Dunakavics

A Dunaújvárosi Egyetem online folyóirata 2019. VII. évfolyam XI. szám

Műszaki-, Informatikai és Társadalomtudományok

Krutilla Zsolt
Banki előrejelző rendszer informatikai hátterének meghatározása

Wizner Krisztián–Kővári Attila
Acélgyártás folyamatát elemző informatikai rendszer

Tóth Attila–Csáky Antal
A kételemű számok, kvaterniók jelentősége a gyakorlatban

Csicskovicsné Fodor Brigitta–Kovács Tamás
A Molker Elektro Kft. raktárában az elfekvő készlet kialakulása és hatékony kezelése 2. rész



Dunakavics

A Dunaújvárosi Egyetem online folyóirata 2019. VII. évfolyam XI. szám

Műszaki-, Informatikai és Társadalomtudományok

Megjelelenik évente 12 alkalommal

Szerkesztőbizottság

András István, Balázs László, Nagy András, Nagy Bálint, Németh István,
Rajcsányi-Molnár Mónika, Szabó Csilla Marianna.

Felelős szerkesztő Németh István
Tördelés Duma Attila

Szerkesztőség és a kiadó címe 2400 Dunaújváros, Táncsics M. u. 1/a.

Kiadja DUE Press, a Dunaújvárosi Egyetem kiadója
Felelős kiadó Dr. habil András István, rektor

A lap megjelenését támogatta a Nemzeti Kulturális Alap

TÁMOP-4.2.3-12/1/KONV-2012-0051
„Tudományos eredmények elismerése és disszeminációja
a Dunaújvárosi Főiskolán”.
http://dunakavics.due.hu
ISSN 2064-5007

Tartalom

KRUTILLA ZSOLT
Banki előrejelző rendszer informatikai hátterének meghatározása 5

WIZNER KRISZTIÁN–KŐVÁRI ATTILA
Acélgyártás folyamatát elemző informatikai rendszer 15

TÓTH ATTILA–CSÁKY ANTAL
A kételemű számok, kvaterniók jelentősége a gyakorlatban 23

CSICSKOVICSNÉ FODOR BRIGITTA–KOVÁCS TAMÁS
A Molker Elektro Kft. raktárában az elfekvő készlet kialakulása és hatékony kezelése 2. rész 43

Galéria 54
(Németh István fotói – Coney Island)



KRUTILLA ZSOLT *

Banki előrejelző rendszer informatikai hátterének meghatározása

Összefoglalás: A cikk célja egy előrejelző rendszer elkészítéséhez szükséges háttér-infrastruktúra meghatározása. Az előrejelző rendszernek az OTP Bank Nyrt. személyikölcsön-igénylések beérkezési volumenére vonatkozó becslést kell adnia. A modellnek képesnek kell lennie legalább egy héttel előre, félórás bontásban megjósolnia a beérkező igénylések darabszámát, melynek alapján beosztástervezés készíthető (optimalizálva a munkaerőforrást), csökkenthető a működési költség, valamint növelhető az ügyfélelégedettség. Jelen cikkben az előrejelzést lehetővé tevő informatikai rendszer kerül bemutatásra.
Kulcsszavak: Adatbányászat; predikció; adatbáziskezelés.

Abstract: The target of this article that to define a back-end infrastructure for a predictive modelling system. This kind of predictive modelling system needs to take estimate for the incoming volume of personal loan of OTP Bank PLC. The model needs to do estimation by thirty minutes periodically interval for the incoming values at least one week advance whereby it possible to define a distribution of work time plan (optimize the source of labour), reducible the operation costs and increasable the consumer satisfaction too. In this article the IT infrastructure for predictive modelling is introduced.
Keywords: Data mining; prediction; database management.

*Dunaújvárosi Egyetem, Műszaki Intézet
E-mail: zskrutilla@freemail.hu

Bevezető

A mai világban minden nagyobb vállalat piacvezető szerepét, vagy arra történő törekvését az adatok egyre részletgazdagabb tárolása, hatékonyabb felhasználása és az annak elemzésére épülő stratégiája határozza meg. A tanulmányban bemutatásra kerülő prediktív modellezési elmélet egy gyakorlati probléma megoldását szolgálja, melynek célja, hogy magas pontossággal és a szezonalitási tényező figyelembevételével legyen képes előre jelezni egy banki termék igénylésének volumenét. Egy olyan elmélet kidolgozása volt a cél, mely a gyakorlatban is megállja a helyét, magas pontossággal képes előre jelezni és valamennyi olyan területen használható, melyeknél szezonalitás figyelhető meg (például hotelek látogatottsága, éttermek forgalmának előrejelzése, kölcsönigénylések előrejelzése).

A hagyományos piaci elemzéseken túl, egyre inkább teret hódítanak a belső működéssel kapcsolatos elemzések, melyek segítségével csökkenteni lehet a működési költségeket a túlórák megszüntetésével és munkaerőforrás optimalizálásával. A kutatás célja, hogy a Bankhoz beérkezett személyi kölcsönre vonatkozóan, fél órás megbontással előre lehessen jelezni a várhatóan beérkező volument, melynek segítségével előre meg lehet határozni a dolgozók beosztását és esetlegesen várható kiugrásokat. Egy magas pontosságú előrejelzéssel nem csak optimalizált beosztás elkészítésére nyílik lehetőség, mely jelentősen csökkenti a kiadásokat, hanem növelni lehet az ügyfélélményt is (egy megadott termékkel kapcsolatos ügyfélkiszolgálási gyorsaságának növelése, SLA-mutatók tartása és javítása).

Elméleti háttér, témához kapcsolódó információk

A leíró statisztika

A statisztikát leginkább úgy fogalmazhatjuk meg, hogy nem más, mint a tömegesen előforduló jelenségekre, folyamatokra vonatkozó információk összegyűjtésének, leírásának, elemzésének, értékelésének és közlésének tudományos módszertana.

A nemzetközi irodalomban leginkább az alábbiak szerint különböztetik meg a statisztika típusokat:

– **leíró statisztika:** „*célja a vizsgálat tárgyát képező jelenség tömör, számszerű jellemzése az adatok elemzése*
és rendezése alapján (pl. 10 évente tartott népszámlálások adatainak feldolgozása)” [1]

[1] Kövesi János–Tóth Zsuzsanna Eszter (2018): *Általános Statisztika.* Budapest: Műegyetemi.

[2] Tóthné Parázsó Lenke (2011): *A kutatásmódszertan matematikai alapjai.* Eger: Eszterházy K. Főiskola.

– **következtető statisztika:** *„célja a mintából történő következtetés és általánosítás a teljes sokaságra vonatkozóan (pl. néhány ezer háztartás jövedelmi adataiból megfelelő pontossággal megbecsülhető, hogy a magyar lakosság körében milyen jövedelmi különbségek vannak), vagyis a jelenségekre, folyamatokra vonatkozóan olyan megállapításokat tehetünk, amelyek nem csak a közvetlen megfigyelésen alapulnak.”*
– **statisztikai döntéselmélet:** *„a véletlen környezet által bekövetkező események figyelembevétele mellett, több lehetséges cselekvési lehetőség közül az optimálisnak vélt kiválasztásához ad számszerű információkat (pl. beruházási döntések, új termékek bevezetésére vonatkozó döntések stb.).”*

Kutatásmódszertan és stratégiák

A kutatás általános célja, hogy új ismeretek feltárásával egy adott problémára megoldást találjunk. A kutatás folyamatát általában az alábbi jellemzi:

1. ábra. Kutatás folyamatábrája.



A kutatás során fontos a probléma megfogalmazása és a megoldására irányuló hipotézisek (null- és alternatív hipotézis) megállapítása, valamint azok vizsgálata. A kutatások stratégiájuk szerint lehetnek deduktívak (analitikusak), vagy induktívak (empirikusak). Deduktív kutatás esetén a következtetések megállapítása a korábbi kutatások alapján történik, míg induktív kutatás esetén a mérési eredmények alapján történik meg a következtetések megállapítása.

A kutatás során több adattípusról is beszélünk (konstans, diszkrét vagy folytonos értékek) melyeket kvantitatív és kvalitatív módon kerülnek feldolgozásra. Kvantitatív adatfeldolgozás esetén a „Mi?, Miért?” kérdésekre keressük a választ, azaz a minőségi kérdésekre, míg a kvalitatív adatfeldolgozás esetén a „Menynyi?” kérdésre, azaz a mennyiségi kérdésre keressük a választ. [2]

Predikció, gépi tanulás, Big Data, modellezési elmélet

A mai közgazdaságtan vizsgálati módszertanának egyik fő befolyásoló és előre lendítő tényezője a modern számítógépek és informatikai eszközök által megteremtett elemzési lehetőségek. A modern közgazdaságtan fő eszköze a gépi tanulás által nyújtott predikciós lehetőségek kiaknázása, hogy egy adott minta alapján képesek legyenek előrejelezni bizonyos eseményeket. Minél nagyobb a korábbi adatkör, annál pontosabban eredmény születik a predikciós modellezés során. Egy Big Data környezet tökéletes lehetőséget nyújt a nagymennyiségű adattárolásra, így a különböző modellezési eljárások hatékonyságára is. [3]

[3] Muraközy Balázs (2018): Gépi tanulás, predikció és okság a közgazdaság-tudományban. *Magyar Tudomány* 179. Pp. 1027–1037.

A predikciós modellezés területén több elmélet is kialakult, melyek egy adott függvény tulajdonságát vizsgálják, annak differenciálhatóságát és egységgyöktesztjét. Az egységgyöktesztek feltételezik a szezonális és nem szezonális tényezők függetlenséget, azonban egyes kutatások ennek elkülöníthetőségére irányulnak (periodikus autoregresszív modellezés).

A különböző modellezés-elméletek gyakorlati alkalmazását megelőzően szükséges a modell alapját képző adatbázisok kialakítása is. Az adatbázis megfelelő kialakítása nélkülözhetetlen a modellezés szempontjából, a leendő modellnek megfelelően illeszkednie kell a gyakorlati alkalmazhatóság érdekében. Az adatbázis nem csak az adatok tárolását szolgálja, hanem az egyes adatkörök tárolásának specifikusságát is, így az adatok tárolására tekintettel a későbbi felhasználhatóságot is.

Módszer

A fejlesztés célja egy emberi beavatkozás nélkül futni és tanulni tudó új predikciós modell készítése a Bank fogyasztási hiteltermékére vonatkozóan, mely első fázisban egy héttel előre képes kevesebb mint 30%-os eltéréssel, napi és fél órás megbontással előre jelezni a várhatóan beérkező személyikölcsön-igénylésének számát. Az előrejelzés elsődleges célja, hogy optimalizálni lehessen a beosztástervezetet, illetve dolgozói létszámot, melynek segítségével csökkenteni a hitelbírálati időt is (ügyfélélmény növelés) és optimalizálni a munkaerőforrás eloszlását. Az ügyfélélmény növeléséhez tehát szükségessé vált, hogy a kutatás első fázisa mintázatot találjon a beérkező adatokban, melynek segítségével az ügyfélviselkedési normák megfigyelése mellett lehetőség nyílik az előrejelző modell elkészítésére is. Az előrejelzés segítségével előre meg lehet határozni, hogy egy adott nap adott időpontjában – a korábbi adatok és mintázat alapján – mekkora beérkező volumennel lehet számolni és hogy

annak feldolgozása mennyi emberi erőforrást igényel majd nem csak, hogy abban az időpontban, hanem arra az adott napra vonatkozó legoptimálisabb beosztást is lehetővé teszi.

A modellalkotás első lépcsőfoka a korábbi adatok elemzése. Az elemzést követően lehetőség nyílik a matematikai mintázat(ok) feltárása, a nullhipotézis és alternatív hipotézis felállítására. Az adatok Excell formátumban álltak a rendelkezésemre, valamint csak 9 hónapra visszamenőleg, így az előrejelzés kidolgozása során figyelemben kellett tartani, hogy nem áll majd legalább egy éves időintervallum a rendelkezésemre. Az elemzés első fázisa így a meglévő adatok feltérképezése és a lehetséges befolyásoló tényezők megállapítása, esetleges osztályok kialakítása. A termék sajátos jellegzetessége alapján a nullhipotézis, hogy személyi kölcsönök esetében szezonalitás figyelhető meg (iskolakezdés, nyaralások, ünnepek, stb.), így az előrejelzés alappillérje az időszakosság, azaz maga a dátumok, időpontok és azok jellegzetességei, nem pedig a darabszám és idő függvényének folytonossága.

Adatforrások

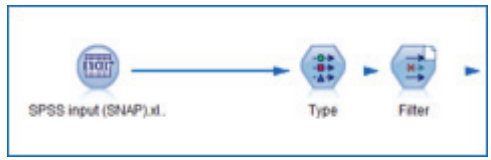
Az adatok „nyers" formában nem elemezhetők, ezért szinte minden esetben szükséges azokat tisztítani, valamint a szükséges mezőkre megbontani, vagy éppen logikailag egységesíteni.

2. ábra. Nyers adatforrás.

