzésre készítettem el a következő követőjelet.

4. Táblázat Követőjel-számítás

t	F_t	D_t	e_t	$EHF\ddot{O}_t$	$\acute{A}AH_t$	KJ_t
január	179,3639	161,00	18,36	18,36	18,36	1
február	159,081	167,00	-7,92	10,44	5,22	2
március	164,6664	179,00	-14,33	-3,89	1,30	-3
április	175,0033	220,00	-45,00	-48,89	12,22	-4
május	214,941	264,00	-49,06	-97,94	19,59	-5
június	258,2534	302,00	-43,75	-141,69	23,62	-6

Forrás: saját munka



11. ábra Követőjel alakulása

Forrás: saját munka

Jól látszik, hogy a követőjel egyenletesen növekvő ütemben halad lefelé, ami azt jelzi, hogy az alkalmazott modell nem illeszkedik megfelelően a negyedik év igényeihez, nagy valószínűséggel alábecsültem a trendet.

4. SZTOCHASZTIKUS IDŐSORELEMZÉS

A komoly problémát az idősorok elemzésénél az okozza, hogy a társadalmi, gazdasági jelenségek vizsgálatakor, ha a jelenség időben csak egyszer, megismételhetetlen módon zajlik le, nincs lehetőségünk az ismételt mintavételre. Egy időponthoz tartozó valószínűségi változónak csak egyetlen megfigyelt értéke áll rendelkezésünkre, és ebből kell következtetéseket levonni. Ha most minden egyes t időpontra megfigyelt mintánk lenne, az idősorra, akkor ezek a jellemzők már a korábban ismertetett eljárásokkal is előre jelezhetőek lennének. Azonban minden időpontra csak egyetlen egy megfigyelésünk van. Ahhoz, hogy ezeket becslési módszerekhez fel tudjuk használni, fontos feltételezéseket kell tennünk.

Ezeket a stacionaritás fogalma takarja. „Stacionáriusnak nevezünk egy idősort akkor, ha minden t időponthoz tartozó elemének várható értéke és szórásnégyzete megegyezik, és az autokovariancia (vagy autokorreláció) függvény értéke csak az elemek egymás közti távolságától, azaz k -tól függ” (Forrás: Hunyadi-Mundruczó-Vita, 1992, 146p). A stacionaritás által megkövetelt időbeli állandóság, lényegében azt jelenti, hogy olyan idősorokra szűkítjük le az elemzést, amelyek nem tartalmaznak trendet, és időbeli sztochasztikus kapcsolataik állandóak. Ennek a követelménynek megfelelően az első lépés, hogy megvizsgáljuk, az adott idősorunk stacionárius-e. Ha nem, akkor az ARIMA című fejezetben tárgyalt módon stacionáriussá tesszük. Ezt követően becslőfüggvények használatával becsléseket készítünk, amelyek alapján feltárható az a függvény, amelyből a mi idősorunk származik. A legegyszerűbb módszer ezt követően, hogy egy egyszerű, és az adott esethez legjobban illő sztochasztikus modell elméleti úton történő levezetésével azonosíthatóvá válnak a minta tulajdonságai empirikus jellemzők alapján.

A legegyszerűbb sztochasztikus folyamat, a fehér zaj (white noise), amelyet ε_t -vel jelölünk. A fehér zaj egymástól független és 0 várható értékű véletlen változók összessége. Egy ténylegesen megfigyelt idősor fehér zajnak tekinthető-e, azt részben az ábrájának kirajzolásával és statisztikai próbák útján lehet megállapítani.

A bolyongási folyamat (random walk), szintén egyszerű sztochasztikus folyamat, amely:

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t \text{ és } Y_{-T} = \varepsilon_{-T}$$

(Forrás: Hunyadi-Mundruczó-Vita, 1992, 148p).

Ez lényegében azt jelenti, ahogy a neve is sugallja, hogy egy véletlen kezdőponttól indul, és véletlenszerűen változó elmozdulásokkal folytatódik. A bolyongási folyamat nem stacionárius, hiszen minden eleme t -től függ. Ahhoz, hogy azonosítani tudjuk ezt a folyamatot, tudnunk kell, hogy a bolyongás első differenciája megegyezik a fehér zajjal. A következő fejezetben következnek a sztochasztikus mozgóátlag és az autoregresszió, amiket egy integrálással összekötve, megalkotható, az ARIMA modell.

4.1. ARIMA

Az ARIMA, autoregressive with integrated moving average, ahogy a neve is jelenti egy mozgó átlagot (MA) integráló (I) autoregresszív (AR) modell. „Egy tisztán autoregresszív

$$Y_t = \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Y_{t-2} + \dots + \alpha_p Y_{t-p} + u_t$$

idősormodell a következő struktúrával rendelkezik:

Ahol Y_t az eredményváltozóra vonatkozó t -edik megfigyelés, miután kivontuk az átlagát; út jól viselkedő eltérésváltozó nulla értékkel és konstans varianciával, ami nem korrelált u_s -sel, ha $t \neq s$ (az ilyen idősorokat nevezzük fehér zajnak)” (Ramanathan, 2003, 536p). Y_t -t az átlagtól való eltérésként fejezzük ki. Vagyis Y_t -t csak saját múltbéli adataival magyarázzuk, és nem más változókkal. Ez az autoregresszív, vagy AR modell. A mozgóátlagról, MA-ról már írtam az Állandó jellegű igény előrejelzése című fejezetben, de fontos megjegyezni, hogy az egy determinisztikus trendszámításhoz tartozó módszer, és ha bár a név egyezik, nem szabad összekeverni őket. A sztochasztikus mozgóátlagolás lényegében „különböző időpontokhoz tartozó fehér zajok lineáris kombinációja. A folyamat általános formulája:

$$MA(q): Y_t = \varepsilon_t + \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \phi_2 \varepsilon_{t-2} \dots \phi_q \varepsilon_{t-q} \text{”}$$

(Forrás: Hunyadi-Mundruczó-Vita, 1992, 155p).

$$Y_t = v_t - \beta_1 v_{t-1} - \beta_2 v_{t-2} - \dots - \beta_q v_{t-q}$$

(Forrás: Ramanathan, 2003, 536p)

Jól látható, Hunyadi-Mundruczó-Vita és Ramanathan más-más jelölést használnak egyenleteikben. A könnyebb érthetőség miatt, én csak Ramanathan jelöléseit használom tovább.

Az ARMA modellek tehát az autoregresszív, és a mozgóátlagolású modellek keverékéből

születettek. Így tehát a modell általános alakja, AR+MA:

$$Y_t = \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Y_{t-2} + \dots + \alpha_p Y_{t-p} + u_t + v_1 - \beta_1 v_{t-1} - \beta_2 v_{t-2} - \dots - \beta_q v_{t-q}$$

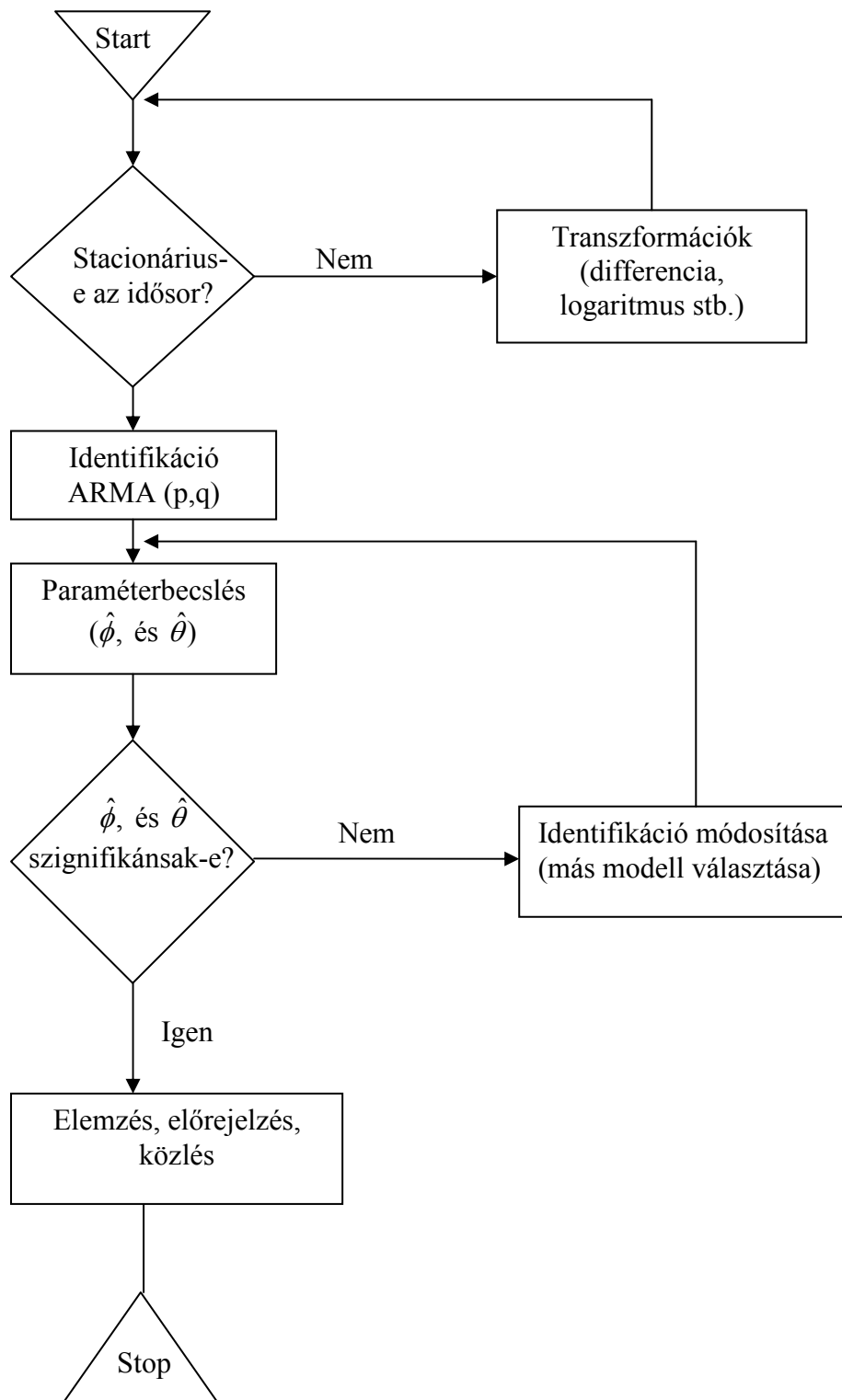
A stacionárius sorok várható értéke és varianciája konstans, nem változik az időben. Sajnálatosan a legtöbb gazdasági idősor nem stacionárius, hiszen az idővel párhuzamosan folyamatosan változik. Az ARMA becsléshez szükséges viszont az Y_t stacionárius megléte. A stacionárius idősorok legtöbbje differenciálással megfelelővé alakítható. Például az $Y_t = \alpha + \beta t$ alakú lineáris trend első differenciája: $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$. A lineáris trend tehát egyszeres differenciálással kiszűrhető. Azaz idősor, ami állandó ütemben növekszik, differenciálható. A szezonálisban sincsen stacionaritás. Ebben az esetben, attól függően, hogy milyen felbontásban gondolkozunk, a $\Delta_4 = Y_t - Y_{t-4}$ a negyedéves, $\Delta_{12} = Y_t - Y_{t-12}$ a havi, és $\Delta_{51} = Y_t - Y_{t-12}$ a heti bontás esetében.

Egy nem stacionárius idősor d számú differenciálásával stacionáriussá alakítható. „Ekkor erre az idősorra azt mondhatjuk, hogy d -ed rendű integrált, és $I(d)$ -vel jelöljük. A differenciált stacionárius sor ARMA (p,q) -ként modellezhető. Ebben az esetben az Y_t -t generáló folyamatra azt mondjuk, hogy autoregresszív integrált mozgó átlagolású, a modelleket, pedig ARIMA modelleknek nevezzük, ARIMA (p, d, q) -val jelölve őket” (Ramanathan, 2003, 539p).