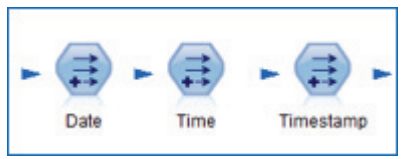
D	E	F	G	H	I	J	
Várólistára érkezés időpontja - manuális	Levéve - manuális	Eltelt idő (perc)	darab	Manuális - időszak	Manuális - napi		Összese
2018-MÁJ. -02 08.53.30	2018-MÁJ. -02 09.04.22	10,87	2	2018-MÁJ.	2018-MÁJ. -02		
2018-MÁJ. -02 09.03.32	2018-MÁJ. -02 09.11.59	8,45	1	2018-MÁJ.	2018-MÁJ. -02		
2018-MÁJ. -02 09.03.39	2018-MÁJ. -02 09.11.30	7,85	1	2018-MÁJ.	2018-MÁJ. -02		
2018-MÁJ. -02 09.08.27	2018-MÁJ. -02 09.17.01	8,57	1	2018-MÁJ.	2018-MÁJ. -02		
2018-MÁJ. -02 09.08.38	2018-MÁJ. -02 09.18.14	9,6	1	2018-MÁJ.	2018-MÁJ. -02		
2018-MÁJ. -02 09.08.42	2018-MÁJ. -02 09.17.26	8,73	1	2018-MÁJ.	2018-MÁJ. -02		
2018-MÁJ. -02 09.12.11	2018-MÁJ. -02 09.18.49	6,63	1	2018-MÁJ.	2018-MÁJ. -02		

Adatbányászat, vagy adatelemzések során mindig meg kell határozni az elemzéshez szükséges adatköröket, majd azokat olyan formára hozni, valamint rendezni, melyek az elemzés szempontjából szükségesek. A jelen cikkben szereplő adatkört is szükséges volt rendezni, különös tekintettel a modell alapját képező dátum- és időadatokat tartalmazó mezőkre (H0 értelmében). Az előkészítéshez az IBM SPSS szoftvert használtam, tekintettel arra, hogy az előre beépített elemzési lehetőségek mellett több adatforrást is képes egyszerre kezelni (adattranszformáció bemeneti és kimeneti ágon egyaránt), adatot tisztítani, valamint logai mezőket és értékeket létrehozni.

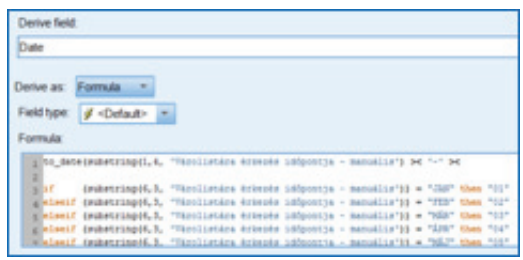
3. ábra. Input node.



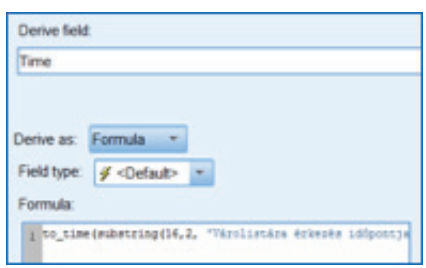
4. ábra. Időkategória node-ok.



5. ábra. Dátumok „tisztítása”.



6. ábra. Idő mezőérték.



A mezők szeparálását és formázását követően az időpontok kerültek csoportosításra, hogy rendelkezésre álljon a modelltől elvárt 30 perces idősáv eloszláshoz szükséges mező és adatok. Az előzetes információk szerint az adatokban nem található mintázat, azok teljesen random időpontokban és eltérő terjedelemmel rendelkeznek, azonban ez elemzés nélkül egyértelműen nem jelenthető ki. A nullhipotézis mentén kezdődtek meg az adatelemzések, melynek alappillérjét a napok és az azon belüli időpontok jelentették, tehát egy háromdimenziós eloszlás elkészítése volt a cél. A helyes adatkör kiválasztása és azok megfelelő összerendelése nélkülözhetetlen részét képezi a matematikai mintázat megállapításának. Az elemzés során tudnunk kell mit miért és hogyan kell összehasonlítanunk, melyik adatkört melyik adatkörrel kell összerendelni, hogy a helyes mintázatot kaphassuk.

Célok

Az alapkoncepció, hogy a numerikus adatokat grafikusan kell megjeleníteni, melynek segítségével azonnal megfigyelhető egy esetleges mintázat, kezdetleges jellegzetesség. A hipotézisvizsgálat és matematikai mintázat, illetve tulajdonság feltárása után szükséges volt a modellezési elmélet és eljárás kidolgozása. Az elméleti kidolgozást követően az infrastruktúra kialakítása került fókuszba, ugyanis magában egy elemzés és egy modellezési elmélet még nem teljesíti a további célkitűzéseket. Ennek következtében került kialakításra egy külön erre a célra létesült adatbázis, ahol az adatok tárolása mellett az automatikus modellezési eljárás úgynevezett alapegységei is kialakításra kerültek. A szerveres környezetnek köszönhetően további lehetőségek álltak a rendelkezésemre, mely nem csak a kutatási célfeladat szükséges, hanem elégséges feltételét is megteremtette. A kutatás során szükségessé vált a különböző szerveres környezetek kialakítása, valamint azok összekapcsolása, a matematikai modellezési elmélet leprogramozása, a szükséges nyers- és metaadatok létrehozása, valamint tárolása, a megjelenítő felület kialakítása és természetesen a modellezés során kapott adatok – ezáltal maga a modell – visszamérése. [4] A modellezési eljárás kialakítása során azonban további elvárásoknak is eleget kellett tenni. Fontos szempont volt a gazdaságosság, azaz kizárólag a rendelkezésre álló infrastruktúrai erőforrások felhasználásával történhetett meg az eljárás kialakítása, valamint maradéktalanul teljesíteni kell az európai általános adatvédelmi rendeletben (GDPR) előírt adatkezelési és adattárolási elvárásokat. Ezen túlmenően törekedni kellett a modularitásra is, hogy a későbbi fejlesztések, vagy esetleges hibajavítások során csak az adott modulokat kelljen fejleszteni, nem pedig az egész folyamatot.

[4] Gerőcs László–Vancsó Ödön (2010): *Matematika*. Budapest: Akadémiai.

Vizsgálatok

A modellezési eljárás első lépése az adatok megértése, majd előkészítése. A modellezési eljárások legfontosabb eleme, hogy a bemeneti adatok maradéktalanul és úgynevezett „zaj" nélkül álljanak a rendelkezésünkre. Hiányos, vagy hibás adat esetén nem csak maga a modellezési elmélet lehet hibás, hanem az azt megelőző elemzés is téves következtetésekhez vezethet, ezért a jelen cikkben bemutatásra kerülő modellezési eljárást, valamint elemzést megelőzően a rendelkezésre álló adatok vizsgálata volt az első lépés. Az adatok vizsgálatát követően került sor az elemzésre, majd a modellezési elmélet kidolgozására és későbbi megvalósítására is. [5]

[5] Mák Fruzsina (2014): Egységgyöktesztek alkalmazása szezonalitást is tartalmazó idősorok esetében energiatőzsde-adatok példáján. *Statisztikai szemle 92. évf. 7.*

Adatforrás

Ahogy már előzetesen megemlítésre került, az adatok rendezésen, majd tisztításon estek át. Ez azt jelenti, hogy a kívánt predikciós modell eléréséhez szükséges volt az adatok egységesítése és „típus-specifikussá" tétele. Az elemzéshez szükséges adatok Excell-táblázatban álltak a rendelkezésemre, azonban a későbbi automatizálás lehetőségére való tekintettel, szükséges volt ezzel egyidőben kialakítani az SQL adatbázis alapú adatelérésének lehetőségét is. Az adatforrás előkészítése három fő lépésből tevődött össze:

1. Adattisztítás
2. Adattranszformáció
3. Adatkör bővítése (logikai mezők és értékeinek kialakítása)

Adattisztítás

Az elemzéshez szükséges korábbi adatok statikusan, Excel-táblázat formájában álltak a rendelkezésemre. Az adatok ugyan SQL-adatbázisból kerültek exportálásra, azonban az etérő nyelvszerkezetek és szerveres környezetekből adódóan bizonyos mezők, mint például a timestamp-adatok, szöveges formában és elemzési szempontból felhasználhatatlan állapotban kerültek exportálásra. Ezen mezőértékeket szükséges volt első körben tisztítani, valamint a felesleges, illetve üres oszlopokat eltávolítani.

Adattranszformáció

Az adattisztítást követően maga az adattranszformáció történt meg, azaz a mezők típusspecifikussá tétele (például a string típusként felismert numerikus adatokat tartalmazó mezők konvertálása integer típussá).

Adatkör bővítése

Az úgynevezett nyers adatforrásból hiányoztak azok az adatok, melyek az elemzés, modellezés, valamint hipotézisvizsgálat alappillérét képezik. Ezen adatok, mezők a meglévő adathalmazból kerültek „kimetszésre", azaz szükséges volt az adathalmaz logikai és fizikai szeparálása, illetve azok típuskonverziója is. [6]

[6] Hámori Gábor (2016): *A magyarázóváltozók kezelésének egyes kérdései regressziós modellezés során.* Kaposvár: Kaposvári Egyetem.

Kiugró adatok kezelése

Az elemzés alapján a modellezési eljárás során ügyelni kell a kiugró, vagy más néven az egyedi adatok kezelésére. Ennek kezelése SQL-szinten történik, mégpedig a korábbi adatok meghívásakor. Amikor egy adott nap adott időpontjára fut le a leválogatás, úgy megvizsgálja, hogy arra az adott időpontra hány darab korábbi adat jellemző és ha ez a szám nem éri el a legalább 3 darabot a 12 hónapos mozgó időintervallumra vonatkozva, úgy azt figyelmen kívül hagyja („egy fecske nem csinál nyarat").

Informatikai infrastruktúra

A modellel szembeni elvárás, hogy automatikusan, emberi beavatkozás nélkül kell tudnia lefutnia, valamint a korábbi adatok alapján folyamatosan „tanulnia", ezért informatikai infrastruktúra szempontjából az MsSQL-adatbázist választottam ki, mint adattárolási és modellezési környezetet.

A modellezési fázisok az alábbi infrastruktúra-szakaszokra bonthatók:

a. Ütemezett adatáttöltés, adattranszformáció: IBM SPSS modeler, MsSQL.
b. Heti modellezés: Excell-táblázat mögött található SQL-utasítás futtatása VBA-automatizálás.

c. Havi automatikus modellezés: IBM SPSS-modeler..
d. Adatok exportálása, grafikonos megjelenítése és visszamérése: Excell.
e. Adatok publikálása: SharePoint weboldal.

Az adatbázis alkalmazásával lehetőség nyílik a teljes modell átültetésére, valamint az esetlegesen hibás adatok jelölésére is, mely olyan esetekben nyújt előnyt, amikor egy egyedi hiba következtében megváltoznak a darabszámok, azonban nem szeretnénk, ha a modell a jövőben ebből „tanulna" (például rendszerhibák esetén, melyek a tényleges adatokat nagymértékben torzítják). A gyakorlatban erre egy úgynevezett Flag- és megjegyzés mező szolgál az adatokat tároló adatbázis táblájában, melyben részletesen és rekordonként rögzíteni lehet az adott adatra vonatkozó információkat.

Összefoglalás

A cikkben bemutatott rendszer és elérhető adatforrások megfelelő alapot nyújtanak egy predikciós modellezési eljárás alkalmazásához, mely felhasználható egy Bank fogyasztási hiteligénylési darabszámának előrejelzésére. A kidolgozandó predikciós eljárásban azonban tekintettel kell lenni arra, hogy az eljárás alapját a szezonalitásban megfigyelhető periodikusság képezi, ezért minden olyan területen alkalmazható, melyeknek szintén a szezonalitás képezi az alapját. Tapasztalataim szerint szezonalitás szinte bárhol megfigyelhető, a kereskedelemtől a banki szférán keresztül a gyártóiparig, így a kidolgozandó modellezési eljárás szinte bármilyen területen eredményesen alkalmazható lehet. Minden cég esetében fontos szempont a rendelkezésre álló humán erőforrás minél optimalizáltabb felhasználása és az ezzel járó esetleges plusz kiadások mérséklése (például túlórák), valamint azok mutatójának előrejelzése. A modell segítségével nem csak a darabszámokat lehetne előre jelezni, hanem annak alapján a létszámprognózist, vagy beosztástervezetet lehetne készíteni. Jelen cikkben a predikciós eljárás megvalósításához szükséges rendszer és adatforrások kerültek összegzésre.

Köszönetnyilvánítás
EFOP-3.6.1-16-2016-00003 K+F+I folyamatok hosszú távú megerősítése a Dunaújvárosi Egyetemen projekt által finanszírozott kutatás.

WIZNER KRISZTIÁN *–KŐVÁRI ATTILA **

Acélgyártás folyamatát elemző informatikai rendszer

Összefoglalás: A kifejlesztett elemzőrendszer felhasználható az öntés során előállított adatok és diagramok szemléltető megjelenítésére, valamint az ISD DUNAFERR Zrt. Acélművének Öntőgépéhez kifejlesztett környezet megjelenítésére. A rendszer megkönnyíti az öntés során bekövetkezett rendellenességek elemzését az öntési folyamat paramétereinek felhasználásával. A kifejlesztett alkalmazás lehetővé teszi az öntési folyamat és a minőséget befolyásoló paraméterek alaposabb megismerését és megértését.
Kulcsszavak: Acélgyártás, acélöntés, web.