Box és Jenkins (1970) egy három lépéses modellezést vezetett be:

1. Identifikáció: p , d és q meghatározása
2. Becslés: az AR+MA egyenlet paramétereinek becslése úgy, hogy az egyenlet bal oldala d -szer differenciált idősor
3. Diagnosztikai ellenőrzés: számos teszt alkalmazása annak érdekében, hogy megállapítsuk, a becsült modell megfelelően működik. Abban az esetben, ha nem, az eljárást újra és újra meg kell ismételni, ameddig nem kapunk pozitív eredményt.

A modell általános ábráját a 11. ábra mutatja be, ahol $\hat{\phi}$ és $\hat{\theta}$ megegyezik a Ramanathan használta β és α jelölésekkel.



12. ábra A Boks-Jenkins modellezés sémája

Forrás: Hunyadi-Mundruczó-Vita, 1992, 161p

5. A TRILAK FESTÉKGYÁRTÓ KFT BEMUTATÁSA

A Trilak Festékgyártó Kft jogelődjét 1907-ben alapították Izsák József Vegyészeti Gyár Rt néven. A vállalatot 1949-ben államosították, és a Budalakk 3. számú gyár nevet kapta. 1973-ban kezdhették meg a német Haering licencek gyártását, amit 1989-ben egy vegyes vállalati forma létrehozása követett a Haering GmbH-val. 1992-ben a megmaradt állami tulajdont a Total konszern kivásárolta, majd az ő hányadukat a SigmaKalon cégcsoport vette meg. A Haering végül eladta részesedését a SigmaKalon-nak, amit 2008-ban a PPG Industries vásárolt fel. A vállalat, így a világ második legnagyobb festékipari konszernjéhez, az amerikai tulajdonú PPG cégcsoporthoz tartozik.

(Forrás: A Trilak százéves jubileuma, <http://www.trilak.hu/content/?show=60&sub=1>)

Üzleti célokra koncentrálni alapvető és elengedhetetlen, mert a céget az üzleti sikerei határozzák meg. Ahhoz, hogy kiegyensúlyozott üzletmenet valósuljon meg, olyan vevőkörük kell, hogy legyen, akik elégedetten vásárolják meg újra és újra termékeiket és szolgáltatásaikat. Szakértelmük és feladatorientáltságuk által érik el ezt a célt. A profi értékesítési hálózat, a kiemelkedő marketingmunka, a hatékony minőségirányítás garantálja a cég hírnevének, piacvezető pozíciójának fenntartását, ezért kiemelt fontosságot tulajdonítanak azon tevékenységeknek, amelyek segítik a cég működésének folyamatos javítását, fejlesztését. Az értékesítési hálózat működése szerint az országot régiókra osztották fel, mely mindegyike önálló raktárközponttal, árukészlettel, szállítási hálózattal és üzletkötőkkel rendelkezik. A központi raktár, és a gyár Budapesten, Soroksáron található.

A cég célja a kor követelményeinek megfelelő, lehető legkorszerűbb, megbízható termékek előállítása. A PPG tulajdonosi háttere biztosítja a gyár folyamatos fejlődésének perspektíváját, hiszen a cégcsoport központi laboratóriumaiban több mint 300 dolgozó foglalkozik a legkorszerűbb követelményeket kielégítő festékek fejlesztésével. A Trilak fejlesztőgárdájának legfontosabb feladata élni ezzel a lehetőséggel és a közösen kifejlesztett legújabb eredményeket fokozatosan adaptálni a gyártás folyamataira és a termékek receptúráira egyaránt.

A Trilak Festékgyártó Kft. kiemelt feladatként kezeli a környezetvédelmet, mert a jövő generációk élhető életterének biztosítása a cég filozófiájának egyik alappillére, valamint

nem mellékes, hogy ez hosszú távú befektetésnek is tekinthető, ezért minden tevékenységüket ennek az elvárásnak rendelik alá. Bevezették az Integrált Vállalatirányítási Rendszert, amelynek keretében megújították az ISO 9001:2000 szabvány szerint tanúsított minőségirányítási rendszerüket, valamint bevezették az ISO 14001:2005 környezetközpontú irányítási rendszert és a munkahelyi egészségvédelmi és biztonságirányítással foglalkozó OHSAS 18001:1999-et.

Fontos még tudni, hogy a Trilak összesen 17 értékesítővel rendelkezik, közülük 12 fő foglalkozik a festékszaküzletekkel, és 5 fő, pedig a barkácsáruházakat látogatja, ahol inkább a magánemberek vásárolnak. Lényegében minden értékesítőhöz tartozik egy raktár is, ahonnan egyszerűbben, és gyorsabban lehet kiszolgálni a megrendelőket. Mivel barkácsáruházból nincsen annyi, mint szaküzletből, ezért például a szegedi áruházakat, természetesen a szegedi raktárból szolgálják ki, tehát nemcsak a szaküzleteknek vannak fenntartva a raktárak.

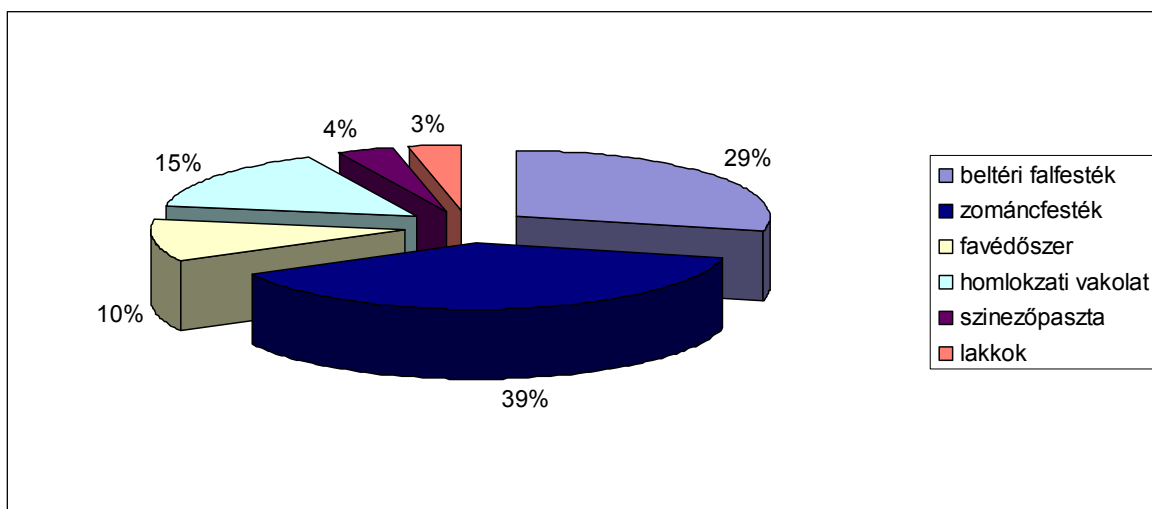
A raktárak a következő városokban találhatóak:

- Zalalövő
- Pécs mellett, Pellérd
- Szeged
- Debrecen
- Miskolc
- Vecsés

Szintén lényeges tudni, hogy Európában mindössze három olyan festék kötőanyag szállító van, akik beszállítanak a magyar piacra (Bayer AG, Clariant, BASF), ők lefedik az egész kontinenst is. Magyarországon lényegében jelentéktelen a kötőanyaggyártás. Különböző típusú falfestékhez különböző szállító tartozik a Trilak esetében.

5.1. Termékpaletta

A 13. ábrán látható a termékcsoportok megoszlása. A legnagyobb, és így a legfontosabb termékcsoportok a zománcfestékek (39%), és a beltéri falfestékek (29%). Mivel ezek a típusú termékek képviselik a vállalati termékpaletta első két legnagyobb hányadait, ezért dolgozatomban ilyen jellegű termékekre készítettem előrejelzéseket.



13. ábra Termékmegoszlás felhasználás szerint

Forrás: saját szerkesztés

5.2. Röviden a festékekről

„A festék erősen szezonális termék: ősszel a külső falfestékekre és vékonyvakolatokra van magasabb igény, míg más festékek esetén, pedig tavasztól őszig tart a szezon.

”(Forrás: <http://www.scmonitor.hu/index.php?p=contents&cid=452>, Trilak, a színmester)

A homlokzati festékek piaca szezonális, ami azt jelenti, hogy a téli időszakban nem, vagy az éves átlaghoz képest nagyon alacsony mennyiségben lehet festeni, mivel a hőmérséklet ezt nem teszi lehetővé. Általában a szezon március közepétől október végéig tart, de ez is az időjárás függvénye. A hőmérsékleti határok minimuma, napi átlaghőmérsékletet figyelembe véve, 5 °C. A maximális hőmérséklet határ, inkább a napsütéses órák számától függ, azért, mert a napsütötte felületek gyorsabban felmelegednek, és ez a kényszerített száradás a festékfilm kialakulásában károsodásokat, feszültségeket okozhat. Ezért az ideális festési hőmérséklet ne legyen több 25 °C napi átlaghőmérsékletnél. Kerüljük a tűző napot! Ezért meghatározó a tavaszi illetve az őszi időszak, mert ekkor a legkedvezőbbek a környezeti feltételek, de az esővel, és a páratartalommal is kalkulálni kell, mert ezek hatására a festékek kötése, száradása jelentősen módosulhat.

A beltéri falfestékek esetében télen is lehet munkákat végezni, de a szellőztetés miatt, ez nem túl ideális. Általában akkor fordulhat elő ilyen „téli” munka, ha a határidők, vagy a megbízó sürgeti a festőmestereket. Nem jellemző a téli felhasználás.

A zománc, és a favédőszereknél sem alkalmas a téli időszak, mert ekkor a levegő páratartalma magasabb, és a reggeli páralecsapódások lényegében nem hagyják az oldószert elpárologni a felületről.

5.3. Termékek logisztikai csoportosítása

Három különböző terméktípust tartanak nyilván, aszerint hogy az adott típusba tartozó terméknek milyen a forgási sebessége.

- „A” típusú termék. Az a termékfajta, amiből a vevők minden nap, vagy 2-3 naponta rendelnek, így ennek a leggyorsabb a forgási ideje.
- „B” típus termék. Ez a közepesen gyors forgású termékeket gyűjti magába, ami azt jelenti, hogy bár nem minden nap, de minden héten legalább egyszer rendelnek.
- „C” típusú termék: Ezek a lassan forgó termékek, rendelési gyakoriságuk több mint egy hét.

Az „A” termékek gyártása folyamatos, a szezonmentes időkben leginkább ezeket termelik készletre. A „C” termékeket csak rendelésre állítják elő, mivel ezek a leglassabban forgó termékek közé tartoznak. A „B” és „C” termékek határán álló termékekből egy kisebb, minimális mennyiséget tartanak fenn, ezeket már érdemes egy megadott volumenben folyamatosan gyártani. „B” termékek termelése szintén folyamatosan történik, de itt már nagyobb mennyiségben, mint az előzőek esetében, de nem nagyobbban, mint az „A” termékeket. Biztonsági készletet is tartanak az előbb felsoroltakból, szintén a forgási sebességet véve alapul:

- „C”: 7%
- „B”: 3%
- „A”: 2%

Az a maximális készletmennyiség, amennyit a központi raktárban tárolni, és a régiós raktárakba szállítanak együttvéve. Tehát minimális készlet + utánpótlási mennyiség = maximális készletszint. Ezeket az adatok a vállalati SAP rendszerből lehet lekérdezni.