Abstract: The developed analyst system can be used to show illustratively the data and diagrams produced during casting, and visualize the environment developed for the casting machine of Steelworks ISD DUNAFERR Zrt. The system facilitates the analysis of anomalies occurred during casting using the parameters of casting process. The developed application allows more profound investigation and understanding of the casting process and the parameters that influence quality.
Keywords: Steelmaking, steelcasting, web.

ISD Dunaferr Zrt.
E-mail: wizner.krisztian@isd-dunaferr.hu

**Dunaújvárosi Egyetem, Műszaki Intézet*
E-mail: kovari@uniduna.hu

Bevezető

Az ipari folyamatok átláthatósága, nyomonkövetése, elemezhetősége egyre nagyobb jelentőséggel napjainkban. A számítógépek és egyéb informatikai eszközök kapacitásának jelentős bővülésével és megfizethetőségével egyre nagyobb teret kap az Ipar 4.0 valamint az IoT (Internet of Things) koncepciója. Ezen irányelvek mellett nagy jelentőséggel bírnak a már meglévő akár több tízéves adatok, melyek vizsgálatával modellek állíthatók fel az online adatok vizsgálatához, valamint lehetőséget biztosítanak az ipari szakembernek, a statisztikusnak, valamint a gépi tanulással támogatott rendszereknek, hogy összefüggéseket fedjenek fel az ipari folyamatban. Ezen összefüggésekkel a termelés kiszámíthatóbbá, tervezhetőbb, ezáltal hatékonyabbá tehető.

Minden ipari folyamat optimalizációjához első lépésként az adott ipari terület, helyi viszonyok mélyreható ismerete szükséges, mely a helyi szakember sajátja. A nyers adatok elemzése a szakember helyismerete, és szakértelme nélkül szinte mit sem ér. A szakemberek viszont többségében nem rendelkeznek mélyreható informatikai ismeretekkel. Ennek következtében nem képesek hatékonyan vizsgálni a gyártási folyamat során képződő adatokat. Ezért fontos, hogy a szakember olyan informatikai rendszert kapjon, ami lehetőséget biztosít számára „könnyű", nagy szabadságfokú vizsgálódásra amellett, hogy nem igényel tőle mélyreható informatikai ismeretek.

Az ismertetésre kerülő program elsődleges célja a szakemberek munkájának elősegítése, megkönnyíteni az adatok vizsgálatát azok vizualizációjával, valamint megteremteni az alapot mélyebb vizsgálatok (gépi tanulás) elvégzéséhez. [1].

Áttekintés

A program az ISD Dunaferr Zrt. Folyamatosan Öntő művének öntési adatait használja.

Az ISD Dunaferr Zrt. 2 db vertikális elrendezésű öntőgéppel rendelkezik. Gépenként 2–2 szálon történik az öntés párhuzamosan. Egy adag öntése ~60 percet vesz igénybe. Egymás után átlagban 4–5 adag öntése (szekvens) történik.

[1] Thomas, B. G. (2005): *Modeling of Continuous Casting Defects Related to Mold Fluid Flow 3rd Internat.* Congress on Science & Technology of Steelmaking, AIST, Warrendale, PA. Pp. 847–861. Charlotte, NC.

[2] Meng, Y.–Thomas, B. G. (2003): *Heat Transfer and Solidification Model of Continuous Slab Casting: CON1D, Metall. & Material Trans.,* Vol. 34B (5). Pp. 685–705.

[3] Zhang, L.–Pluschkell, W.–Thomas, B. G. (2002): *Nucleation and growth of alumina inclusion during steel deoxidation*. 85th Steelmaking Conference, Vol.85, ISS, Warrendale, PA, Pp. 463–476, Nashville, TN.

[4] Bai, H.–Thomas, B. G. (2001): Effects of Clogging, Argon Injection and Continuous Casting Conditions on Flow and Air Aspiration in Submerged Entry Nozzles, *Metall. & Material Trans.* B., Vol. 32B (4). Pp. 707–722.

[5] Thomas, B. G.–Jenkins, M.–Mahapatra, R. B. (2004): Investigation of Strand Surface Defects Using Mold Instrumentation and Modeling, *Ironmaking & Steelmaking.* Vol. 31. Pp. 485–494.

Az öntött szál belső és külső tulajdonságaira legnagyobb hatást a kristályosítói komplex folyamatok gyakorolják. Kristályosító alatt a szálra hatással van még a megtámasztás, a másodlagos hűtés stratégiája, valamint a húzóhengerek nyomásai is, azonban ezen hatások nem változnak az öntési folyamat során.

A kristályosítóban az alábbi komplex folyamatok egymásra hatása történik, melyek befolyásolják a végtermék (bramma) belső és külső szerkezetét [2, 3, 4, 5, 8, 9, 12, 13, 15]:

– Folyadékáramlás
– Hőáramlás
– Halmazállapot-változások
– Súrlódás
– Kenés
– Pulzáló mechanikai mozgás
– Gáz és szilárd bezáródások áramlása
– Kémiai és kristálytani változások
– Zárványkirakódás/leválás

Az öntésindítástól eltekintve az öntési folyamat során optimális esetben az öntési sebesség, és a kristályosítóban lévő acélszint, valamint a közbenső üstben lévő acélátfolyás mértékét szabályzó dugó pozíciója a dugó (és környékének) kopásából fakadó mozgástól eltekintve nem változik.

Amennyiben ezen értékekben nagymértékű hirtelen változás áll be, az kihat a szál mind felületi, mind belső szerkezetére [6, 7, 10, 11,14].

[6] Sengupta, J. (2006): Effect of a Sudden Level Fluctuation on Hook Formation During Continuous Casting of UltraLow Carbon Steel Slabs, Modeling of Casting, Welding, and Advanced Solidification Processes XI. (Eds) Gandin, C. A.–Allison, J. E. *TMS, Warrendale, PA*. Pp. 727–736, France: Opio.

[7]Shin, H-J.–Thomas, B. G.–Lee, G. G.–Park, J. M.–Lee, C. H.–Kim, S. H. (2004): *Analysis of Hook Formation Mechanism in Ultralow-carbon Steel Using CON1D Heat Flow Solidification Model MS&T'04, TMS, Warrendale, PA.*, Vol. II. Pp. 11–26. , New Orleans, La.

[8] Rackers, K. G.–Thomas, B. G. (1995): Clogging in Continuous Casting Nozzles 78th Steelmaking Conference Proceedings. Vol. 78. *Iron & Steel Society, Warrendale, PA*. Pp. 723–734. Nashville, TN.

[9] Thomas, B. G.–Zhang, L. (2001): *Mathematical Modeling of Fluid Flow in Continuous Casting ISIJ International*, Vol. 41, No. 10, Pp. 1181–1193.

[10] Zhang, Q.–Wang, L.–Wang, X. (2006): *Influence of Casting Speed Variation during Unsteady Continuous Casting on Non-metallic Inclusions in IF Steel Slabs ISIJ International,* Vol. 46, No. 10, Pp. 1421–1426.

[11] Wang, Y.–Zhang, L. (2010): *Transient Fluid Flow Phenomena during Continuous Casting: Part II—Cast Speed Change, Temperature Fluctuation, and Steel Grade Mixing ISIJ International*, Vol. 50, No. 12. Pp. 1783–1791.

[12] Zhang, L. (2006): *Fluid Flow and Inclusion Removal in Molten Steel Continuous Casting Strands 5th International Conference on CFD in the Process Industries CSIRO.* P. 9. Melbourne, Australia.

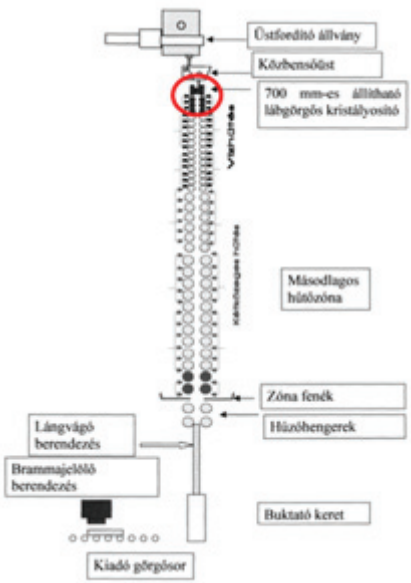
[13] Shin, H.-J.–Lee, G. G.–Choi, W. Y.–Kang, S. M.–Park, J. H.–Kim, S. H.–Thomas, B. G. (2004): Effect of Mold Oscillation on Powder Consumption and Hook Formation in Ultra Low Carbon Steel Slabs AISTech, *Assoc. Iron Steel Technology, Warrrendale*. PA. P. 14. Nashville, TN.

[14] Thomas, B. G.–Sengupta, J.–Ojeda, C. (2006): *Mechanism of Hook and Oscillation Mark Formation In Ultra-Low Carbon Steel.* Second Baosteel Biennial Conference, Vol. 1. Pp. 112–117, Shanghai, PRC.

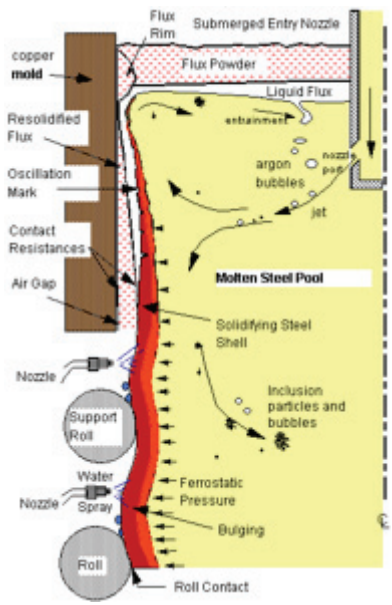
[15] Sengupta, J.–Thomas, B. G.–Shin, H.-J.–Lee, G. G.–Kim, S.-H. (2006): *A New Mechanism of Hook Formation during Continuous Casting of Ultra-Low-Carbon Steel Slabs Metallurgical and Materials Transactions* Vol. 37. A Pp. 1597–1611.

Ez a három jellemző (másokkal párhuzamosan) folyamatosan rögzítésre kerül az öntési folyamat során, ezért vizsgálatukkal *javaslat* illetve előrejelzés is lehetséges, és így nagyobb üzembiztonság, illetve alacsonyabb leminősülés érhető el a későbbi hengerelt készáruban.

1. ábra. Öntőgép keresztmetszete.



2. ábra. Kristályosítói folyamatok. [1]



Lehetőségek:

Sajnos az adatok elemzése sok akadályba ütközik, mert a Dunaferr adatstruktúrája, és adatábrázolási technikája adagszemléletű. A folyamatosan öntött szekvens esetén (~ 4-5 adag), ez a szemlélet nem használható.

A két szemléletmód közötti szakadékot az ismertetett program áthidalja, és az adagszemléletű adatokat átülteti a szekvens szemléletre.

A program jelenleg két fő részből áll.

[1] Thomas, B. G. (2005): *Modeling of Continuous Casting Defects Related to Mold Fluid Flow 3rd Internat.* Congress on Science & Technology of Steelmaking, AIST, Warrendale, PA. Pp. 847–861. Charlotte, NC.

Elemzés

Az adatbázis felhasználásával az öntési görbére illeszti az alábbi adatokat:
– Öntött brammák, kivágások, láb, illetve fejvégek kezdő- és végpozícióit.
– Beavatkozások kezdő-, illetve végpozícióit.
– Bekövetkező változások kezdő illetve végpozícióit.
– Öntési sebesség.
– Kristályosító acélszint.
– Közbensőüst dugópozíció.

Az illesztés segítségével lehetőség nyílik:
– Öntés során felmerülő hibák jelzésére.
– Zárványkirakódás/leválás jelzésére.
– Felületi, illetve belső szövetszerkezeti hiba veszélyének jelzésére.
– Elemzések eredményei letárolhatók adatbázisban.

A lehetséges hibák lokalizálásával a szál kérdéses helyei vizsgálhatóvá, javíthatóvá, illetve eltávolíthatóvá válnak. Ezáltal csökkentve a hengerelt végtermék metallurgiai hiba miatti leminősülését.

Az elemzett adatok letárolásával alapot teremt további tetszőleges vizsgálat elvégzésére.
A program szerkezetéből adódóan lehetőség van annak bővítésére, ezáltal további elemzések elvégzésére.

Megjelenítés

Az emberek többsége vizuális típus, ezért a megjelenítéssel nagyban elősegíthető az összefüggések feltárása.

A program lehetőséget biztosít előre összeállított, vagy akár tetszőlegesen összeállított görbekombinációk ábrázolására. Ezáltal egyszerűen válnak megfigyelhetővé olyan összefüggések, melyek áttekintése eddig hosszabb időt, és nagyobb figyelmet, illetve szaktudást igényelt.

3. ábra. Gyors változásokkal terhelt öntési görbe.



Az idő alapján rögzített öntési görbék és a hossz alapján rögzített *bramma,* illetve beavatkozási adatok összefésülésével a program lehetőséget biztosít az öntési adatok hossz alapján történő ábrázolására. Így szemléletesen válik láthatóvá, hogy egy-egy anomália az öntött szál melyik részét érintette, és az adatok ellenőrzése is könnyebbé válik.

A brammahatárok, beavatkozások pontos jelölésével az öntési zavarok (ingadozások) könnyebben értelmezhetők, okaik könnyebben feltárhatók.

Az ingadozással terhelt öntésigörbe-szakaszok *lokalizálása* illetve jelölése segítségével azok hatása illetve együtthatása könnyebben megfigyelhető. Ezen szakaszok határainak azonosításával és letárolásával lehetőség nyílik különböző statisztikai vizsgálatok elvégzésére.

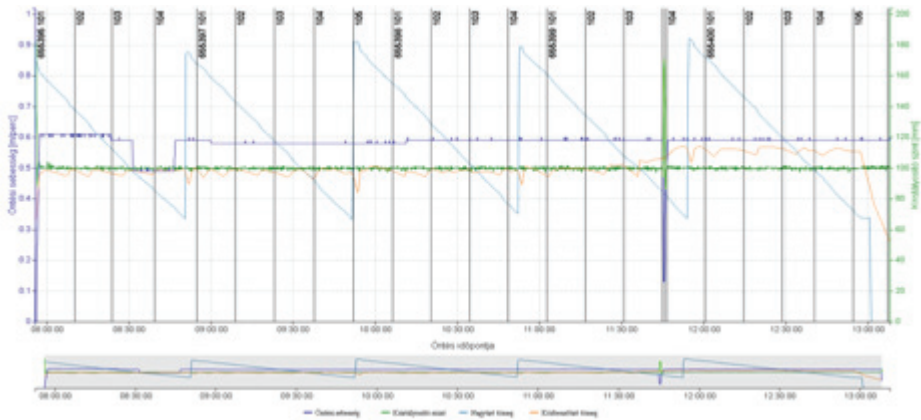
A megjelenítés lehetőséget biztosít az ingadozással terhelt görbeszakaszok szűrésére erősségük alapján. Az ábrázolt ingadozás minimális erőssége megadható mind idő-, mind pedig hosszegységre vonatkoztatva.

A minimális öntési sebesség alá lassított szálhúzás a meniszkusztól számított közel 10 m-es szálhosszt érinti. Ennek jelölésével a terhelt szakasz kiemelhető.

A jelölések egyidejű használatával szembetűnővé válnak a problémákkal halmozottan terhelt szálszakaszok, ezáltal lehetőséget adnak azok további vizsgálatára.

A közbensőüst dugópozíció változásának vizsgálata jelzést biztosít nagyobb, kirakódott zárványcsoportok leválásra. Amennyiben az öntési sebesség és a kristályosítói acélszint állandó, de a dugó hirtelen bezár, valószínűsíthető, hogy a kristályosítóba szakadt egy nagyobb zárványcsoport. Ezen esetekben szükségessé válhat az anomália környékének tüzetesebb vizsgálata, annak megállapítására, hogy az áramlási viszonyok hova sodorták, a zárványt a megszilárduló szálban. A dugómozgás mértéke utalhat még a levált zárvány nagyságára is.

4. ábra. Vegyes öntésű brammák az öntött szálon.



Az adagok és brammák azonosítása, és nyomon követése szempontjából minőségügyi problémát jelent, hogy az acélüstben lévő ~130 tonna acél nem brammahatárnál „fogy" el, ezért (jobb megoldás híján) a határon lévő bramma termelésszervezési szempontok alapján kerül regisztrálásra az előtte vagy az utána öntött adaghoz. Ezen felül külön problémát jelent, hogy a közbensőüst puffer-funkciója miatt az egymás után öntött adagok keverednek. Ez abban az esetben nem jelent túl nagy problémát, ha egymás után azonos minőségű az acél, azonban időnként szükség van különböző minőségek egymásra öntésére. Ilyen esetekben különösen nagy problémát jelent a vegyes brammák kijelölése, beminősítése. A program elemzése alapján bejelölésre kerülnek a vegyes öntésű szálszakaszok is.

Összefoglalás

Az elkészített program az ISD Dunaferr Zrt. öntési folyamatának elemzésével megteremti a szekvens szemléletű öntési folyamat vizsgálatának alapjait. Segítségével a folyamatosan öntött szálat érő hatások (beavatkozások, és egyéb anomáliák), adagra, illetve brammára specifikusan válnak automatizáltan vizsgálhatóvá. Az öntés során folyamatosan mért és rögzített adatok rugalmas ábrázolásával egyszerűbbé válik a vizuális összefüggés keresés azon szakemberek számára is, akik nem rendelkeznek mélyebb informatikai ismeretekkel.

Az elemzés támogatást nyújt a minőségügyi problémák feltárásához, valamint a karbantartások szükségességének előrejelzéséhez.
A program legnagyobb előnye azonban az, hogy további tetszőleges elemzés elvégzését teszi lehetővé. Ezáltal komplex adatelemzés valósítható meg akár a gépi tanulás eszközeinek felhasználásával a teljes acélgyártás/öntés folyamtára.

Köszönetnyilvánítás
EFOP-3.6.1-16-2016-00003 K+F+I folyamatok hosszú távú megerősítése a Dunaújvárosi Egyetemen projekt által finanszírozott kutatás.

TÓTH ATTILA *–CSÁKY ANTAL **

A kételemű számok, kvaterniók jelentősége a gyakorlatban

Összefoglalás: A tanulmányban foglalkozunk a 2 elemű számok típusaival. Főleg azok gyakorlati alkalmazásán keresztül mutatjuk be a komplex számok kialakulását, és pl. az analitikus geometriában való felhasználását. Mint kiderült a 2 elemű számok fantasztikusan alkalmazhatóak a villamosságtanban is, ahol a képzetes tengely egyfajta időt képvisel. A 2 elemű számok forgatásainak is nagy szerepe lett a helymeghatározásnál, valamint a kvadratikus formulák felhasználhatók az optimalizálásban is. Megvizsgáltuk a kvantummechanika és téridő leírását kételemű számokkal, de szerepük van a végtelen, valamint az új típusú kételemű számok leírásánál is. Ferenczi sejtette már a Nyitrán magyarul, 1887-ben kiadott könyvében, hogy a kételemű számoknak nagy gyakorlati felhasználása lesz a tudományokban.
Kulcsszavak: Kételemű számok, gyakorlati felhasználás; tudományok.

Abstract: The study deals with types of dual numbers. Especially through their practical application, we show the formation of complex numbers, and e.g. its use in analytical geometry. As it turned out, the dual numbers can be applied fantastically in electroscience, where the imaginary axis represents a kind of time. The rotation of 2-element numbers also played a major role in positioning, and quadratic formulas can also be used in optimization. We have described the description of quantum mechanics and space time with two-digit numbers, but they also play a role in the description of infinite and new type dual numbers. In his book published in 1887 in Nitra, Ferenczi suspected that the dual numbers would be of great practical use.
Keywords: Dual numbers, practical application, sciences.

*Konstantin Filozófus Egyetem, Közép-európai Tanulmányok Kara, Nyitra
E-mail: atoth2@ukf.sk

**Konstantin Filozófus Egyetem, Közép-európai Tanulmányok Kara, Nyitra
E-mail: acsaky@ukf.sk

Bevezető

A MAFIOK 2017-es konferencián volt hallható egy előadás, ahol Papp Erik a kvaterniók geodéziai alkalmazásáról adott elő. [1] A kvaterniókról, mint kiderült már 1887-ben adtak ki magyar tankönyvet Nyitrán [2] és minden bizonnyal tanították is „középtanodai intézményekben", mint pl. a kegyesrendi (piarista) nyitrai gimnáziumban is. A mi korunkban, 130 évvel később a középiskolákból kivonjuk a diferenciálszámítást, nem tesszük közérthetővé az integrálokat, nem eléggé hangsúlyozzuk, hogy a számok nemcsak önmagukért vannak, hanem gyakorlati alkalmazásaik sok mindenre rávilágítottak, sok érthetetlen dolgot varázsoltak érthetővé és a felfedezések zöme egy megfigyelt esemény „mellékterméke". Már a főiskolákon is csak óvatosan emlegetjük az operátorokat, amit gyakorlatilag visszalépésként értelmezzünk. Pedig talán nem lennének fogalmaink olyan dolgokról sem, mint amilyen a GPS, a kamatos kamat, a digitális kamera, a DNS, a nukleáris fegyverek, vagy akár az opciók. Ugyanis mindegyik alapját híres tudósok és matematikusok egyenletei jelentik. Tudósok, fizikusok és matematikusok maradandót alkottak [3]. Nem tudjuk elbírálni még a fontosságukat, de rangsorba kezdik már helyezni a fontos egyenleteket, amelyek megváltoztatták a világot. Egyesek szerint a 10 legfontosabb egyenlet a következő: a Pitagorasz-tétel, a logaritmusfüggvény és az azonosságok, Calculus, a Newton-féle gravitáció vagy tömegvonzás, a **komplex számok**, az Euler-féle poliédertétel, a normális eloszlás Fourier-transzformáció, Einstein relativitáselmélete és a Black-Scholes-modell. Értelemszerűen egy modern tudósnak, szakembernek ismernie kell ezeket a törvényszerűségeket, amelyek ismerete átfogó képet adhat az ismert, és az általunk még csak sejtett világról.

Matematikai, halmazelméleti szempontból a kvaterniók a komplex számok önmagukkal vett direktszorzataként értelmezhetők. Az egyik irodalom szerint a kételemű számok azok komplex számok. „Testvér-számaikra" pedig jellemző, hogy az egyik additív elemük valós szám, a másik additív elemük olyan nem valós, képzetes szám, melynek négyzete valós szám. A gyakorlatban azonban változik a képzetes és valós rész, attól függően, hogy mi okozza a változást, ami φ szöggel való „elforgatást" igényelhet. A következőkben azt szeretnénk bemutatni, hogy a matematikában egyértelműen eldöntött értelmezése a képzetesnek és valósnak a gyakorlatban mennyire sokrétűen alkalmazható [4].

[1] Papp, E. (2017): „Kettős kvaternió a geodéziában". In: *Matematikát, Fizikát és Informatikát Oktatók 41. Országos Konferenciája.* Budapest: Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar.

[2] Ferenczi, J. (1887): Előiskola a Hamilton-féle Quaterniók elméletéhez. Dr. Odstrčil, J.–Kelland, P.–Tait P. G. művei nyomán. Nyitra: Schumpek Ede és Huszár István Nyomda.

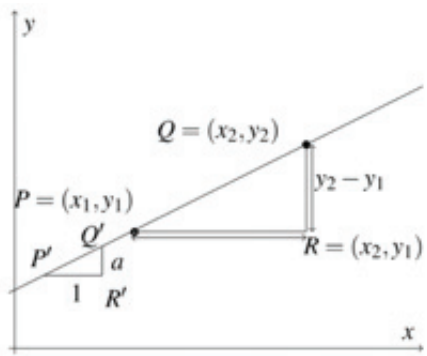
[3] Csepregi, Sz.–Gyenes, R.–Tarsoly, P. (2013): *Geodézia I.* (jegyzet). Székesfehérvár. 2013. [Online], Available: https://docplayer.hu/16498950-Geodezia-i-dr-csepregi-szabolcs-gyenes-robert-dr-tarsoly-peter.html [Accessed Januar. 18, 2019].

[4] Sydsaeter, K.–Hammond, P. I. (2003): *Matematika közgazdászoknak.* Budapest: Corvinus Egyetem.

Kételemű számok az analitikus geometriában és idősorokban

Az analitikus geometriában az egyenes irányítényezős egyenlete az x és y változók közötti lineáris hozzárendelés az $y=ax+b$ egyenlettel fejezhető ki, ahol az a a meredekség, a b pedig az eltolás [5].

1. ábra. A P,Q pontokon áthaladó l egyenes meredeksége.



A P és Q pontokon áthaladó l egyenes meredeksége (1), amit gyakorlatilag φ forgatásaként is értelmezhetjük, hiszen $a=tg\varphi$.

$$a = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \qquad (1)$$

Egy makroökonómiai tanulmányban pedig a C teljes fogyasztási kiadást az Y nemzeti jövedelem függvényeként szintén kételemű számokkal számítják (2), ahol 0,712 az ún. fogyasztási határhajlandoság, ami szintén lehet változó meredekségű. [5]

$$C=95{,}05+0{,}712Y \qquad (2)$$

Ilyen hasonló lineáris modellekkel számították Európa népességi számadatát, az 1975-ös adatok szerint a (3) képlet szerint egy idősoros becsléssel. Eléggé pontosan jelezték előre az ezredforduló népességét. Az időtengelyt pedig az idősorokban ildomos képzetes egységnek tekinteni, ami általában itt a vízszintes tengely.

[5] Fecenko, J.–Pinda, Ľ. (2006): *Matematika 1.* Bratislava: Jura Edition.

[5] Fecenko, J.–Pinda, Ľ. (2006): *Matematika 1.* Bratislava: Jura Edition.