5.4. 2011 előtti előrejelzési rendszer

A jelenleg is használt előrejelzési rendszer, habár szubjektív, nagyon hasonlóan működik, mint a meteorológiában használt előrejelzések (bővebben:

<http://www.idokep.hu/?oldal=hirek&id=771>, 30 napos előrejelzés, Letöltés dátuma: 2010. augusztus 1.). Múltbéli trendet keresnek, ami megfelel, vagy hasonló a jelenlegi trendfolyamatokhoz képest. A megtalált régi trend alapján igyekeznek a jelenlegi évet előre jelezni. Figyelembe veszik, a naptár állását, a negyedévenként mindig magasabb értékekre lehet számítani a visszatérítési rendszer miatt, így az időszakot követő időszak elején nyilván kevesebbre. Az egész folyamat számítógépes függvények nélkül működik. A marketing akciók hatásáról nincs konkrét, vagy használható információ. A Trilaknál alkalmazott jelenlegi előrejelzések a vizsgált termékek 30%-át tudták +/- 30%-os pontosság mellett megbecsülni, az eddig mért legjobb adat 60%-ot ért el. A szakértői becslésben rejlő nagyobb bizonytalanság miatt, ez az érték hétről hétre ingadozik. A folyamatot a 12. ábrán szemléltettem.

Heti gördülő előrejelzéseket készítenek (rolling forecast), ami alapvetően az értékesítési célt bontja le hetekre. A szakértői becslés jellegű előrejelzések számítanak az alapvető módszernek, amit természetesen a marketingakciók felfelé módosítanak, de ennek pontos mértékét nehéz megbecsülni. A legnehezebb az úgy nevezett „crazy day” típusú akciók megbecsülése, mert ezek egyetlen napra koncentrálnak, így az elvárt minimális 48 óras teljesítési idő hirtelen rendkívül szűkössé válik, főleg ha több olyan terméket is rendelnek, ami kifogyóban van a raktárból. Vannak napi, heti, illetve havi akciók is, ezek hatása jobban elnyúlik, kevésbé zavaró a gyártás szempontjából. Az előrejelzések akkor lehetnének a legpontosabbak, ha az akciók hatása kiszűrhető, illetve felmérhető, számszerűsíthető lenne.

Az alapanyagok beszállítása 8 hetente történik, szorosan kapcsolódva a gyártástervezéshez. A 8 hetes megrendeléseket, Európa számos pontjáról beérkező alapanyagokat, a gyári, központi raktárban helyezik el. Ezért van szükség a 8 hétre előre jelzett forgalmi adatokra. A nagy időbeli előrerendelés, magával vonzza a nagy mennyiséget is, aminek a tárolása, külön raktárban, az úgy nevezett alapanyagraktárban történik. A gyárból napi kiszállítások történnek, ami egy heti szintre lebontott terv részeként működik.

6. ELŐREJELZÉS EXCEL FÜGGVÉNYEKKEL

A Trilak Festékgyártó Kft-nél 2011 előtt használt szakértői becsléssel készülő előrejelzések előnye, hogy könnyen alakíthatóak, változtathatóak, esetleges hirtelen felmerülő hatásokat könnyebben lehet benne módosítani, hiszen „csak” át kell írni a számot. Ugyanakkor hátrányai pontosan ezekből is erednek. Mivel maga az előrejelzés teljesen manuálisan működik, ezért a folyamat viszonylag lassú, és egy ember, egy munkanapját könnyedén lekötheti. Talán a legnagyobb hátránya, azon túl, hogy relatív pontatlan, hogy a kapott eredmények ingadoznak, hol jobbak, hol kevésbé jobbak.

Általánosan elmondható, hogy minél bonyolultabb egy előrejelző rendszer, annál pontosabb értéket ad, de annál kevésbé használható tömegesen, sok termékre. Éppen ezért, én egy olyan középutat kerestem, amely még viszonylag pontos, a menedzsment által elfogadható értékeket ad, de egyszerűségénél fogva, mégis tömegesen alkalmazható. A festékipari és a vállalati sajátosságok figyelembe vételével igyekeztem elkészíteni ezt a modellt. A célom az volt, hogy a pontosabb előrejelzésekkel, optimálisabbak legyenek az alapanyag-rendelések, így pedig a vállalat költségei csökkenthetőek legyenek. Az alapanyagok rendelési ideje 8 hét. Ez a beszállítókkal való megállapodás szerinti rendelési ciklus. Ezt figyelembe véve, a 8 hetes rendelési ciklusokra jeleztem előre az eladható mennyiségeket. Korábban próbálkoztam heti előrejelzések készítésével, egyféle előszezon, és egyféle főszezon függvénnyel, de ez az irány, stabilan ugyan, de csak a kezdetekben 37,1%-ban volt elfogadható. Ezt elégtelennek éreztem, ezért kezdtem el a problémát más oldalról vizsgálni.

A Trilaknál töltött idő alatt, a különböző termékcsoportokra összeállított előrejelző rendszerrel, a legtöbb termékre optimális előrejelzéseket lehet adni. Mivel a rendszert Excelben dolgoztam ki, ezért az adatokra való függvény-hivatkozásokkal, teljesen automatizáltan működik a beolvasás. Így a frissítések egyszerűek, és gyorsak, csak az új adatokat tartalmazó táblát kell beszúrni a kijelölt munkalapra, és a függvények automatikusan beolvassák, és kalkulálják új értékeket.

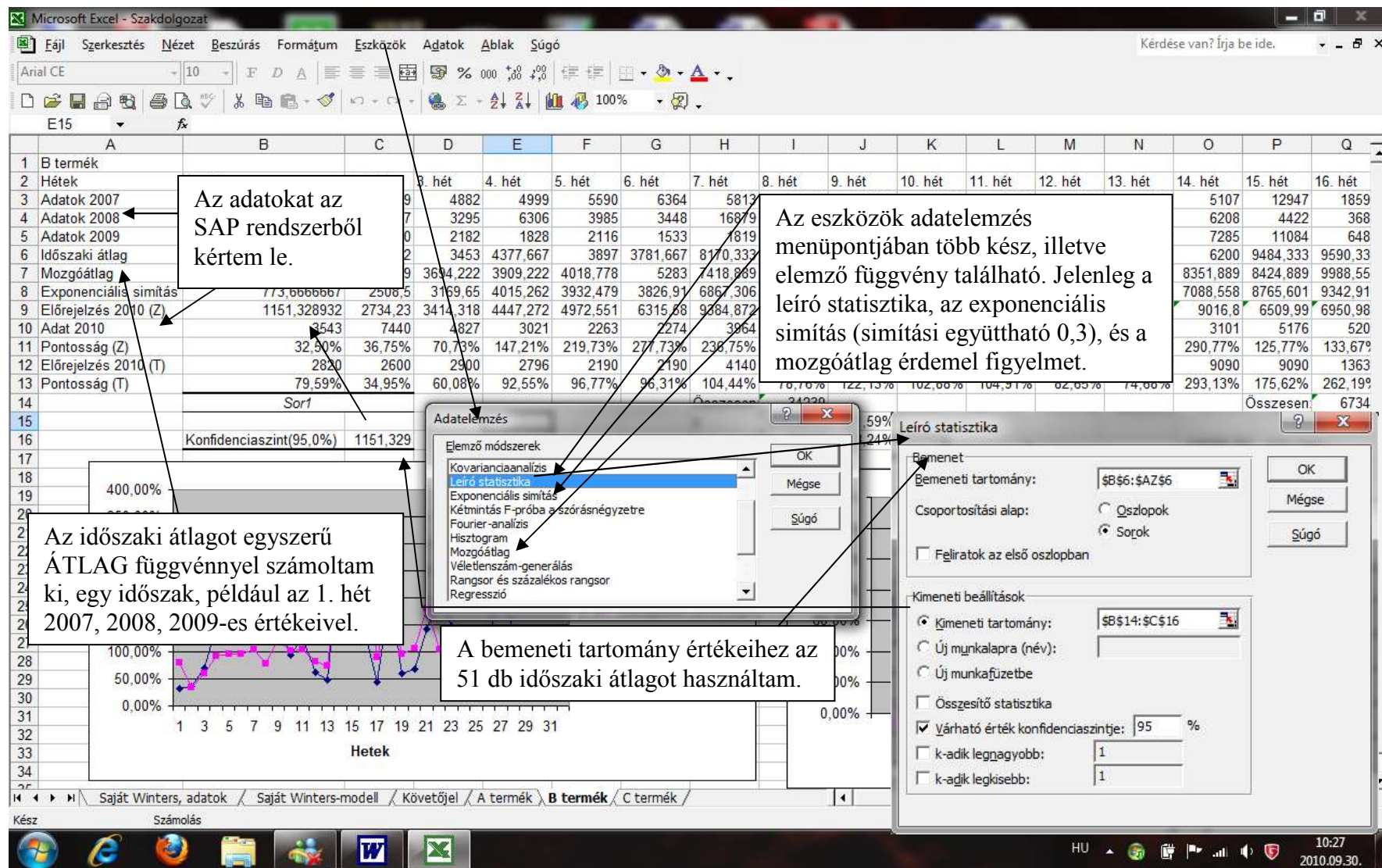
A festékiparban elfogadott tény, hogy van szezonális hatás. A festékekről röviden című fejezetben erről részletesebben is írtam. Ezt a szezonális hatást követve, az elő-, és az

utószezonra más függvényt használtam, mint a főszezonra. Az első 8 hétre olyan trend jellegű függvényeket használtam, amik csak az ismert y értékeit veszik figyelembe, habár ez elméletileg csak a függő változó. Abban az esetben, ha egyrészt a relatív hibák indokolták, másrészt a festékipari sajátosságok, a következő 8 hetes ciklust is ugyanezzel a függvénnyel számoltam. Rájöttem továbbá, hogy az Excel ilyen jellegű függvényeiben a logikai változót átállítva, olyan értékeket kapok, amelyek már az akciós hatással növelt értékekhez közelítenek. Ennek a logikai változónak az alapbeállítása, habár termékfüggő, de általánosságban elmondható, hogy a 0, tehát hamis értékű. Az 1, vagyis igaz érték, pedig akkor alkalmazandó, ha tudjuk, hogy hirtelen fellépő pozitív kilengés várható, mint például egy akciós hatás. Ehhez ismerni kell egyrészt a marketingterveket az adott időszakra, azelőtt, mielőtt a 8 hetes rendelési ciklusra történő alapanyag szükségletet megrendelnék, másrészt nagyon fontos a vevői szokások ismerete. A Trilak esetében a vevők szinte mindig az akciós időtartam utolsó hetében, vagy napján adják le a rendelésüket. Előfordul, nem is ritkán, hogy az akciós megrendelések, már a munkaidőn kívül érkeznek meg, és így a kiszállítások, már a következő időszakhoz fognak tartozni.

A főszezonban már egy kiterjesztettebb, és a növekedéshez jobban illeszkedő függvényt használtam. Ez azon túl, hogy támaszkodik a teljes korábbi időszakok átlagos értékére, figyelembe veszi a megelőző tényadatokat, tehát az új trendet, illetve azt az időszakot használja bázisévnek, a korábbi értékesítési adatokból, amelyikre a legjobban illik, vagy hasonlít a jelenlegi év. A hátránya ennek a módszernek, hogy ezt a bázisévet az előrejelzést készítőnek kell beállítania. Ez viszont nem okoz komoly problémát, ha az adott évből, már eltelt legalább 8 hét. Ennek alapján már meg lehet mondani, hogy melyik korábbi évhez illik jobban az idei. Az elő- és főszezoni függvényekre a „B” termék esetében a 14. ábra ad magyarázatot.

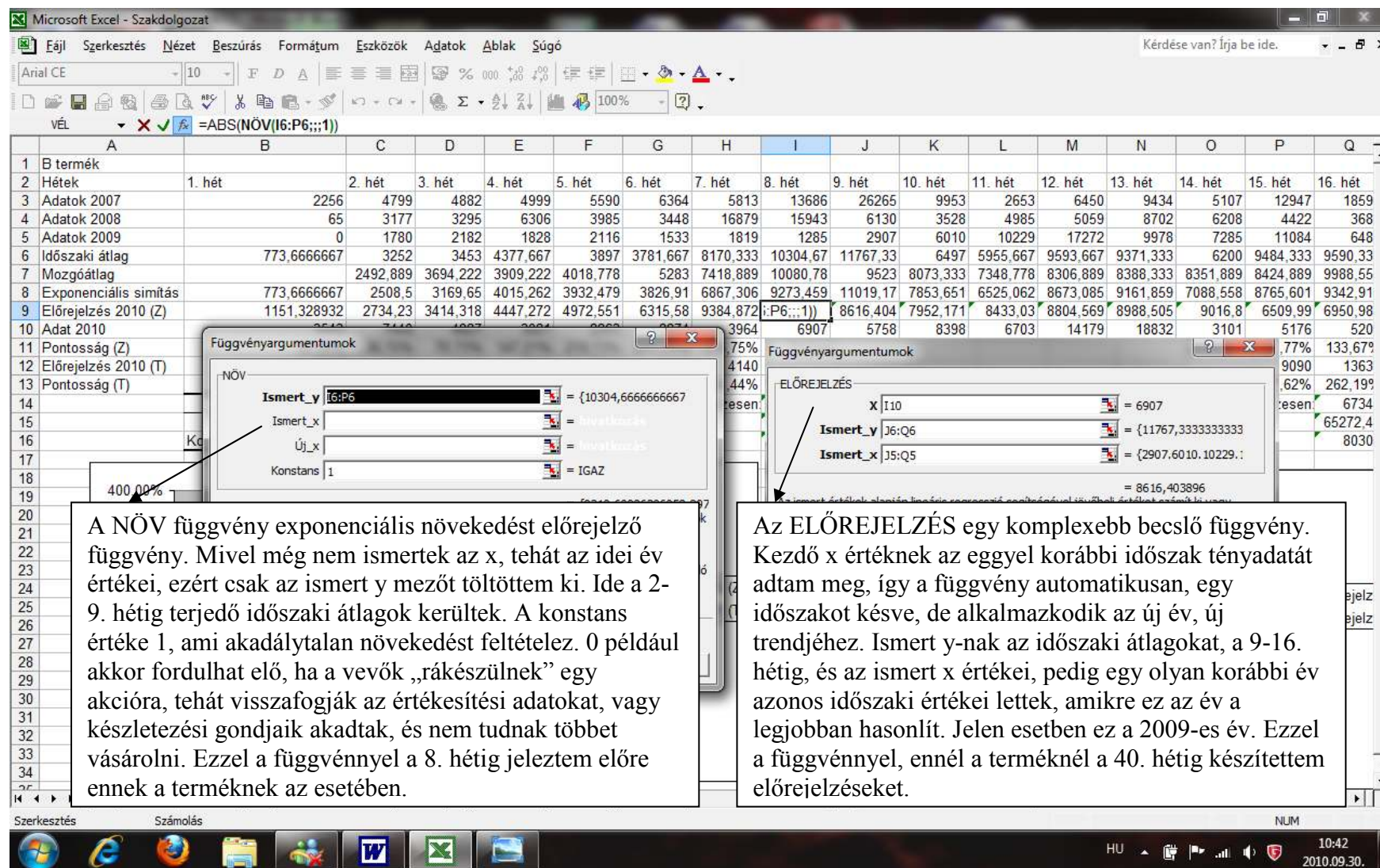
Vannak olyan alacsony forgalmú termékek, amelyeknél nem lehet a függvényalkotás szempontjából főszezont megkülönböztetni. Ezek általában azok a termékek, amelyeknek a forgalma, nem megy heti 50 egység fölé, kiszerezéstől függetlenül. Ilyen esetben az előszezonos függvényt lehet alkalmazni az év többi részére is. Az utószezonokra ugyanazt a függvényt alkalmaztam, mint amit az előszezonban, habár a vevők valószínűleg többet fognak rendelni, mivel az év végi visszatérítési rendszer miatt, forgalmat kell teljesíteniük. Sajnos erre az időszakra 2010-es tényadatok még nem állnak rendelkezésre.

Összességében elmondható, hogy ezek a függvények a korábbi értékesítési adatokon alapulnak, amikben már benne van a szezonhatás. A függvények mindegyike, valamilyen jellegű trendet akar előre vetíteni (lineáris, vagy exponenciális). Mivel ezeknek a függvényeknek a bemenő adataiban benne van a szezon, és feltételezzük, hogy ez a szezon, ha más mértékben is, de hasonlóan fog előfordulni, akkor ezek az adatok fogják a szezont érvényesíteni a modellben. Ezért nem alkalmaztam olyan szezonfaktoros eljárásokat, mint amilyen például a Winters-modellben szerepel. Mivel a korábbi értékesítési adatokból nem volt lehetőség az akciós hatások relatív, vagy tényleges hatásának kiszűrése, ezért az adatokat mozgóátlaggal, exponenciális simítással, vagy az időszakok átlagát számolva „tisztítottam”. A mozgóátlag hátránya, hogy nem tudjuk úgy elhelyezni, hogy minden heti értékre jusson egy mozgóátlagos érték. Úgy helyezzük el, hogy az első hét alatt ne legyen értékünk, mivel ezt az Excel Leíró statisztika vizsgálatának várható értékével kitöltetjük. Az egész idősor átlagos, vagy simított értékeit felhasználva, az esetek többségében, viszonylag közelítő értéket fogunk kapni az első hétre. Sajnos mivel az egész idősort fel kell használni, ezért ez egyszeri lehetőség. Ha már nem 51 időszakot használunk fel, akkor nem kapunk ennyire jól közelítő értéket. Ezeket szemlélteti a „B” terméken keresztül a 14. ábra.



14. ábra "B" termékhez kapcsolódó Excel magyarázat

Forrás: saját munka



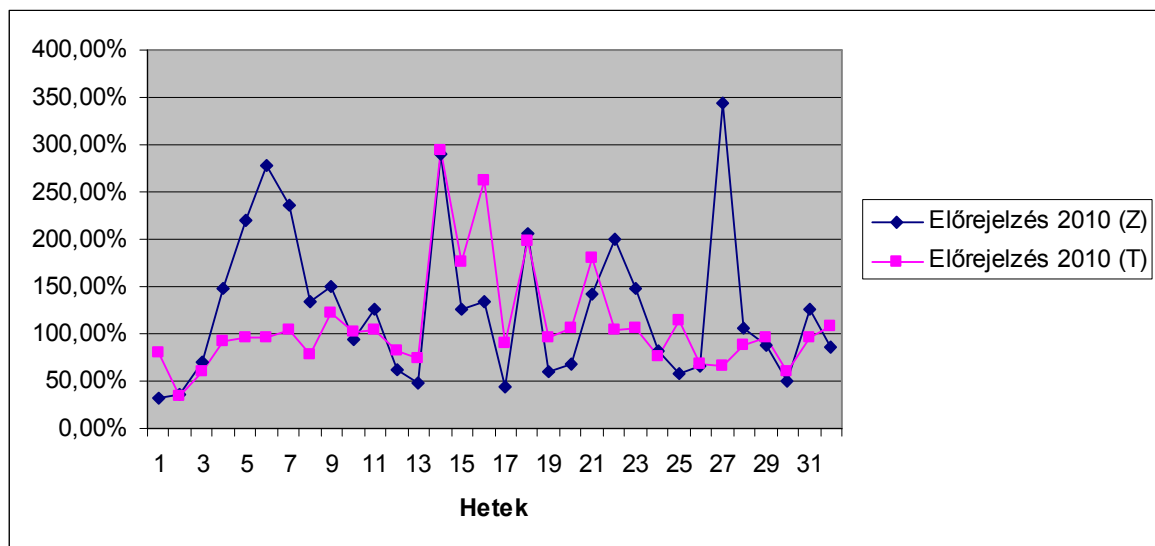
15. ábra "B" termékhez kapcsolódó elő- és főszezon függvények magyarázat Excelben

Forrás: saját munka

Összefoglalva a modell jellemzői a következők:

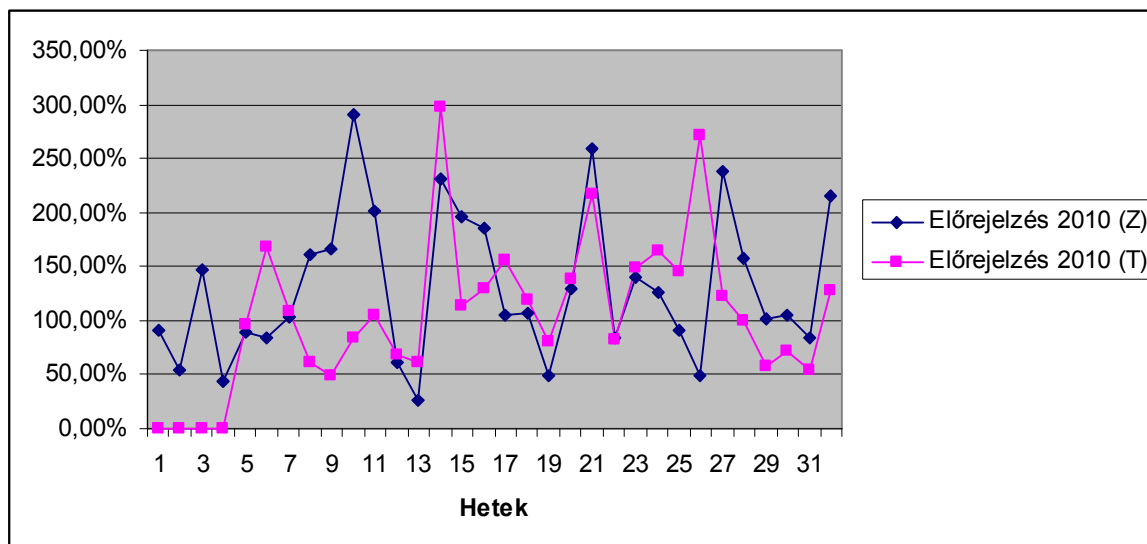
- Egyszerű szezonális előrejelzés
- Alapanyag-rendelés specifikus
- Korábbi, a jelenlegire illeszkedő időszak megtalálása manuális
- Automatikus adatbeolvasás, és kalkuláció
- Keresleti csúcsokhoz manuálisan igazítható

A leírtak eredményeinek szemléltetésére a „B” és „C” jelű termékekre készítettem előrejelzéseket az év első 32 hetére, ami 4 alapanyag-rendelési ciklust foglal magában. A 16. és 17. ábrán jól látható, hogy a szakmai becslés (T) optimálisabb eredményt hozott, mint az én számításom (Z).