Tehát a közgazdasági gyakorlatban, a demográfiai számításokban a vízszintes tengelyre visszük az időt, ami tulajdonképpen időt. [5]

$$P=641+6{,}4t \qquad (3)$$

Quaterniók az előiskolákban

A kvaterniókat Hamilton fedezte fel 1843-ban, egy térbeli vektor ábrázolására, amit egy egységnyi sugarú gömbön alkalmazott. A *Q* kvaternió egy valós és képzetes részből áll (4), ahol $\boldsymbol{q}$ a képzetes rész, amelyik egy térbeli vektor. Az ***i, j, k***-ról a (5) ismeretesek. A konjugált kvaternió pedig a (6).

$$\boldsymbol{Q} = q_0 + \boldsymbol{q} = q_0 + q_1\boldsymbol{i} + q_2\boldsymbol{j} + q_3\boldsymbol{k} \qquad (4)$$

$$\boldsymbol{i}^2 = \boldsymbol{j}^2 = \boldsymbol{k}^2 = -1; \boldsymbol{ij} = -\boldsymbol{ji} = \boldsymbol{k}, \qquad \boldsymbol{jk}' = -\boldsymbol{kj} = \boldsymbol{i} \qquad (5)$$

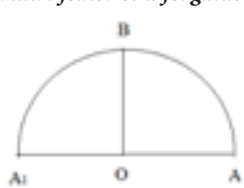
$$\boldsymbol{ki} = -\boldsymbol{ik} = \boldsymbol{j}$$

$$\boldsymbol{Q}^* = q_0 - q_1\boldsymbol{i} - q_2\boldsymbol{j} - q_3\boldsymbol{k} = q_0 - \boldsymbol{q} \qquad (6)$$

De nemcsak merev képzetes lehet az egyik rész, hiszen például a merev test transzformációjához ezeket a kételemű számokat Clifford továbbfejlesztette és alkalmazta, ahol a kettős kvaternió 8 skalár értékből áll. Az ilyen leírásnál a kvaternió $\boldsymbol{q}=\boldsymbol{r}+\varepsilon\boldsymbol{s}$ mindkettő valós, a kettős művelet jele pedig ε.

Ferenczi József kegyestanítórendi (piarista) szerzetes könyvében, amelyet 1887-ben nyomtattak ki Nyitrán a mennyiségtant kedvelő középtanodai ifjúság számára, így vezetik le a kvaterniók fogalmát:

2. ábra. Az 1 sugárral körülírt félkör és a forgatás a Ferenczi könyv nyomán.



„Hogyha a derékszöget záró két vectoregység hányadosának tengelye más hasonalkatú vector hányadosának tengelyével egyenlő, akkor ezen hányadosok egyenlők és megfordítva. Az egymásra merőleges két vectoregység hányadsa scaláris nem lehet; különben azok párhuzamosak volnának. Minőségére és természetére nézve szolgáljon fölvilágosításul a következő szemlélődés: vegyük föl az 1 sugárral körülírt ABA_1 félkört, s legyenek $OA=\alpha$, $OB=\beta$, $OA_1=-\alpha$.

Hogyha $q=\frac{\beta}{\alpha}$ *bizonyára* $q=\frac{-\alpha}{\beta}$, *ekkor a baloldalak szorzata* $\frac{\beta}{\alpha}.\frac{-\alpha}{\beta}=-1.$

Míg a jobboldalaké $q.q=q^2$ eszerint $q^2=-1$. A szerzetes így fogalmaz erről a kvaternióról: az O pont körüli forgatás kétféle és pedig az óramutatóval ellentétes, vagy megegyező lehet; miértis a független távolságok viszonyát kifejező szám a mérték emez elforgatásának föltüntetése végett kettős jellel látható el. Ez a jel nem egyéb, mint a tényező gyanánt vett képzetes egység $\pm i=\pm\sqrt{(-1)}$. Erre azután könnyen rájött a kutató szellem, hogy a bármely φ szöget bezáró két egyenes hányadosának föltüntetésére a $\cos\varphi+i\sin\varphi$ tényező szolgálhat, mely egyszersmind azt is kimutassa az absolut távolságok viszonya mellett, hogy mérés előtt a mértéket előbb φ szöggel kellett helyzetéből kiforgatnunk. Az igy nyert számok az egybefoglaltak, melyek az algebraiéknál is általánosabbak, mivel ezeket is magukba zárják. Nagy hasznot és sok gyümölcsöt termett már az egybefoglalt számok ismerete az algebrában és analsyisben, mindamellett hiányosak, a mennyiben egyedül az egy síkban fekvő egyenesek viszonyát tartják szem elé; s még nem sikerült két külön síkban fekvő számot egybekapcsolni. Már pedig a tér minden irányban kiterjedt, és folytonos mozgás mellett bármely egyenesből a másiknak helyzetébe juthatni" [2].

A tudós szerzetesnek fantasztikus meglátásai voltak, hiszen amint az alábbiból kiderül, a kettős kvaterniók elvégzik a műveletet, de ezen felül a képzetes egységnek a villamosságtanban is óriási szerep jutott, hiszen az időben késik, vagy siet hatást is számítani lehet pontosan a 130 éve magyarul is publikált levezetés alapján. De a kételemű számok az idő, a tér és a végtelen összefüggéseire is magyarázatul szolgálhatnak.

[2] Ferenczi, J. (1887): Előiskola a Hamilton-féle Quaterniók elméletéhez. Dr. Odstrčil, J.–Kelland, P.–Tait P. G. művei nyomán. Nyitra: Schumpek Ede és Huszár István Nyomda.

Kvaternió a villamosságtanban

A komplex számok halmazának jelentősége, hogy a valós számok halmazát bővíti úgy, hogy ebben már értelmezhetővé és elvégezhetővé válik a negatív számból történő négyzetgyökvonás. Vannak, akik úgy vélik, hogy a komplex számok ismerete nélkül az elektromos világítást vagy a digitális kamerákat fel sem tudták volna találni, miután a komplex számok az elektromos rendszerek megértésének alapját képezik. Az időben változó, pillanatnyi értékeket kisbetűvel jelöljük, míg az állandókat nagybetűvel. Így leírhatjuk az időben változó mennyiségek periodikus szinusz függvénnyel [6]. Mint pl. (7), ahol (8) a körfrekvencia.

$$u(t) = U_m.\sin(\omega t + \psi) \tag{7}$$

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \tag{8}$$

Előnyösebb azonban a komplexebb megismeréshez a Hamilton-operátorokból kiindulva a komplex számokat alkalmazni $j=\sqrt{(-1)}$, ahol értelmezni lehet a valós tengelyen az időben állandó mennyiségeket, és az időben változó imaginárius (képzetes) tengelyt, ahol értelmet kaphat a gyorsítás és lassítás, valamint pl. egy múltbeli esemény, vagy időbeli csúsztatás. A komplex számok (kvaternió) kanonikus alakjában (9) az *a* valós komponens (*Re*), a *b* egyértelműen az időben változó képzetes (imaginárius) komponens (*Im*), valamint (10) a valós tengelyre tükrözött konjugált, és így érvényes, (11) illetve az Euler reláció (12).

$$\boldsymbol{q} = \bar{z} = a + j.b \tag{9}$$

$$\bar{z}^* = a - j.b \tag{10}$$

$$z = |\bar{z}| = \sqrt{a^2 + b^2},$$

$$a = Re\bar{z} = z.cos\varphi; b = Im\bar{z} = z.sin\varphi$$

$$\bar{z} = z(cos\varphi + jsin\varphi), \quad \text{és} \quad \bar{z^*} = z(cos\varphi - jsin\varphi) \tag{11}$$

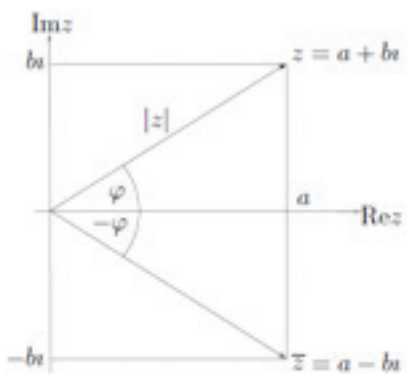
$$\bar{z} = z.e^{j\varphi} \tag{12}$$

[6] Szittya, O.–Domonkos, S. (2007): *Villamosságtan.* (Felsőoktatási jegyzet). Budapest: Inok Kft.

A φ szög pontos meghatározása a $\varphi\epsilon(-\pi,\pi)$ intervallumon (13).

$$\begin{cases} arctg\dfrac{b}{a}, \\ arctg\dfrac{b}{a}+\pi, \\ \dfrac{\pi}{2}, \\ -\dfrac{\pi}{2}, \end{cases} \tag{13}$$

3. ábra. A komplex impedancia az elektrotechnikában.



Megfigyelhető a hasonlóság az egyenes analitikus kifejezése és az ún. eredő ellenállás (komplex impedancia) között. Annyi a különbség csak, hogy *x,y* helyett a *z* komplex impedancia valós, illetve képzetes része van feltüntetve [6]. Nézzünk egy soros kapcsolású RLC-áramkört, ahol a feszültség változása az (14) függvény alapján írható le.

$$u(t)=u_R(t)+u_L(t)+u_C(t)=Ri(t)+L\frac{di(t)}{dt}+\frac{1}{C}\int i(t)dt \tag{14}$$

[6] Szittya, O.–Domonkos, S. (2007): *Villamosságtan.* (Felsőoktatási jegyzet). Budapest: Inok Kft.

Ebbe a függvénybe behelyettesíthetünk (15) értéket, illetve felírható a komplex időfüggvény (16) behelyettesítésének a végeredménye is. A komplex feszültségek maximális értékei a (17)

$u(t) = (\bar{U}_{Rm} + \bar{U}_{Lm} + \bar{U}_{Cm}).e^{j\omega t}$, ahol érvényes (18).

$$i(t) = I_m \sin(\omega t + \psi) \tag{15}$$

$$\bar{\imath}(t) = I_m.e^{j(\omega t+\psi)} \tag{16}$$

$$u(t) = (\bar{U}_{Rm} + \bar{U}_{Lm} + \bar{U}_{Cm}).e^{j\omega t} \tag{17}$$

$$\bar{U}_{Rm} = R.\bar{I}_m;\ \bar{U}_{Lm} = j\omega L.\bar{I}_m;\ \bar{U}_{Cm} = \frac{1}{j\omega C}.\bar{I}_m \tag{18}$$

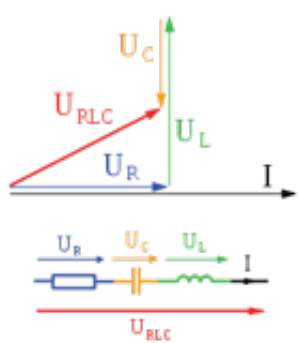
Felírhatók a komplex effektív értékek, valamint az Ohm törvény alapján a komplex impedancia (19), illetve komplex (20) összetevőkkel.

$$\bar{U} = (\bar{Z}_R + \bar{Z}_L + \bar{Z}_C)\bar{I} = \bar{Z}.\bar{I} \tag{19}$$

$$\bar{Z} = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) = R + j(X_L - X_C) \tag{20}$$

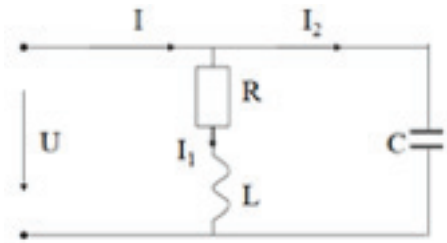
Így érzékeltethető, hogy a siettetés és a gyorsítás az időtengelyen egymással ellentétes előjelű. Egy általános RLC-áramkörben így ábrázolható a forgóvektroros módszer (az eredő vektor az U_{RLC}). Időben jobban késleltet, mint siettet, ennek az eredőjéhez tolódik a feszültség az RLC-rezgőkörben:

4. ábra. Sorba kapcsolt RLC-áramkör és annak forgóvektoros ábrája.



Most mindkét módszerrel vizsgáljunk meg egy áramkört, ahol a soros kapcsolású ellenállás és tekercs a kondenzátorral párhuzamosan van kapcsolva:

5. ábra. RLC-áramkör, ahol az áram Kirchoff-törvénye értelmében változik.



Az RLC-áramkör adatai: $U=20V, \omega=100\pi$, $R=4\Omega, L=12{,}7mH$ és $C=455\mu F$. Könnyen kiszámíthatóak az adatok alapján, hogy $X_L=4\Omega$ és $X_C=7\Omega$. Ezekből kifolyólag (21) az I_1, I_2 részáramok, (22) pedig a mennyiségek komplex értékei.

$$I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} = \frac{20}{\sqrt{16+16}} = 3{,}53A; \qquad I_2 = \frac{U}{X_C} = \frac{20}{7} = 2{,}86A \tag{21}$$

$$\bar{U} = U + j0 = U = 20V; \bar{Z}_R = R + j.0 = R = 4\Omega; \quad \bar{Z}_C = \frac{X_C}{j} = -jX_C = -7j; \bar{Z}_{RL} = 4 + 4j \tag{22}$$

És ebből kiszámítható (23), illetve felhasználható a konjugálási szabály (24). Itt kerül valós felhasználásra a Hamilton-féle felfedezés, és a gyakorlatban áramkörökkel is bizonyítható és fizikailag mérhető a konjugálás. [6]

$$I_1 = \frac{\bar{U}}{\bar{Z}_{RL}} = \frac{20}{4+4j} = \frac{5}{2} - j\frac{5}{2} \tag{23}$$

$$I_1 = \sqrt{\bar{I}_1 \bar{I}_1^{\,*}} = 3{,}53A \tag{24}$$

[6] Szittya, O.–Domonkos, S. (2007): *Villamosságtan.* (Felsőoktatási jegyzet). Budapest: Inok Kft.