16. ábra „B” termék heti bontású előrejelzése

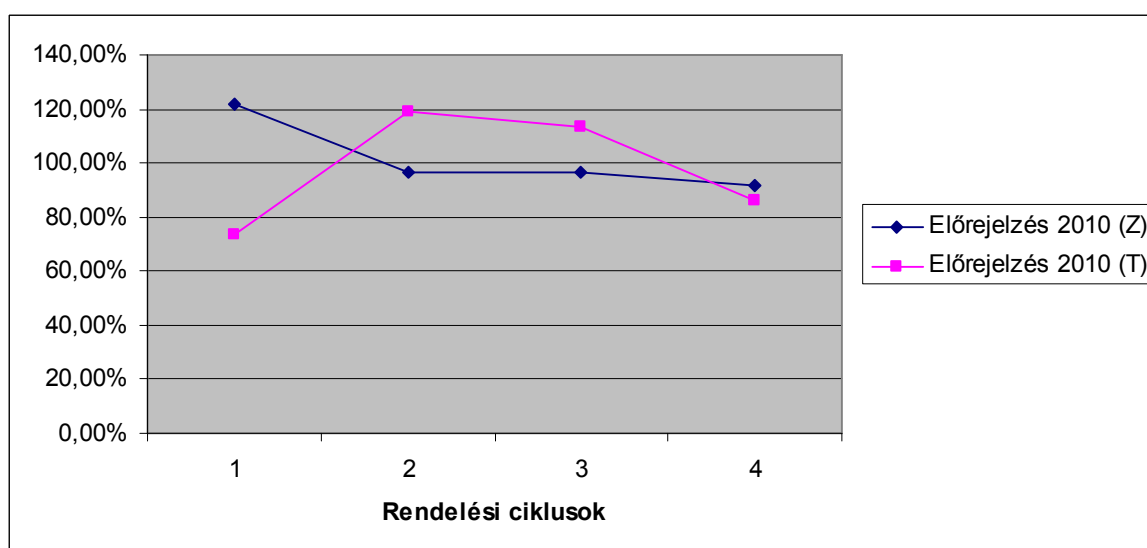
Forrás: saját munka



17. ábra "C" termék heti bontású előrejelzése

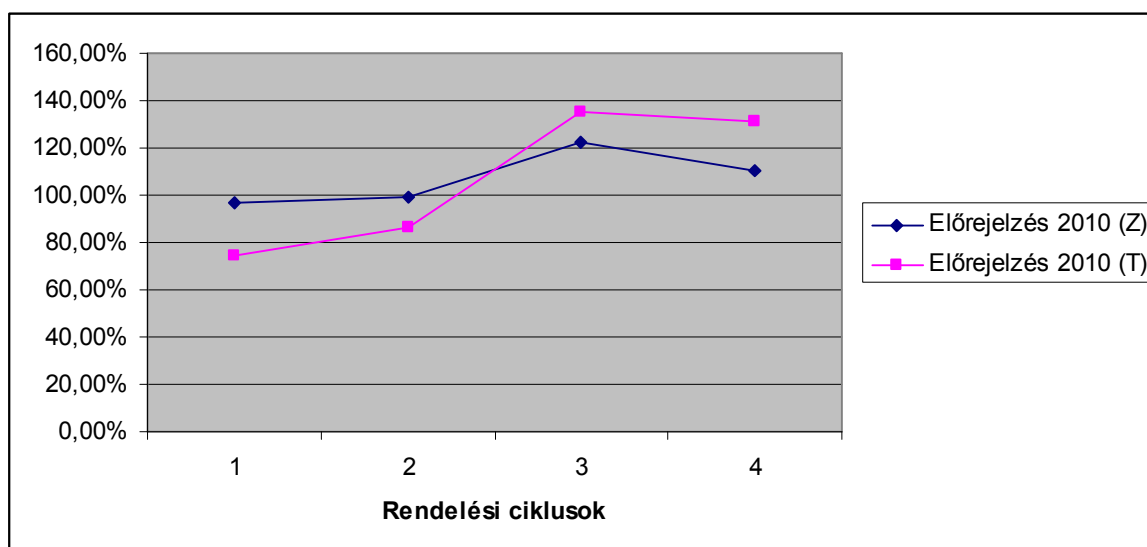
Forrás: saját munka

Viszont ha megnézzük ugyanezeknek a termékeknek az alapanyag-rendelési előrejelzésüket, ugyanezekkel a módszerekkel, akkor már egészen más eredményt láthatunk. Ezt szemlélteti a 18. és 19. ábra.



18. ábra "B" termék alapanyag-rendelési előrejelzése

Forrás: saját munka



19. ábra "C" termék alapanyag-rendelési előrejelzése

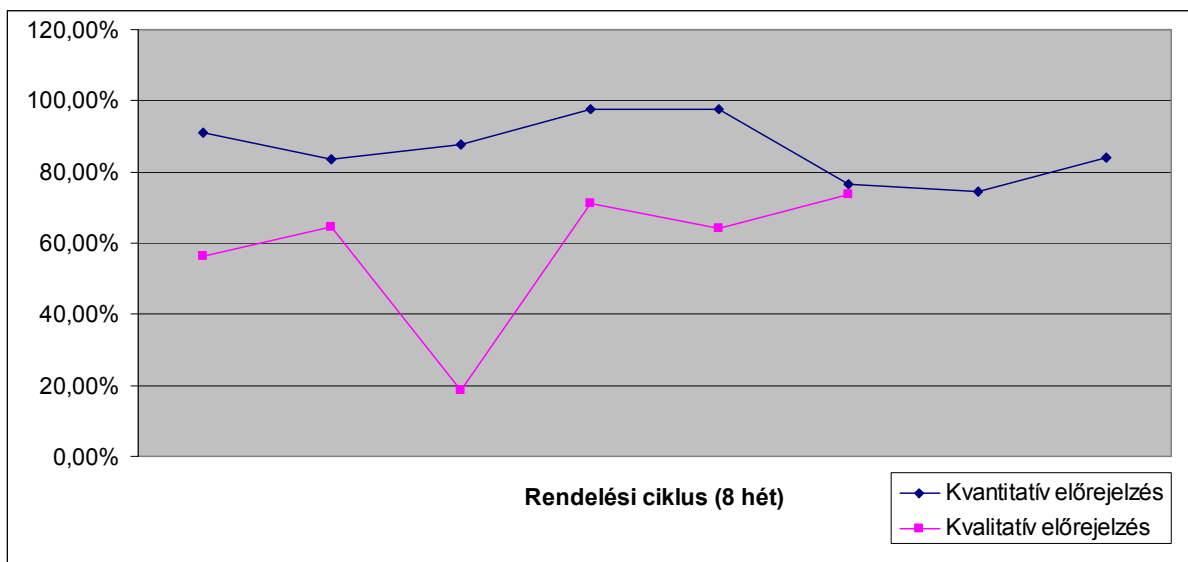
Forrás: saját munka

A részletes számítások, az idősorok nagy terjedelmére való tekintettel, a mellékelt CD Excel fájljában megtalálhatóak. A modell alkalmazásának feltételeit a következők szerint foglaltam össze:

- Historikus adatok megléte (tárgyvet megelőző legalább két év)
- Kereslet növelő hatások ismerete (akciók, visszatérítések, stb)
- Vevői szokások ismerete
- Alapanyag rendelési ciklusok ismerete
- Iparági sajátosságok ismerete (szezonális, vagy kiegyenlített igények)

6.1. Standardizáció

A fent bemutatott modell még vegyes függvényhasználattal operált. A három különböző előrejelző függvény közül kiválasztottam a legjobbat, az előrejelzés nevű függvényt. Ez a függvény rendelkezik, a többihez képest, egy speciális tulajdonsággal: kiinduló értéket lehet neki megadni, amivel a korábban elkövetett hibáink nem vihetők tovább, ami javíthatja az eredményeket. A 44. oldalon látható a kép jobb alsó sarkában láthatóak a függvény bemeneti értékei. Ahogy az észre is vehető, nem x és y tömböket adtam meg, hanem 2 y tömböt. A függvény így 2 lineáris regressziós függvény metszéspontjának értéket adja meg eredményül. Az így kapott eredményeket az alábbi grafikonon szemléltetem, a Top20-as termékkategóriára (91 termék):



20. ábra TOP20-as termékek előrejelzéseinek összehasonlítása

Forrás: saját munka

Jól látható, hogy a szakmai becslésre 2011 első ciklusára nem készült, mivel erre az évre a Trilak áttért a kvantitatív prognózisra. Sajnos az is jól látható, hogy ugyanebben a ciklusban a kvantitatív módszer átlépett egy lélektani határt, a 80%-ot, amit a teljes 2010-es évben nem lépett át. Habár még így is benne van a +/-30%-os határértékben, de mivel erősen megközelítette a 70%, illetve a korábbi ciklusokban is jól látható egy csökkenő trend, ezért véleményem szerint szükség van a modell fejlesztésére, javítására. Feltételezhető, hogy a vegyes függvényhasználattal rosszabb eredményeket kaptam volna. Az előrejelzés függvénynek van olyan tulajdonsága, aminek köszönhetően, ha felül- vagy alulbecsüli az adott hetet, a következő hétre, ha tartós lesz az kiugrás, már nem fogja újra elkövetni ugyanazt a hibát. Ez azért lehetséges, mert a függvény kiindulóértékét, mindig az adott hetet megelőző tényadatra kell illeszteni. Ezt akár rövid távú memóriának is nevezhetjük.

Sajnos, ami a ennek a módszernek az előnye, az hosszabb távon hátránnyként jelenik meg. Ha mindig az előző hét tényadatából indul ki a függvény, akkor a kiinduló hét után következő hétre viszonylag nagy pontossággal, de az ezt követő hétre már szinte vakon tud csak becslést adni. A kérdés, illetve egy fejlesztési irány is, hogy hogyan lehet átalakítani, vagy más módszerek ötvözésével képessé tenni a modellt, hogy ne csak heti szinten, hanem hosszabb időtávokra is elfogadható eredményeket tudjon adni.

A megoldás szinte kézenfekvő, hiszen ha egy ilyen „aprólékos”, heti bontású adatállományunk van, akkor a függvények határain belül, tetszőleges időtávban lehet becsléseket végezni. Például: a korábban bemutatott modell a 8 hetes alapanyag rendelési ciklusokat hétről hétre kalkulálta. Ha összeadjuk, vagy az SAP-ból eleve összesített 8 heteket hívunk le, akkor az előrejelzés függvény kihagyásával, az utolsó simítás eredményét, tehát az exponenciális simítás eredményét figyelembe véve, meg lehet becsülni, a következő 8 hetes ciklust, összesítve. Ugyanez a módszer rosszabb eredményeket ad, ha itt is az előrejelzés függvényt használjuk.

5. Táblázat 8 hetes előrejelzés, előrejelzés függvénnyel,

data 2008	53098	42717	84418	96795	79493	39933
data 2009	12543	70438	82028	68569	94221	29140
Időszaki átlag	32820,5	56577,5	83223	82682	86857	34536,5
Mozgó átlag		57540,33	74160,83	84254	68025,17	60696,75
exponenciális simítás	32820,5	49450,4	73091,22	79804,77	84741,33	49597,9489
forecast 2010 (Z)	18626,25	61747,92	87920,59	63117,41	89687,69	#####
data 2010	34391	68931	77160	93295	72545	45007
Pontosság (Z)	54,16%	89,58%	113,95%	67,65%	123,63%	#####

Forrás: saját munka

Jól látható, hogy a kapott értékek a 2., 3., 5. rendelési ciklusnál felelnek meg a +/-30%-os kritériumnak, a többi esetben sajnos nem. Sőt, az utolsó, 6. ciklusnál már nem is tudott értéket kalkulálni, mivel nem volt a függvény számára kellő mennyiségű adatot tartalmazó tömb (minimum 2 értéket kell tartalmaznia). Illetve, annak érdekében, hogy minél jobb eredményt kapjak, változtattattam a függvény kiinduló értékén is. Nem az egyel megelőző tényadatra, hanem az előző év, azonos időszakára helyeztem a kiindulópontot. Így kaptam a fenti táblázat eredményeit. Az is jól látható, hogy az exponenciális simítás értékei sokkal közelebb vannak a tényadatokhoz. Ezt ábrázolja a 6. táblázat.

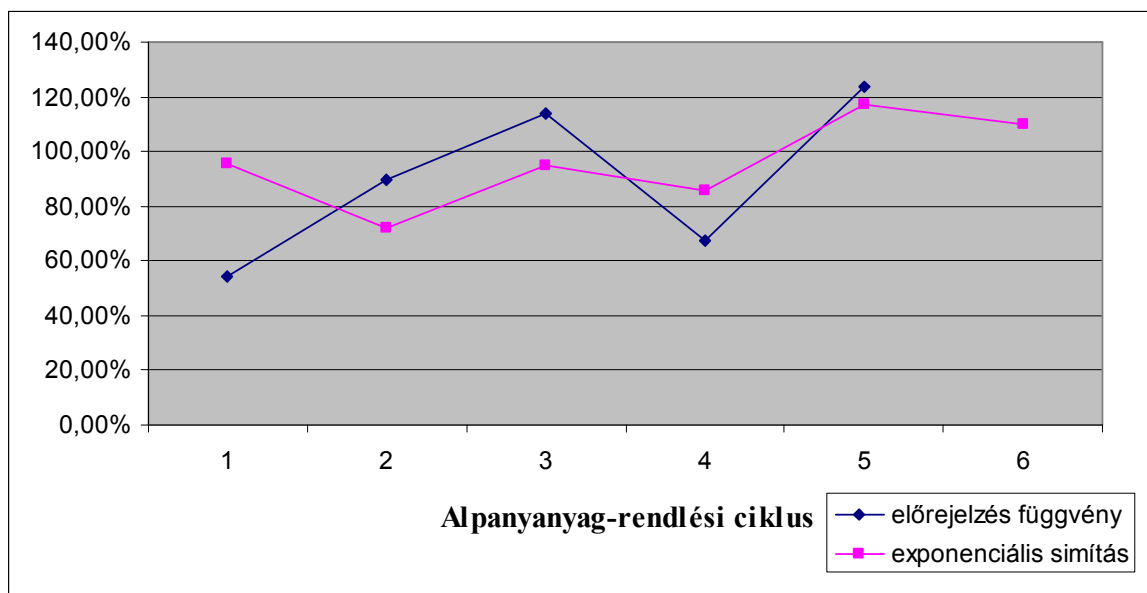
6. Táblázat 8 hetes előrejelzés, exponenciális simítással

data 2008	53098	42717	84418	96795	79493	39933
data 2009	12543	70438	82028	68569	94221	29140
Időszaki átlag	32820,5	56577,5	83223	82682	86857	34536,5
Mozgó átlag		57540,33	74160,83	84254	68025,17	60696,75
exponenciális simítás	32820,5	49450,4	73091,22	79804,77	84741,33	49597,9489
forecast 2010 (Z)	18626,25	61747,92	87920,59	63117,41	89687,69	#####
data 2010	34391	68931	77160	93295	72545	45007
Pontosság (Z)	95,43%	71,74%	94,73%	85,54%	116,81%	110,20%

Forrás: saját munka

Az is megfigyelhető, hogy az előrejelzés függvénnyel szemben, így már kaphatunk az utolsó rendelési ciklusra is értékét, ami, ahogy a többi esetben is, megfelel az elsődleges

kritériumnak, a +/-30%-os határértéknek. A két módszer különbségeit szemlélteti a 7. számú ábra.



21. ábra Exponenciális simítás vs előrejelzés függvény

Forrás: saját munka

7. AUTOREGRESSZIÓS VIZSGÁLATOK

Az autoregressziós vizsgálatok terén a célom az volt, hogy a Bevezetésben említett ARIMA modellt a Trilak adatain is alkalmazni tudjam, és ezzel a módszerrel javítani tudjam az eddigi eredményeimet. Ezért először az SPSS programmal ACF (autocorrelation function) autokorrelációs függvény, és PACF (partial autocorrelation function) parciális autokorrelációs függvény segítségével vizsgáltam a legnagyobb termékek adataira illeszkedő autokorrelációs függvényt.

A táblázatokon (Mellékletek 13. táblázat) észrevehető, egy olyan 4 hetente ismétlődő ingadozás, ami csak az elő- és utószezonban tapasztalható. Főszezonban nincs értelme, hiszen ott a számok „jönnek maguktól”. A Trilak a nagy forgalmat bonyolító vevőknek visszatérítési rendszert ajánl fel. Ez egy olyan rendszer, ami negyedéves és éves forgalmi célszámokat jelöl meg, amiket ha a vevő teljesít, akkor az adott időszak forgalmából visszatérítenek neki bizonyos százalékot (vevő függő). A 4 hetes ingadozások ennek a visszatérítési rendszernek tudhatók be, mivel a vevők természetesen követik saját teljesítésüket. 3 hét után vizsgálják, hol tartanak a tervezetthez képest. Ha elmaradásban vannak, a 4. hétre rendelik meg azt a mennyiséget, amivel ismét teljesíthetők a célszámok. Ezek általában egy hónap végére kerülnek, de például február-március esetében a februári „4. hét” március elejére kerül. További kivétel, hogy az év első hete szintén produkál kiugrásokat, ami valószínűleg egyfajta kezdőkészlet felhalmozáshoz vezethető vissza, mivel a kiskereskedők az évvégére igyekeznek a lehető legkevesebb készletszintet elkönyvelni.

A Mellékletek 14. táblázata egy olyan D terméket vizsgál, ahol a fent leírtak nem teljesen érvényesek, pedig olyan termékről van szó, amely „A” kategóriás, így a legnagyobb termékek közé tartozik. Ennek oka lehet például, hogy az előbbi A termék beltéri festéket takar, míg a D termék már bel-, és kültéri, így a szezon, és az időjárás kisebb befolyásoló tényezőként hathat erre a termékre.

Ezek a szezonon, vagy éven belüli ciklusok nem feltétlen igazak az összes termékre. Ez a korábban említett visszatérítési rendszerrel áll kapcsolatban. Hiszen a kiskereskedők, ha nem elégedettek a célszámokhoz képest elért eredményükkel, akkor olyan termékekből fognak jelentős mennyiségben rendelni, amelyek számukra is nagy forgalmat generálnak,

tehát a raktározási költségeik csak rövid ideig maradnak magasak. Ilyen termékek lehetnek a relatív drága, és kis helyet foglaló termékek.

7.1. ARIMA

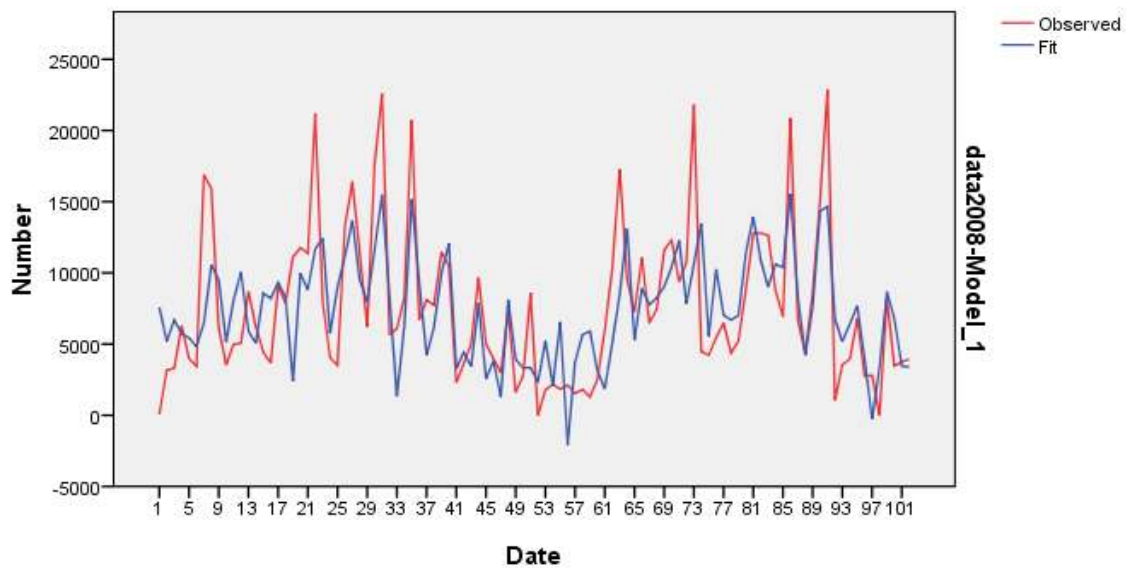
Az autoregressziós vizsgálatok után következhetett az ARIMA modell illesztése, és ha lehetséges ilyen modellel történő előrejelzés.

Sajnos már a kezdetekben komoly problémát okozott az, hogy az SPSS-ben nincs olyan dátumformátum, ami hetet jelölne. Ha ezt a kérdést figyelmen kívül hagyjuk, akkor gyakran találkozhatunk a következő hibaüzenettel: The forecast table is not created, because no forecasts could be calculated. Ami azt jelenti, hogy a program azért nem hozott létre előrejelző táblát, mert nem számíthatóak előrejelzett értékek. A probléma megoldásához, „át kell vernünk” a programot, például éveknek, és negyedéveknek állítjuk be az adataikat.

Ugyanakkor nem csak ilyen esetben kaphatjuk az üzenetet. Van egy bizonyos bemeneti érték minimum (50), ami alatt szintén nem lehet előrejelzéseket készíteni, mivel nincs meg a kellő mennyiségű adat, amiből modellt lehetne alkotni. Ha a modellalkotás lehetséges is, akkor sem biztos, hogy a kapott modell előrejelzésekre alkalmas lesz-e, és ha igen, akkor milyen eredménnyel.

Továbbá figyelembe kell venni, a páros és páratlan adatot tartalmazó adattömbök kérdését is. Ez szintén a modellalkotás miatt lényeges. A páratlan adatot tartalmazó tömbből, az SPSS nem képes modellt alkotni. Páros esetben az ilyen jellegű akadály elhárul. Például esetünkben egy év, vagyis egy tömb, 51 heti szintű adatot tartalmaz. Ez elég lenne a modellalkotáshoz. Ugyanakkor páratlan számú, és nem szabad elfelednünk, minél nagyobb időt fogunk át, tehát minél több adatunk van egy modellhez, annál biztosabban tudunk pontosabb modellt alkotni. Megoldásként két teljes évet vizsgáltam, így 102 értékem lett.

A fenti kérdések, és problémák figyelembe vételével, az alábbi, jól illeszkedő modellt kaptam:

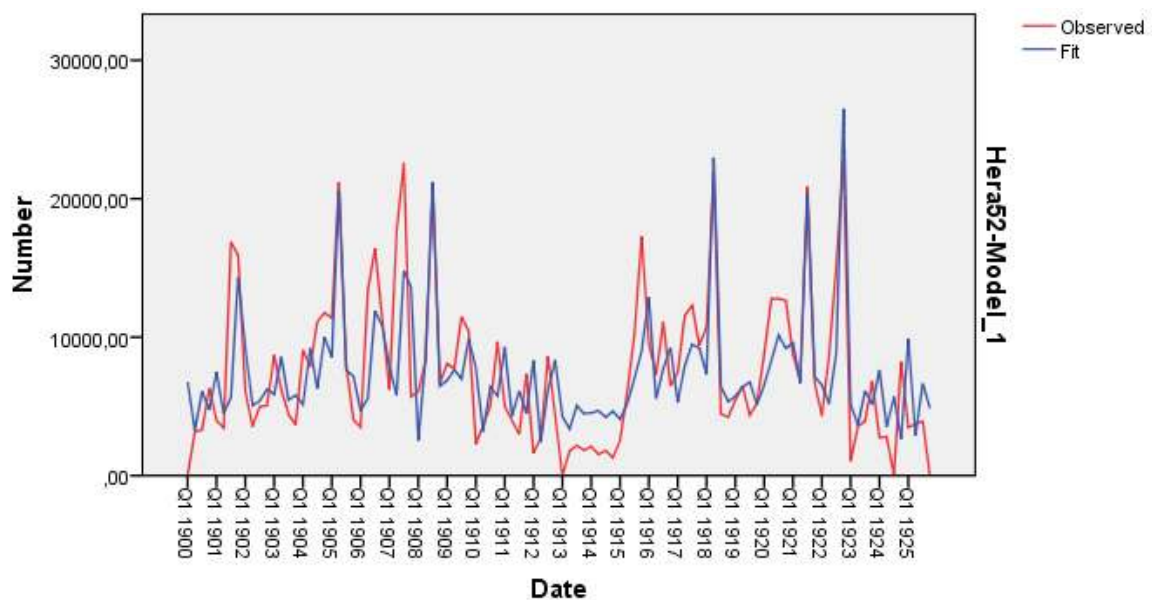


22. ábra B termék ARIMA modell illesztése

Forrás: saját munka

Hiába mutat meglehetősen jó illeszkedést, ez a modell sem volt alkalmas előrejelzések készítésére.

A következő ábra egy Tanárnő nevéhez fűződik, akinek ezúton is köszönöm szépen a segítségét.