[3] Csepregi, Sz.–Gyenes, R.–Tarsoly, P. (2013): *Geodézia I.* (jegyzet). Székesfehérvár. [Online], Available: https://docplayer.hu/16498950-Geodezia-i-dr-csepregi-szabolcs-gyenes-robert-dr-tarsoly-peter.html [Accessed Januar. 18, 2019].

[6] Szittya, O.–Domonkos, S. (2007): *Villamosságtan.* (Felsőoktatási jegyzet). Budapest: Inok Kft.

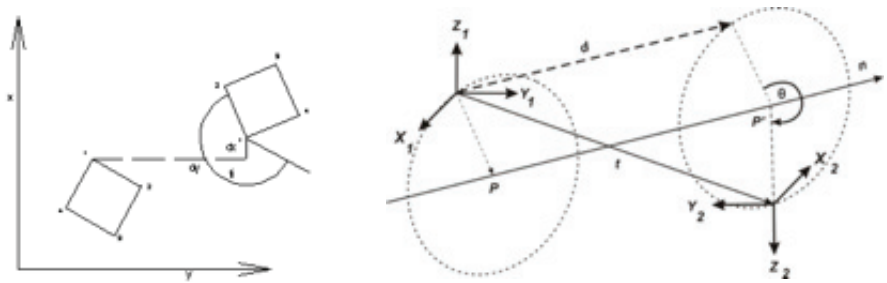
Összegezve a klasszikus időfüggvényes leírási módot és a komplex számos leírási módot természetesen mindkét módszer ugyanazt az eredményt kell, hogy adja. Az általam és kollégáim megfigyelései szerint az egyszerű feladatoknál az ún. forgóvektoros módszer alkalmazása előnyösebb. Bonyolult feladatok esetén azonban nemcsak jobb, hanem szükséges is a komplex módszer alkalmazása, a fázis szögét *(φ)* is egyszerűbb a komplex módszerrel számítani, így az elektronika általában ezt a módszert használja. Ha az előiskolákban már több mint száz évvel ezelőtt tanították a kvaterniókat, akkor mennyivel lehet könnyebb a számítógépes forradalom után megértetni a fiatalokkal az elvont időtengelyt, és hogy például a deriváció és integrálszámítás mennyire szépen alkalmazható az időben változó rezgőkörökben, ha behelyettesítjük az *i(t)* –t a feszültség egyenletébe (25). A villamosságtanban általában tehát a vízszintes tengelyen halad a valós rész, ahol nincs sem lassítás, sem gyorsítás, ami a klasszikus ellenállás és az azon áthaladó áram és feszültség. [6]

$$u(t) = Ri(t) + L\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C}\int i(t)dt \qquad (25)$$

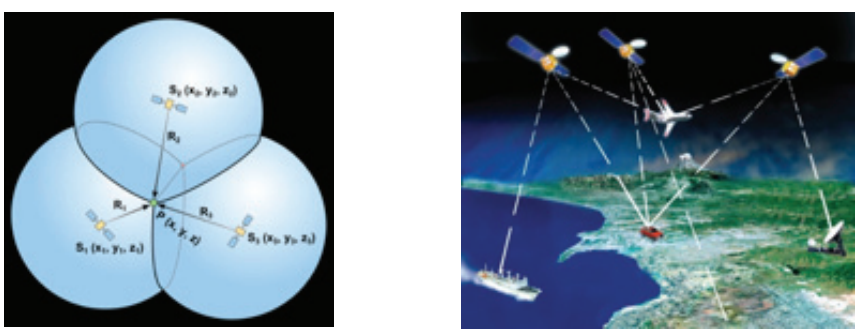
Kvaternió-forgatás alkalmazása a helyzetmeghatározástól a közgazdasági matematikában

A forgatás mestere, Csepregi Szabolcs számos cikket írt a térbeli előmetszésről, a térbeli forgatásról, a kiegyenlítő számítások alkalmazásáról. Tudományos eredményeit alkalmazták a gyakorlati geodézia területén. A 2017-ben megrendezett MAFIOK konferencián Papp Erik mesterien már dátumtranszformációt mutatott be, valamint TH2-programban végzett algoritmusokat, amelyek legnagyobb előnye, hogy tetszőleges nagyságú szögelfordulások esetében is alkalmazhatóak a transzformációs paraméterek számításához [3].

6. ábra. Forgatás; elforgatás és eltolás kettős kvaternióval.



7. ábra. Helyzetmeghatározás A GPS-helymeghatározás elve és elektronikus érzékelői, illetve helyzetmeghatározás az MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézetének inSAR adatai alapján. [16]



Érdekes megfigyelni, hogyan Csepregi munkáiban írja fel Euler négy szimmetrikus paraméterrel a forgató-mátrixot. Ez a ferdén szimmetrikus paraméterekből is származtatható. A négy paraméter között fennáll az (26) és (27) feltétel.

$$l^2 + m^2 + n^2 + r^2 = 1 \qquad (26)$$

[16] IHLS, [Online], Available: https://i-hls.com/archives/64586 [Accessed May. 2, 2019].

[7] Fecenko, J.–Sakálová, K. (2004): *Matematika 2.* Bratislava: Jura Edition.

(27)

$$R = \begin{bmatrix} l^2 - m^2 - n^2 - r^2 & 2(lm - nr) & 2(ln + mr) \\ 2(lm + nr) & m^2 - l^2 - n^2 + r^2 & 2(mn - lr) \\ 2(ln - mr) & 2(mn + lr) & n^2 - l^2 - m^2 + r^2 \end{bmatrix}$$

Ez leggyakrabban a kvaternió-algebra segítségével vezethető le. A térbeli forgatás a (28) kvaternió-szorzás segítségével végezhető el, ahol (29) az elforgatott pont vektora, (30) az eredeti pont vektora, (31) nem skaláregység kvaternió, a forgatás kvaterniója (32) a kvaternió inverze egység kvaternió esetén, konjugáltjával egyezik meg.

$$\bar{Y} = q.\bar{X}.q^{-1} \tag{28}$$

$$\bar{Y} = x'.i + y'.j + z'.k \tag{29}$$

$$\bar{X} = x.i + y.j + z.k \tag{30}$$

$$q = r + l.i + m.j + n.k \tag{31}$$

$$q^{-1} = r - l.i - m.j - n.k \tag{32}$$

Érdemes belegondolni, hogy a vektorszorzat a mátrixoknál milyen más jellegű szakmákba is megjelent. Például a többváltozós függvények alkalmazásánál, a közgazdászoknak szánt matematika fejezeteiben van jelen. A kvadratikus formulánál egy többváltozós függvény extrémtípusának keresésénél szenzációs jelentősége. A (33) egyenletben például könnyedén megállapítható az extrém ($f' = 0$; x_1, x_2 szerint) és ez az $x_1 = 0$; $x_2 = 0$ értéknél van. Ahhoz, hogy meg tudjuk, hogy ez az extrém maximum, vagy minimum-e, rendezni kell a függvényt, majd mátrixot rendelünk hozzá (34). [7]

$$f(\vec{x}) = 3x_1^2 - 8x_1x_2 + 6x_2^2 \tag{33}$$

$$C = \begin{pmatrix} 3 & -4 \\ -4 & 6 \end{pmatrix} \tag{34}$$

Az eredeti függvény a kvaterniós szorzás mintájára jön ki (35). Illetve felhasználható még az ettől bonyolultabb kvadratikus formula is (36).

$$f(\vec{x}) = \vec{x}^T C \vec{x} = (x_1, x_2) \begin{pmatrix} 3 & -4 \\ -4 & 6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} \tag{35}$$

$$\vec{x}^T C \vec{x} = (\sqrt{3}x_1 - \frac{4\sqrt{3}}{3} x_2)^2 + \frac{2}{3} x_2^2; \ \ (\vec{x} \neq \vec{0}) \tag{36}$$

De sokkal egyszerűbb a közgazdasági gyakorlatban nagyon gyakran előforduló példáknál alkalmazni tehát a $\vec{x}^T C \vec{x}$ szorzatot, aminek a definitségétől függ az extrém típusa. Ha tehát $\vec{x} \neq \vec{0}$, akkor már csak a szubdeterminánsok (minorok) pozítív, vagy negatív voltát kell megállapítani.

Az adott példában az összes minor pozitív, valamint a C-mátrix determinánsa is, ami annyit jelent, hogy a feladványnak minimuma van.

A közgazdászoknak ismerniük kellene, hogy milyen termékszám mellett van a legkisebb befektetés, avagy a legkisebb veszteség. A fordított jellegű számításoknál pedig pl. maximum nyereséget szeretne minden magánvállalkozó előteremteni. Tehát a (28)-ból eredő adottságokat a többváltozós függvények menetének vizsgálására alkalmazhatjuk. Ami érdekes, hogy ebben az esetben is valós számokkal dolgozunk.

Hamilton-féle kvaterniók a kvantummechanikában

A komplex konjugáltat elő tudjuk állítani a hullámfüggvényre is, nemcsak a villamoságtanban, ahol a képzetes rész az időtengelyt jelenti. Figyeljük meg, hogy a valós áramot (37) alapján kapjuk meg. A kvantummechanikában egy 1 szabadságfokú részecske impulzusára fel tudjuk írni a hullámfüggvényt az elektrotechnikában alkalmazott Euler-reláció segítségével (38). Egy ma is vitatott interpretáció szerint a hullámfüggvény önmaga konjugáltjának szorzatával kiszámítható, hogy milyen valószínűséggel tartózkodik a részecske az $a<x<b$ tartományban (39).

$$I_1 = \sqrt{\bar{I}_1 \bar{I}_1^{\,*}} \tag{37}$$

$$\psi(x) = e^{\left(\frac{2\pi i}{h}\right)px} \tag{38}$$

$$P(a,b) = \int_a^b \psi * \psi dx = \int_a^b e^{+\left(\frac{2\pi i}{h}\right)px} e^{-\left(\frac{2\pi i}{h}\right)px} dx = \int_a^b dx = b - a \tag{39}$$

[8] Feayman, R. P. (1968): *Mai fizika 2.* Budapest: Műszaki.

[9] Hudason, A.–Nelson, R. (1990): *University Physics.* Orlando, Florida: Saunders Collage Publishing.

[10] Mlakár, K. (2011): *A kételemű számok és a végtelen.* [Online], Available: http://www.infinitemath.hu/index.php/matematika/item/34-a-k%C3%A9telem%C5%B1-sz%C3%A1mok%C3%A9s-a-v%C3%A9gtelen.html 36 A http://arxiv.org/pdf/1203.4141.pdf [Accessed May. 22, 2019].

Érdekes módon a valószínűség nem függ x-től, hanem csak az intervallum értékeinek a különbségétől [8]. Ennek az értelmezése pedig az, hogy ismervén a részecske impulzusát, akkor az x koordinátának már nincs fizikai realitása, vagyis a részecske a világon akárhol lehet. Sőt, azt is mondhatjuk, hogy a részecske egyidejűleg mindenhol van, és sehol sincs [9]. De nézzük meg a kvaterniók hasonlóságát is. Van azonban ezzel egy kis gond, hiszen a hullámegyenlet megoldása komplex függvényt eredményez, amelyiknek lenne valós és imaginárius összetevője. A komplex számoknak a reális fizikai világban nincs értelmük, hiszen a fizikai mennyiségek számszerűen csakis valós számokkal adhatóak meg. Tehát a komplex jellegből az adódhat csupán, hogy a hullámfüggvény komplex konjugáltját megszorozzuk az eredeti hullámfüggvénnyel.

8. ábra. Bal oldalon a képzetes hullámfüggvény, és képzetes a konjugáltja is. Jobb oldalon pedig a komplex kifejezések vannak ábrázolva. [10]



Ebben az esetben a kvaterniónk a (40) egyenlettel írható fel, ami a ψ hullámfüggvény x koordinátához tartozó t időpontbeli pillanatnyi értékét jelenti. Annyit jelent, hogy az egyenletből ugyanis a komplex konjugáltat úgy lehet kiszámítani, hogy az idő előjelét megfordítjuk [9]. Hogy pontosabban miről van szó, azt az alábbiakban részletezzük.

$$a(x,t)=j.b(x,t) \qquad (40)$$

Érdekes módon eltávolodtunk a Ferneczi szerzetes kvaternióitól, illetve fantasztikusan új közegbe juttattuk. Hiszen az ún. hullámegyenlet szerint itt az a és **b** komplex kifejezések abszolút értéke mindig azonos, fázishelyzetük azonban 90 fokkal eltér oly módon, hogy az a kifejezés fázishelyzete a nagyobb. [10]

Ezen komplex kifejezések a* és b* konjugáltjait úgy kapjuk, hogy az a és b komplex vektorokat a fenti ábrán a valós tengelyre tükrözzük. Emiatt a* és b* között a fázisszög különbség továbbra is 90 fok lesz, de most a b* kifejezés fázishelyzete lesz nagyobb. Ennek a látszólagos matematikai trükknek lehet fizikai jelentése. Egyes fizikusok szerint tudományfilozófiai értelme is van, amely kapcsolatba hozható az emberi tudat működésével is. A már említett koppenhágai modell szerint egy részecske, amíg nem kerül kapcsolatba a megfigyelővel, ún. szuperponált állapotban van, és állapotát a komplex hullámfüggvény, más szóval állapotfüggvény jellemzi. Ha a részecske mérése megtörténik, a hullámfüggvény összeomlik, és helyette megjelenik a fizikai világban egy valóságosan tapasztalható reális részecske. Roger Penrose ezzel kapcsolatban felteszi a kérdést, hogy hol a határ nagy és kicsi között, vagyis egyfelől a kvantumfizika, másfelől a klasszikus és relativisztikus fizika között [11]. Makro méretekben ugyanis nem tapasztaljuk a hullámfüggvény jelenségét, a mikrorészecskék világában azonban igen. Ha pedig a megfigyelés szünetel, a magára hagyott hullámfüggvény szétterül és egyre több potenciális lehetőségre terjed ki. Más véleményen van Fred Alan Wolf amerikai fizikus. Szerinte a hullámfüggvény, és ezzel a koherens szuperponált állapot nem omlik össze [12]. Az állapotok párhuzamosan léteznek, és mi a legvalószínűbb állapotok szuperpozícióját tapasztaljuk valóságként.