23. ábra B termék ARIMA modell illesztése, 52 héttel

Forrás: Tanárnő

A Tanárnő által készített modellben a hetek dátumformátumot kaptak, de ahogy említettem a programot „át kell verni”, ha heti bontású adataink vannak, és dátumformátumot akarunk

beállítani. Ebben az esetben évekre, és negyedévekre állította a heteket. Amelyekhez hozzáadott egy 52. hetet, 0 értékkel, amelynek van valóság alapja, hiszen például Karácsony és Újév között, alacsony valószínűséggel fognak festéket vásárolni. Ez az 52 hetes modell láthatóan jobban illeszkedik, mint az általam alkotott (21. ábra). A modell részletes összefoglalóját a Mellékletek 15. táblázata tartalmazza. Ahogyan az ott is látható, ez a modell sem alkalmas előrejelzés készítésére.

Az eddigi ARIMA vizsgálatokból, és eredményekből eddig még nem sikerült olyan ARIMA megoldást találni, amellyel előrejelzések, de a $\pm 30\%$ -os kritériumnak megfelelő előrejelzések készíthetők. Ugyanakkor a vizsgálatok nem zárultak le, folytatjuk.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

TDK dolgozatommal elsődlegesen a Trilak Festékgyártó Kft kereslet-előrejelzésének további javítására szeretnék javaslattal szolgálni. A célom, hogy a korábban elkészített, és 2011-ben használatba vett modelletem továbbfejlesszem.

A Trilak Festékgyártó Kft, és jogelődjei, több mint 100 éves múltra visszatekintő, jelenleg Magyarország piacvezető festékgyártó vállalata. A pénzügyi és gazdasági válság, a festékiparban is visszaesést jelentett és jelent most is. Ezért, ahogy a vállalatok többsége is, megtakarításokat eszközöltek minden területen, amely nem befolyásolta/befolyásolja negatívan a vállalati működést. Dolgozatommal az alapanyag-rendelési mennyiségek „optimálisabbá” tételéhez szeretnék további új ötletekkel szolgálni.

A dolgozat első részében a témához kapcsolódó szakirodalmakat tekintem át, különös tekintettel a kereslet-előrejelzés kvantitatív módszerei közül azokra, amelyek kapcsolódnak a vállalati iparág sajátosságaihoz, és a később bemutatásra kerülő modellekhez. A második részben kerül sor a Trilak Festékgyártó Kft bemutatására, a szakmai becslés és az MS Office Excel előrejelzési rendszer, illetve a gyártási gyakorlat tárgyalására.

A dolgozat második részében, a saját Excel modellem továbbfejlesztéseit mutatom be. Ami standardizációt és egy 8 hetes összemennyiséget, egy évre előre, becsülő modellt takar. Törekedtem arra, hogy megtartsam a korábbi megoldások közös tulajdonságait, amely gyors adatfrissítést, és automatikusan működő függvényeket tartalmaz. Az adott termék 8 hétre várható összes értékesítési mennyiségének +/-30%-os becslése a modellek mércéje. Ezt az értéket egy MRP táblázatba másolva, könnyedén meghatározható a várható alapanyagigény, a 8 hetes rendelési ciklus végéig. Más alternatívákat is megvizsgálók, például egy ARIMA módszert, amellyel eddig nem sikerült olyan eredményt elérni, mint az Exceles modellekkel. A szakirodalomban ismert Winters-modell használható a havi értékesítési volumen várható mennyiségének előrejelzésére, de terjedelme miatt termékszintű előrejelzésre nem.

TDK dolgozatom zárásaként, pedig az ismertetett, és javasolt modellek gyakorlati alkalmazásának folyamatát, és eredményeit szemléltetem.

9. IRODALOMJEGYZÉK

1. Bowersox, D.J.-Class, D.J.: Logistical Management, The Integrated Supply Chain Process, McGraw-Hill, 1996
2. Chase R. B., and Aquilano N.J.: Production and Operation Management – Manufacturing and Services, Irwin, 1995
3. Chikán Attila – Demeter Krisztina: Az értékteremtő folyamatok menedzsmentje, Aula Kiadó, Budapest, 2006
4. Chikán Attila: Vállalatgazdaságtan, Aula Kiadó Budapest, 1997
5. Dilworth, James B.: Operations management: design, planning, and control for manufacturing and services, McGraw-Hill Inc., 1992
6. Dolgos Olga: Keresletmenedzsment esettanulmány, BKE Vállalatgazdaságtan Tanszék, 1996 (kézirat)
7. Elek Györgyné - Kovács Álmos – Stahl János: Termelésprogramozás és készletgazdálkodás, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1982
8. Hunyadi László-Mundruczó György-Vita László: Statisztika II., 1992, Aula Kiadó
9. Husty István: A minőségmenedzsment elemei, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 200
10. Johnson L.A., and Montgomery D.C.: Operations Research in Production Planning, Scheduling, and Inventory Control, John Wiley and Sons, 1974
11. Koltai Tamás: Termelésmenedzsment, Typotex Kiadó, Budapest, 2009

12. Kovács Krisztina – Tápler Csaba: Logisztikai Évkönyv 2010, Gyártásközi készletek optimalizálásának lehetőségei a termelési logisztikában, Magyar Logisztikai Egyesület, Budapest, 2010
13. Kovács Zoltán: Termelésmenedzsment, Veszprémi Egyetemi Kiadó, 2001
14. Makridakis S., Wheelwright S.C., and Hyndman R. J.: Forecasting Methods and Applications, John Wiley & Sons Inc., 1998
15. Meredith. J.M.: The management of operations: A conceptual emphasis, 4th edition, John Wiley and Sons Inc., New York, 1992
16. Nováky Erzsébet: Jövőkutatás, Aula Kiadó Budapest, 1999
17. Pfaffenberger R.C., and Patterson J.H.: Statistical Methods for Business and Economics, Irwin, 1987
18. Porter, Michael: Strategy: Seeking and Securing Competitive Advantage, HBR Book Series, 1991
19. Porter, Michael: Versenysztratégia, Akadémia Kiadó Budapest, 2006
20. Ramu Ramanathan: Bevezetés az ökonometriába, 2003, Panem Könyvkiadó, Budapest
21. Sasser, E. – Hart, C. – Heskett, J.: The service management course: Cases and Readings, The Free Press, New York, 1991
22. Schmenner, R.W.: Look beyond the obvious in plant location, Harvard Business Review, 1979 január-február, 126-127
23. Skinner, W.: The focused factory, Harvard Business Review. 1974 május-június, 113-121. old.

24. Steve Brown, Kate Blackmon, Paul Cousins, Harvey Maylor: Operations Management, Butterworth-Heinemann
25. Szegedi Zoltán - Prezenszki József: Logisztikamenedzsment, Kossuth Kiadó, Budapest, 2008
26. Vörös József: Termelés- és szolgáltatásmenedzsment, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2010
27. Waters D.: Operations Management – Producing Goods & Services, Addison – Wesley, 1996
28. <http://www.idokep.hu/?oldal=hirek&id=771> 30 napos előrejelzés, Időkép, Szerző: Az Időkép Csapata, Letöltés dátuma: 2010. augusztus 1.
29. <http://www.scmonitor.hu/index.php?p=contents&cid=452> Trilak, a színmester, Kovács Klára, Supply Chain Monitor, Letöltés dátuma: 2011. október 20.
30. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364815204002701> Performance of two stochastic approaches for forecasting water quality and streamflow data from Yeşilirmak River, Turkey, Ahmet Kurunça, Kadri Yürekli, Osman Çevik, ScienceDirect, Letöltés dátuma: 2011. október 25.
31. <http://www.tranzitonline.eu/cikkek/ertekesitesi-elorejelzes-a-gyakorlatban> Értékesítési előrejelzés a gyakorlatban, Werner Iván, Adversum Kft., Letöltés dátuma: 2011. október 16.
32. <http://www.trilak.hu/content/?show=15&sub=1> Anyacégünkről, letöltés dátuma: 2010. július 30.
33. <http://www.trilak.hu/content/?show=60&sub=1> A Trilak százéves jubileuma, letöltés dátuma: 2010. július 30.

MELLÉKLETEK

7. Táblázat Előrejelzés mozgóátlaggal

Mozgóátlag	Adatok 2008	Adatok 2009	Előrejelzés Bázisév: 2009	Adatok 2010	Pontosság (%)	Rendelési ciklus pontossága
Hetek	„A” jelű termék	„A” jelű termék	„A” jelű termék	„A” jelű termék		
1	2	0	27,50	12	229,17	
2	60	55	24,33	23	105,80	
3	71	18	41,67	43	96,90	
4	114	52	38,33	53	72,33	
5	124	45	41,33	49	84,35	
6	139	27	45,67	45	101,48	Összesen: 339
7	254	65	47,33	32	147,92	Előrejelzett össz.: 338
8	143	50	72,00	82	87,80	Pontosság: 99,8%
9	123	101	63,67	48	132,64	
10	165	40	73,67	53	138,99	
11	127	80	61,00	53	115,09	
12	151	63	74,00	129	57,36	
13	149	79	84,33	190	44,39	
14	295	111	131,00	60	218,33	Összesen: 682
15	238	203	189,00	97	194,85	Előrejelzett össz.: 905
16	153	253	228,00	52	438,46	Pontosság: 132,6%
17	207	118	104,50	130	80,38	
18	102	91	109,00	94	115,96	
19	184	118	111,33	55	202,42	
20	197	125	125,00	45	277,78	
21	204	132	152,33	102	149,35	
22	682	200	135,33	50	270,67	Összesen: 669
23	162	74	114,00	61	186,89	Előrejelzett össz.: 951
24	164	68	99,33	132	75,25	Pontosság: 142,1%
25	222	156	99,00	99	100,00	
26	286	73	116,33	142	81,92	
27	248	120	109,67	61	179,78	
28	173	136	123,67	62	199,46	
29	155	115	121,67	89	136,70	
30	273	114	122,67	209	58,69	Összesen: 844
31	241	139	111,33	104	107,05	Előrejelzett össz.: 914
32	205	81	110,00	78	141,03	Pontosság: 108,3%

Forrás: saját munka

8. Táblázat Előrejelzés exponenciális simítással

Exponenciális simítás ($\alpha = 0,3$)	Adatok 2008	Adatok 2009	Előrejelzés Bázisév: 2009	Adatok 2010	Pontosság (%)	Rendelési ciklus pontossága
Hetek	„A” jelű termék	„A” jelű termék	„A” jelű termék	„A” jelű termék		
1	2	0	0,00	12	0,00	
2	60	55	38,50	23	167,39	
3	71	18	24,15	43	56,16	
4	114	52	43,65	53	82,35	
5	124	45	44,59	49	91,01	
6	139	27	32,28	45	71,73	Összesen: 339
7	254	65	55,18	32	172,45	Előrejelzett össz.: 290
8	143	50	51,56	82	62,87	Pontosság: 85,5%
9	123	101	86,17	48	179,51	
10	165	40	53,85	53	101,60	
11	127	80	72,15	53	136,14	
12	151	63	65,75	129	50,97	
13	149	79	75,02	190	39,49	
14	295	111	100,21	60	167,01	Összesen: 682
15	238	203	172,16	97	177,49	Előrejelzett össz.: 854
16	153	253	228,75	52	439,90	Pontosság: 125,2%
17	207	118	151,22	130	116,33	
18	102	91	109,07	94	116,03	
19	184	118	115,32	55	209,67	
20	197	125	122,10	45	271,32	
21	204	132	129,03	102	126,50	
22	682	200	178,71	50	357,42	Összesen: 669
23	162	74	105,41	61	172,81	Előrejelzett össz.: 990
24	164	68	79,22	132	60,02	Pontosság: 148,0%
25	222	156	132,97	99	134,31	
26	286	73	90,99	142	64,08	
27	248	120	111,30	61	182,45	
28	173	136	128,59	62	207,40	
29	155	115	119,08	89	133,79	
30	273	114	115,52	209	55,27	Összesen: 844
31	241	139	131,96	104	126,88	Előrejelzett össz.: 927
32	205	81	96,29	78	123,44	Pontosság: 109,8%

Forrás: saját munka

9. Táblázat Példa a Winters-modellre 1. rész

1. oszlop	2. oszlop	3. oszlop	4. oszlop	5. oszlop
Hónap	Tényleges igény	MA(12)	Központi mozgóátlag	Szezonfaktor (első köz.)
1	110			
2	116			
3	128			
4	169			
5	213			
6	251	169,25		
7	247	170,17	169,71	1,4554
8	234	171,08	170,63	1,3714
9	186	172,00	171,54	1,0843
10	141	172,92	172,46	0,8176
11	124	173,83	173,38	0,7152
12	112	174,75	174,29	0,6426
13	121	175,67	175,21	0,6906
14	127	176,58	176,13	0,7211
15	139	177,50	177,04	0,7851
16	180	178,42	177,96	1,0115
17	224	179,33	178,88	1,2523
18	262	180,25	179,79	1,4572
19	258	181,17	180,71	1,4277
20	245	182,08	181,63	1,3489
21	197	183,00	182,54	1,0792
22	152	183,92	183,46	0,8285
23	135	184,83	184,38	0,7322
24	123	185,75	185,29	0,6638
25	132	186,67	186,21	0,7089
26	138	187,58	187,13	0,7375
27	150	188,50	188,04	0,7977
28	191	189,42	188,96	1,0108
29	235	190,33	189,88	1,2377
30	273	191,25	190,79	1,4309
31	269			
32	256			
33	208			
34	163			
35	146			
36	134			

Forrás: saját munka

10. Táblázat Példa a Winters-modellre 2. rész

6. oszlop	7. oszlop	8. oszlop	9. oszlop	10. oszlop
Szezonfaktor átlag	Szezonális faktor	Szezonatlan igény	Regresszió	Előrejelzés
	0,700	157,20	162,288	225,6349
	0,729	159,06	163,895	236,5496
	0,791	161,74	165,464	258,8741
	1,011	167,14	166,890	336,3488
	1,245	171,09	167,811	419,1731
	1,444	173,82	168,342	490,2447
1,442	1,442	171,34	168,588	485,7424
1,360	1,360	172,04	169,222	459,2864
1,082	1,082	171,94	169,853	365,1666
0,823	0,823	171,31	170,599	277,3076
0,724	0,724	171,34	171,563	243,8548
0,653	0,653	171,46	172,679	220,1814
0,700	0,700	172,92	173,960	
0,729	0,729	174,15	175,206	
0,791	0,791	175,64	176,451	
1,011	1,011	178,02	177,645	
1,245	1,245	179,92	178,598	
1,444	1,444	181,43	179,351	
	1,442	178,97	179,945	
	1,360	180,12	181,271	
	1,082	182,11	182,634	
	0,823	184,68	183,819	
	0,724	186,54	184,606	
	0,653	188,30	185,071	
	0,700	188,64	185,129	
	0,729	189,23	185,134	
	0,791	189,53	184,969	
	1,011	188,90	184,686	
	1,245	188,76	184,707	
	1,444	189,05	184,969	
	1,442	186,60	185,404	
	1,360	188,21	188,419	
	1,082	192,28	192,960	
	0,823	198,04	198,091	
	0,724	201,74	201,739	
	0,653	205,14	205,141	

Forrás: saját munka

11. Táblázat Példa a Winters-modellre 3. rész

11. oszlop	12. oszlop	13. oszlop	14. oszlop
Tényleges igény	Módosított előrejelzés	Pontosság (%)	Különbség
161,00	179,3639	111,41	-18,3639
167,00	159,0810405	95,26	7,9190
179,00	164,666398	91,99	14,3336
220,00	175,0033394	79,55	44,9967
264,00	214,9410044	81,42	49,0590
302,00	258,2533846	85,51	43,7466
298,00	297,3329418	99,78	0,6671
285,00	293,9033261	103,12	-8,9033
237,00	282,9637677	119,39	-45,9638
192,00	235,976186	122,90	-43,9762
175,00	190,6828891	108,96	-15,6829
163,00	173,8523927	106,66	-10,8524
Összesen:			
2643,00	2626,0206	99,36%	
Összesítő statisztika			
Várható érték	179,3639353		
Standard hiba	1,733164893		
Medián	179,6480381		
Szórás	10,39898936		
Minta varianciája	108,1389797		
Csúcsosság	0,051388452		
Ferdeség	0,506397492		
Tartomány	42,85240411		
Minimum	162,2884708		
Maximum	205,1408749		
Összeg	6457,101672		
Darabszám	36		

Forrás: saját munka

12. Táblázat B termék parciális autokorrelációs vizsgálata

Partial Autocorrelations			Partial Autocorrelations			Partial Autocorrelations		
Series:data 2007			Series:data 2008			Series:data 2009		
Lag	Partial Autocorrelation	Std. Error	Lag	Partial Autocorrelation	Std. Error	Lag	Partial Autocorrelation	Std. Error
1	,117	,140	1	,324	,140	1	,378	,140
2	-,015	,140	2	-,205	,140	2	,010	,140
3	-,093	,140	3	,106	,140	3	,118	,140
4	,185	,140	4	,357	,140	4	,174	,140
5	-,144	,140	5	-,066	,140	5	,005	,140
6	-,045	,140	6	-,220	,140	6	-,213	,140
7	,192	,140	7	,118	,140	7	-,006	,140
8	-,195	,140	8	,108	,140	8	,038	,140
9	,171	,140	9	,186	,140	9	,035	,140
10	-,241	,140	10	-,182	,140	10	,046	,140
11	-,020	,140	11	,054	,140	11	-,241	,140
12	-,152	,140	12	-,220	,140	12	-,203	,140
13	-,013	,140	13	,139	,140	13	,161	,140
14	-,172	,140	14	-,024	,140	14	-,178	,140
15	,019	,140	15	,040	,140	15	-,005	,140
16	-,123	,140	16	-,322	,140	16	,120	,140
17	,014	,140	17	-,138	,140	17	,015	,140
18	,133	,140	18	-,181	,140	18	,155	,140
19	,064	,140	19	-,017	,140	19	-,010	,140
20	-,012	,140	20	,069	,140	20	,040	,140
21	,089	,140	21	-,122	,140	21	-,106	,140
22	-,022	,140	22	-,072	,140	22	,009	,140
23	,126	,140	23	,200	,140	23	-,121	,140
24	-,163	,140	24	-,135	,140	24	,000	,140
25	,019	,140	25	,042	,140	25	-,110	,140
26	,086	,140	26	-,016	,140	26	-,191	,140
27	-,181	,140	27	-,096	,140	27	-,066	,140
28	-,148	,140	28	-,111	,140	28	,014	,140
29	-,022	,140	29	,065	,140	29	-,123	,140
30	-,056	,140	30	,103	,140	30	-,014	,140
31	,025	,140	31	-,035	,140	31	-,142	,140
32	,009	,140	32	-,059	,140	32	,041	,140
33	-,137	,140	33	-,001	,140	33	,024	,140
34	-,012	,140	34	-,109	,140	34	,027	,140
35	,044	,140	35	-,040	,140	35	,014	,140
36	-,079	,140	36	-,035	,140	36	-,017	,140
37	-,046	,140	37	-,016	,140	37	-,121	,140
38	-,024	,140	38	-,067	,140	38	-,102	,140
39	-,097	,140	39	,013	,140	39	,066	,140
40	,018	,140	40	-,003	,140	40	,044	,140
41	-,070	,140	41	-,048	,140	41	-,027	,140
42	,013	,140	42	-,031	,140	42	,016	,140
43	-,007	,140	43	,015	,140	43	-,063	,140
44	-,047	,140	44	-,011	,140	44	-,007	,140
45	-,036	,140	45	-,008	,140	45	-,039	,140
46	,031	,140	46	-,066	,140	46	-,023	,140
47	-,016	,140	47	,024	,140	47	,074	,140
48	-,051	,140	48	-,021	,140	48	,020	,140
49	-,051	,140	49	,064	,140	49	,005	,140

Forrás: saját munka

13. Táblázat D termék parciális autokorrelációs vizsgálata

Partial Autocorrelations

Series:data 2008

Lag	Partial Autocorrelation	Std. Error
1	,318	,140
2	-,008	,140
3	,208	,140
4	,264	,140
5	,038	,140
6	-,126	,140
7	-,066	,140
8	,070	,140
9	,049	,140
10	-,080	,140
11	,038	,140
12	-,122	,140
13	,100	,140
14	-,221	,140
15	,067	,140
16	,100	,140
17	-,267	,140
18	-,124	,140
19	-,253	,140
20	-,049	,140
21	-,028	,140
22	,110	,140
23	,088	,140
24	-,079	,140
25	,030	,140
26	-,073	,140
27	,012	,140
28	,071	,140
29	-,052	,140
30	,006	,140
31	-,057	,140
32	,000	,140
33	-,121	,140
34	-,004	,140
35	,047	,140
36	-,127	,140
37	-,004	,140
38	,035	,140
39	-,089	,140
40	-,010	,140
41	-,028	,140
42	,059	,140
43	-,103	,140
44	,026	,140
45	-,009	,140
46	,022	,140
47	-,004	,140
48	,027	,140
49	,024	,140

Partial Autocorrelations

Series:data 2009

Lag	Partial Autocorrelation	Std. Error
1	,606	,140
2	,049	,140
3	,139	,140
4	,046	,140
5	,219	,140
6	-,053	,140
7	-,134	,140
8	,034	,140
9	-,097	,140
10	-,082	,140
11	,094	,140
12	-,123	,140
13	,063	,140
14	-,279	,140
15	,067	,140
16	,100	,140
17	,004	,140
18	-,061	,140
19	-,054	,140
20	-,082	,140
21	-,097	,140
22	,082	,140
23	-,153	,140
24	-,106	,140
25	-,018	,140
26	-,049	,140
27	,031	,140
28	-,071	,140
29	-,042	,140
30	,088	,140
31	-,009	,140
32	-,094	,140
33	-,182	,140
34	,035	,140
35	-,025	,140
36	,105	,140
37	,120	,140
38	,040	,140
39	,013	,140
40	-,019	,140
41	-,039	,140
42	-,001	,140
43	-,106	,140
44	,001	,140
45	-,019	,140
46	-,016	,140
47	-,101	,140
48	-,063	,140
49	-,047	,140

Forrás: saját munka

Warnings			
The forecast table is not created because no forecasts could be calculated.			

Model Description			
			Model Type
Model ID	Hera52	Model_1	ARIMA(1,0,1)(0,0,0)

Model Summary

Model Fit											
Fit Statistic	Mean	SE	Minimum	Maximum	Percentile						
					5	10	25	50	75	90	95
Stationary R-squared	,548	.	,548	,548	,548	,548	,548	,548	,548	,548	,548
R-squared	,548	.	,548	,548	,548	,548	,548	,548	,548	,548	,548
RMSE	3761,562	.	3761,562	3761,562	3761,562	3761,562	3761,562	3761,562	3761,562	3761,562	3761,562
MAPE	155,130	.	155,130	155,130	155,130	155,130	155,130	155,130	155,130	155,130	155,130
MaxAPE	10320,996	.	10320,996	10320,996	10320,996	10320,996	10320,996	10320,996	10320,996	10320,996	10320,996
MAE	2770,857	.	2770,857	2770,857	2770,857	2770,857	2770,857	2770,857	2770,857	2770,857	2770,857
MaxAE	11873,330	.	11873,330	11873,330	11873,330	11873,330	11873,330	11873,330	11873,330	11873,330	11873,330
Normalized BIC	16,822	.	16,822	16,822	16,822	16,822	16,822	16,822	16,822	16,822	16,822

Model Statistics						
Model	Number of Predictors	Model Fit statistics				Number of Outliers
		Stationary R-squared	Ljung-Box Q(18) Statistics	DF	Sig.	
Hera52-Model_1	0	,548	13,206	16	,658	5

Forrás: Tanárnő