Kételemű kvaterniók és a komplex, duális és perplex számok

A kételemű számok újfajta megközelítését Mlakár Katalin tette közzé. Szerinte a kételemű számok gyakorlatilag *a+bw* számok, ahol *a* és *b* valós számok, *w*-re pedig érvényes lehet w^2=-1 vagy 0 vagy 1. Értelemszerűen az eddig felvázolt egyenletekben így ezek a számok komplex számok, vagy Study-féle duális számok, illetve hiperbolikus (vagy perplex) számok. Ezek tulajdonságainak összehasonlításáról ennyit ír [10]:
|z_1+z_2 |≤|z_1 |+|z_2 | a komplex számokra (vagy elliptikus számokra)
|z_1+z_2 |=|z_1 |+|z_2 | a parabolikus számokra (vagy Study-féle duális számokra)
|z_1+z_2 |≥|z_1 |+|z_2 | a hiperbolikus számokra
(vagy más néven perplex számokra)

Ezt a következőképpen írnánk le közérthetően:
*z=a+b***i** esetében a komplex számoknál $\|z\| = \sqrt{a^2 + b^2}$ ez az elektrotechnikában is alkalmazott, időeltolásokra alkalmas szám.

[11] Penrose, R. (2017): A giant of physics takes string theory, quantum mechanics and inflation to task, In: *Reviews Physics.* [Online], Available: https://cosmosmagazine.com/physics/a-giant-of-physics-takes-string-theory-quantum-mechanics-and-inflation-to-task [Accessed May. 8, 2019].

[12] Wolf, F. A. (2019): *The Soul and Quantum Physics* (An interview with Dr. Fred Alan Wolf) [Online], Available: https://www.unariunwisdom.com/the-soul-and-quantum-physics/ [Accessed May. 13, 2019].

*z=a+b***j** esetében a parabolikus számoknál $\|z\| = \sqrt{a^2}$

*z=a+b***k** esetében a hiperbolikus számoknál $\|z\| = \sqrt{a^2 - b^2}$

Ezekkel a számokkal jutunk el a gömbi felület trigonometriájához, figyelembe véve a komplex számok és hiperpolikus számok összehasonlítását (41), melyek segítségével az *r* sugarú kör kerületét g-vel jelölve a (42), (43) és (44)-t kapjuk.

$$\sin \mathbf{y}i = isinh\,\mathbf{y} \qquad \sin \mathbf{y}i = isinh\,\mathbf{y} \quad \sin \mathbf{y}k = ksinh\,\mathbf{y} \tag{41}$$

ha $\rho = Ri$ akkor $\boldsymbol{g} = \dfrac{2\pi\rho}{\boldsymbol{i}}\ sin\dfrac{\boldsymbol{i}r}{\rho} = 2\pi\rho s\boldsymbol{i}nhr/\rho$ (42)

$$\rho = R\boldsymbol{j} \text{ akkor } \quad g = \frac{2\pi\rho}{\boldsymbol{j}}\ sin\frac{\boldsymbol{j}r}{\rho} = 2\pi r \tag{43}$$

$$\rho = R\boldsymbol{k} \text{ akkor } \quad g = \frac{2\pi\rho}{\boldsymbol{k}}\ sin\frac{\boldsymbol{k}r}{\rho} = 2\pi\rho sinhr/\rho \tag{44}$$

Kételemű kvaterniók hiperbolikus (perplex) számok felhasználása a téridő leírásánál

A Lorentz-transzformáció szorzószámában (45) *v* a két rendszer egymáshoz viszonyított sebessége, *c* pedig a fénysebesség. A koordináta-transzformáció felírható Einstein algebrai leírásával a mozgó inerciarendszerben az (46) egyenletek segítségével, valamint hiperbolikus számok segítségével (47).

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \tag{45}$$

$$x' = \frac{x - \frac{v}{c}tc}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}};\ ct' = \frac{ct - \frac{v}{c}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \tag{46}$$

$$x' = x\cosh\theta - ct\sinh\theta\,; \quad ct' = -x\sinh\theta + ct\cosh\theta. \quad (47)$$

Illetőleg az előbb értelmezett hiperbolikus számok tulajdonságai alapján, ha (48) felírható (49) segítségével, ami nem más mint úgyszintén egy kételemű szám (50) és ezek a számok a (51) tengelyen elhelyezkedett egységhiperbolán helyezkednek el, amellett, hogy tudjuk, hogy $k^2=1$.

$$\theta = \frac{b}{a} \quad (48)$$

$$\sqrt{a^2 - b^2}(\cosh\theta + \mathbf{k}\sinh\theta) \quad (49)$$

$$a + b\mathbf{k} = \sqrt{a^2 - b^2}(\cosh\theta + \mathbf{k}\sinh\theta) \quad (50)$$

$$\rho = \sqrt{a^2 - b^2} \quad (51)$$

Kételemű kvaterniók felhasználása a végtelen leírásánál

Mlakár Katalin leírja az ún. túlcsordulás problémáját, illetve magyarázza pl. a kilencesek túlcsordulását: „$9999^2=1$. Az ún. transzfinit számoknál – azaz minden természetes számnál nagyobb ábrázolása akkor áll elő, ha – a számábrázolásunk nem terjed ki ezen transzfinit számok helyiértékeinek ábrázolására. Cantor fogalmait használva ez az a végtelen, amit 10^{μ} formában írhatunk fel, ahol μ a természetes számok számossága, azaz olyan végtelen, melynek „helyiértékes ábrázolásában" a sorrendben 10^{μ}-dik helyiértéken értékes, azaz nem 0 számjegy áll. Ugyanakkor vannak olyan végtelen nagy számok, melyek minden természetes számnál nagyobbak, de kisebbek a transzfinit helyiértékeken is értékes – azaz nem 0 – számjegyeket is tartalmazó számoknál. Ezen számok egyike a [10] [13] [14]-ben megnevezett …999 szám is, tehát általában azok a számok, melyeknél a transzfinit helyiértéken lévő esetlegesen értékes számjegyekkel nem számolhatunk, mert „nincs rá helyünk", de tetszőlegesen nagy természetes számhoz tartozó helyiértéken van nem 0 számjegyük [10] [13].

[10] Mlakár, K. (2011): *A kételemű számok és a végtelen*. [Online], Available: http://www.infinitemath.hu/index.php/matematika/item/34-a-k%C3%A9telem%C5%B1-sz%C3%A1mok%C3%A9s-a-v%C3%A9gtelen.html 36 A http://arxiv.org/pdf/1203.4141.pdf [Accessed May. 22, 2019].

[13] Tóth, A. (2015): A végtelenül nagy és végtelenül kicsik világa. In: Komzsík, A.–Szabó T.: *Ab igne ignem.* Nyitra: FSŠ UKF.

[14] Trembeczki, Cs. (2007): *A Végtelen Világvége Hotel és más történetek.* Kaposvár: Magánkiadás.

Így jutunk a hiperbolikus számokhoz, azaz azokhoz a számokhoz, melyek az (52) alakban írhatók fel. Így a hiperbolikus számok azt a fajta végtelent modellezik, amikor végtelen sok olyan végtelen nagy szám van, amely egyben a 10^{μ} transzfinit számnál kisebb. A k-val jelölt …999 aktuálisan létező szám, és valamennyi valós számmal való szorzata ilyen számot ad.

$$x+y\mathbf{k}\ ,\ \text{ahol}\ \mathbf{k}^2=1\ , \qquad (52)$$

A parabolikus számok egy olyan végtelent modellezhetnek, ahol egyetlen olyan végtelen nagy szám van, amely egyben a 10^{μ} transzfinit számnál kisebb. Ezt a számot is el lehet képzelni helyiértékes alakban, mégpedig …000 formában, ahol a nullák úgynevezett értékes nullák, mivel a helyértékek transzfinit tartományában vannak nem nulla számjegyek, de ezek ábrázolására „nincs helyem". Itt is egyfajta túlcsorduláskénti képzelhető el a …000 négyzetre emelés, és ezt „$\ldots 0000^2=0$-val fejezhető ki. Így máris a parabolikus számokhoz jutottunk. A komplex számok pedig azt modellezik, amikor nincs egyetlen egy végtelen szám sem, amely egyben a 10^{μ} transzfinit számnál kisebb [10] [13] [14].

Az intenzív végtelenről elmondható: A hiperbolikus számok azt a fajta intenzív végtelent modellezik, amikor a sok végtelen kicsi infinitezimális szám létezik, amely egyben 10^{μ} transzfinit számnál nagyobb. Az (1,000…-0,999….) és egy valós szám szorzata ilyent ad. A parabolikus számok egy olyan végtelent modellezhetnek, ahol egyetlen olyan végtelen kis szám van, amely egyben a 10^{μ} transzfinit számnál nagyobb. A komplex számok pedig azt is modellezhetik, amikor nincs egyetlen egy végtelen kicsi szám sem, amely egyben 10^{μ} transzfinit számnál nagyobb lenne.

Kételemű kvaterniók felhasználása „A tér, mint a végtelen idő fogalom" bevezetésénél

A téridő hiperbolikus függvények használatával történő ábrázolásában a (53) összefüggés kapható a koordinátákra. Ahol θ tangenshiperbolikus függvénye egy sebesség-jellegű mennyiség. A „nem vesszős" koordinátarendszerből nézve a „vesszős" koordinátákkal jelölt rendszer sebességét ν-vel jelölve igaz (54), ahol (55) a két koordinátarendszer relatív sebessége.

[10] Mlakár, K. (2011): *A kételemű számok és a végtelen*. [Online], Available: http://www.infinitemath.hu/index.php/matematika/item/34-a-k%C3%A9telem%C5%B1-sz%C3%A1mok%C3%A9s-a-v%C3%A9gtelen.html 36 A http://arxiv.org/pdf/1203.4141.pdf [Accessed May. 22, 2019].

[13] Tóth, A. (2015): A végtelenül nagy és végtelenül kicsik világa. In: Komzsík, A.–Szabó T.: *Ab igne ignem*. Nyitra: FSŠ UKF.

[14] Trembeczki, Cs. (2007): *A Végtelen Világvége Hotel és más történetek*. Kaposvár: Magánkiadás.

$$z'=z\cosh\theta - ct\sinh\theta;\ ct'=-z\sinh\theta + ct\cosh\theta \quad (53)$$

$$\tanh\theta = \frac{z}{ct} = \frac{v}{c} \quad (54)$$

$$v = \frac{z}{t} \quad (5)$$

Válasszuk meg úgy a mértékegységeket, hogy a c fénysebesség legyen 1-gyel egyenlő, így: = $tanh\theta=v$ itt már a v sebesség mértékegység nélküli szám, a fénysebesség v-szeresét jelöli. Mivel a θ -ra a következő igaz a hiperbolikus számsíkon: y/x.

A Lorentz-transzformáció modellezése a kvaterniók egyik fajtájával hiperbolikus számokkal egy érdekes következtetésre vezet, hogy a hiperbolikus szám valós része az idő-dimenziónak, az imaginárius része pedig a tér-dimenziónak az ábrázolása. A kvaterniók hiperbolikus változatának és a végtelen kapcsolatának tulajdonságából következhet, hogy a tér végtelen időként fogható fel.

A kételemű számokkal – kvaterniókkal levezetett új téridő szemlélet leírható

A tudósok csak sejtik, vagy sejtetni szeretnék a téridő új szemléletét, amit vázlatosan a következő tulajdonságokkal fogalmazhatnánk meg, ami valójában a végtelen számmodellje- és a téridő kapcsolata:

1. A valós terünk geometriájának – a három tér-dimenziót egy dimenzióra szűkítve vett – egyszerű modellje lehetnek a hiperbolikus számok.
2. A hiperbolikus számsíkon az y koordinátatengelyt képzelhetjük – az egydimenziósra szűkített – tér dimenziójának, és az x koordinátatengelyt gondolhatjuk az idő megfelelőjének.
3. A fentiekből általánosan elmondható, hogy a kételemű számok számsíkjai a téridő egyfajta geometriáját modellezik, ahol az x tengelyen mindig az idő van ábrázolva, az y képzetes tengely pedig térdimenzió.
4. A kételemű számok egyúttal a végtelenek modellje is, így a tér az idő végtelenjének képe.
5. A kételemű számok, mint végtelen-modellek a kontinuum-hipotézis három lehetséges változatát nyújtják [15].

[15] Taylor, E. F. –Wheeler, J. A. (2006):*Téridőfizika*. Budapest: Typotex, [Online], Available: http://books.google.hu/books?id=9KfpAy3zEZkC&printsec=frontcover&dq=t%C3%A9rid%C5%91fizika&hl=hu&sa=X&ei=_cPhT6PaEcWrgbBxOCcAw&ved=0CDkQ6wEwAA#v=onepage&q=t%C3%A9rid%C5%91-fizika&f=false 13 [Accessed May. 27, 2019].

Összefoglalás

Ez a cikk megpróbálja összefoglalni az elmúlt 130 évben kialakított fogalmat a kvaterniókról. Az első fejezetekben az analitikus geometria egyenleteit mutattuk be, ahol a változók valós számok, valamint ugyanúgy valósak a kettős kvaterniók, amelyek gyakorlati alkalmazása sikeres a geodéziában és GPS-es útkeresésben. 170 éve Hamilton megsejtette a képzetes tengelyt, amit egy-két évtizeden belül magyarul is oktattak a középfokú tanodában, és ennek óriási felhasználása lett a villamoságtanban, a váltakozó áram egyenletei kijönnek képzetes időtengely segítségével. Itt használjuk fel a konjugáltakat, kifejezhető az időeltolódás és a fázisszög is. Ma is vitatottak még a kvantummechanikában a hullámfüggvény egyenletei, ahol érdekes és izgalmas módon a kvaternió *a* és a *b* paramétere is komplex, és eltolás nélküli. Az általános relativitáselméletben is van képzetes időtengely, felfelé a jövő, az origóban a jelen, és elhagyjuk a múltat (fénykúp ábrázolás). A kvaterniók a számok körében is vitatható közegbe kerültek, hiszen megalapozzák új számok (komplex, parabolikus és hiprebolikus) világát, új fejezetett nyithatnak nemcsak a matematikában, hanem az elszakosodott területek, természettudományok fúziós ágával. Ezek a számok alkalmasnak mutatkoznak a téridő új modelljeinek és a végtelen leírására is. Újfajta téridő modell bontakozhat ki a kvaterniókkal a tudásra vágyó elme előtt; miszerint a teret, mint a végtelen időt sejteti velünk. Érdekes módon azonban a képzetes tengely nem idő, hanem egy dimenzióra szűkített tér (háromtér). Ferenczi szerzetes Nyitrán már a 19. században sejteni vélte, hogy a kvaterniók segítségével eljuthatunk olyan független (abszolút) számokhoz, melyek a számtan (arithmetica) alapját vetik meg; de ki gondolta volna, hogy elszakosodott visszafuzionált tudomány is leírható a kvaterniókkal. 1600 évvel ezelőtt Szent Ágoston filozófiai gondolkodással is eljutott idáig: „Látom, hogy valami kiterjedés az idő. Látom-e, vagy csupán úgy látszik, hogy igazán látom".

CSICSKOVICSNÉ FODOR BRIGITTA *–KOVÁCS TAMÁS **

A Molker Elektro Kft. raktárában az elfekvő készlet kialakulása és hatékony kezelése 2. rész

(az októberi számban megjelent tanulmány folytatása)

Összefoglalás: A készletgazdálkodási rendszer sikeres kialakítása a készletmennyiségek meghatározásához alkalmazható készletfogalmak tartalmi tisztázását igényli. A készletfogalmak lehetővé teszik készletszintek megfogalmazását készletgazdálkodási modellek számára, úgy hogy a használt fogalmak készletféleségtől függetlenül alkalmazhatók. A legismertebb készletfogalmakat az alábbiakban foglaljuk össze:

– *Biztonsági – minimális – készlet:* Az a készletnagyságrend, ami alá a készletszint tartósan nem süllyedhet. Ha ebből a készletből valamennyi is felhasználásra kerül készlet-utánpótlási vagy egyéb problémából adódóan, akkor azt a követő rendelésnél pótolni szükséges.
– *Folyókészlet:* Az a készlet, amelyik két utánpótlási időpont között biztosítja a folyó felhasználás anyagszükségletét.
– *Átlagkészlet:* A biztonsági készlet és a folyókészlet felének összege. Egyenletes termelési felhasználás mellett a vállalatnál a meghatározott készletféleségből átlagosan ennyi lelhető fel.
– *Maximális készlet:* A biztonsági készlet és a folyókészlet összege (az adott készletből maximálisan tartható nagyságrend.
– *Jelzőkészlet:* A készlet ezen szintjére való lefogyása esetén kell az utánpótlást biztosító rendelést feladni.

A készlettervezés kiindulópontja alapvetően a vállalkozás éves gazdálkodási tevékenységét koordináló üzleti (taktikai) terv, amelyből kiindulva határozhatók meg a vállalat által finanszírozható készletek nagysága, annak különböző készletféleségenkénti összetétele, továbbá területileg elkülönült termelőhelyek közötti megosztása. A készlettervek megfelelő színvonalú elkészítése feltételezi a készletezéssel (készletgazdálkodással) szembeni kereslet értékesítési tervre épülő meghatározását. A fogyasztói igényekre alapozott értékesítési terv alapján első lépésként a termelési feladatok kerülnek kimun-

*Molker Elektro Kft.
E-mail: fodor.brigitta@gmail.com

*Dunaújvárosi Egyetem, Társadalomtudományi Intézet
E-mail: KOVACST@uniduna.hu

kálásra termelőüzemi, illetve vállalati bontásban. Ezt egészíti ki az üzemfenntartás éves terve szerinti alkatrészigény, mint amely szintén kereslettel jelenik meg a készletgazdálkodás felé. A független keresletű készletelemeknél (amelyeknek a beszerzése önállóan szervezhető) a gazdálkodók feladata a készletszint szabályozása (a kereslethez igazodó „se túl kevés, se túl sok készlet" tartása). A gazdálkodásért felelős személyek a szabályozást a készletek utánpótlására (megrendelésére) vonatkozó döntés útján tudják megvalósítani.
Kulcsszavak: Készletgazdálkodási rendszer, készlettervezés, független kereslet.

Abstract: Successful design of the inventory management system requires clarification of the content concepts used to determine inventory levels. Inventory concepts allow you to define inventory levels for inventory management models so that the concepts used can be applied independently of inventory types. The most well-known stock concepts are summarized below:

– *Security - Minimum - Inventory:* The size of the inventory below which the inventory level cannot fall permanently. If all of this stock is used due to stock supply or other issues, it will need to be replaced in the subsequent order.
– *Running stock:* A stock that supplies material for running use between two supply times.
– *Average stock:* The sum of the safety stock plus half of the river stock. With a steady use of production, the company has an average of the specified inventory.
– *Maximum stock:* The sum of the safety stock and the river stock (the maximum amount that can be kept from a stock).
– *Signaling Kit:* When this stock level runs out, you need to place an order for a supply.

Basically, the starting point for inventory planning is a business (tactical) business plan that coordinates the company's annual business activities, from which it can determine the amount of inventory that can be funded by the company, its composition per inventory, and its distribution across geographically separate production sites. The preparation of inventory plans at an appropriate level requires the definition of demand for inventory (inventory management) based on a sales plan. Based on a sales plan based on consumer needs, the first step is to work out production tasks by production plant or company. This is complemented by the demand for parts according to the annual maintenance plan, which is also in demand for inventory management. In the case of stock items with independent demand (the supply of which can be organized independently), it is the responsibility of the farmers to control the stock level (keeping "neither too little nor too much stock"). The persons responsible for the management can implement the regulation by deciding on the supply of the stocks.
Keywords: Inventory management system, inventory planning, independent demand.

Inkurrens készlet a kft.-nél

Kiindulási pontként kigyűjtöttük azt a termékmennyiséget, mely 180 napja nem mozdult a raktárban. 3535 tételt kaptam, az általunk forgalmazott 180.000 tételből. Elemzés szempontjából még ez az adatmennyiség is elég nagy, ezért olyan termékeket választottunk ki, melyek mennyiségi értéke beszerzési áron meghaladja a 200.000 Ft-ot.

Így már „csak" 32 termék maradt. Ezeknek azonban jelentős a beszerzési értéke: 47 144 113 Ft. Kiválasztottunk azt a 7 terméket, melyek beszerzési összértéke meghaladja az 1 millió forintot. Cégünknél a raktárkészlet kb. 300 millió forint, melyből a havi értékesítés átlagban 70 millió forint. [7] A fenti adatokból számolva megállapítható, hogy átlagban a raktárkészlet forgási sebessége 4,29 hónap. A teljes készlet 129 naponta fordul meg.

A vállalkozásnál tehát cél a raktárkészlet mielőbbi értékesítése, a forgási sebesség növelése. Az elfekvő készletek értéke az elmaradt haszon és a raktározási költségekkel együtt rontja a vállalkozás eredményességét.

[7] A Kft. ügyvezetőjének adatai alapján.

Az elfekvő készlet keletkezése

Ahhoz, hogy megállapítsuk, mi vezetett e termékcsoport létrejöttéhez, az Ishikawa-diagram megszerkesztésével kerestük a magyarázatot.

5. ábra. Ishikawa-diagram.



Forrás: Saját szerkesztés

A fenti ábrából jól megállapítható, hogy az elfekvő készletet az alábbi 4 fő ok hozta létre:

– ember, – eszköz, – módszer, – környezet

Emberi tényező

Részletesebben kifejtve esetünkben az emberi tényezőnél megemlítjük, hogy a beszerzés folyamatában többször találkoztunk olyan esettel, hogy az értékesítő kolléga az ajánlatkéréskor nem végez mindenre kiterjedő információgyűjtést a beszerzendő dolgokkal kapcsolatban. Nem kérdezi meg, hogy mennyire fontos a termék szállítási határideje és kiváltható-e más termékkel.

Automatikusan ad ajánlatot, kevés információt mérlegel. Ez okoz problémát a rendelés utáni teljesítéskor. A vevő már türelmetlen, hogy mikor kapja meg az árut, ezért kiváltó típust keresnek és azt megrendelik, mert nagyon fontos a mielőbbi termékbeszerzés. Ekkor már az eredeti terméket nem lehet lemondani, beérkezés után a raktári készletet növeli. Az értékesítő kolléga a kiváltó terméket eladja, de az eredeti terméktől függetleníti magát. **Nem fűződik érdeke** a raktáron maradó készlet csökkentéséhez.

Fontos emberi tényező, hogy a számítógépes programot nem tudjuk hatékonyan használni. Számtalan lehetőség rejlik még benne, amit érdemes lenne kihasználni. Tájékoztatást kellene adni a dolgozóknak a feladatkörüket érintő, munkájukat segítő megoldásokról. Másik probléma lehet, hogy a vevő vagy a kereskedő hibás terméket rendel **tapasztalatlanságból**.

Nem megfelelő módszerek kiválasztása

Itt felhívnánk a figyelmet arra, hogy a beszerzés és az értékesítés folyamatát figyelemmel kell kísérni, napi, esetleg hosszadalmasabb beszerzés során, heti információt kellene szóban vagy írásban adni a megrendelőnek a teljesítéssel kapcsolatban. Nem csak a megrendelői oldalt kell folyamatosan **nyomon követni**, figyelni, hanem ugyan olyan fontos vagy még fontosabb a beszállítói oldal teljesítésének figyelése, esetleges csúszások azonnali lereagálása. A beszállítói oldal kiválasztása nagyon nagy felelősséggel jár. [8]

[8] Némon Zoltán –Vörösmarty Gyöngyi (2005): *Logisztika: folyamatok az ellátási láncban feladatgyűjtemény.* Budapest: Kereskedelmi és Idegenforgalmi Továbbképző Kft.

Megbízhatónak, gyorsnak, átláthatónak kellene lennie számunkra, ami nem mindig teljesül. Nem szabad a beszállítói hiányosságokon túllépni.

A másik probléma, hogy a beszerzés és teljesítés nem megfelelően van ellenőrizve. Sajnos sokszor jelentős tételek, így raktáron maradnak, de ezt senki nem kéri számon. Miért maradt raktáron az eredetileg megrendelt termék? Ha ott is marad, folyamatos **figyelemmel kellene követni**, hogy mielőbb értékesíteni lehessen esetleges igény jelentkezésekor. Hasonló a helyzet a társcégünk kivitelezéseinek változásakor keletkezett felesleges termékek esetében is.

[9] Vonalkód Centrum <https://www.vonalkod-centrum.hu/mobil-adatgyujto-valasztasa-5-fontos-szempont/> [2018. 11. 03.]

Számítógépes programok, eszközök hiánya

Számítógépes és vállalatirányítási rendszerünk jó egységet alkot, azonban **hiányosságok** is érezhetők. Olyan ellenőrző modul kellene a rendszerbe, amely folyamatosan felhívja a figyelmet bizonyos termékekre, melyeket valamilyen okból az utóbbi rövid időtávban megrendeltünk, de nem értékesítettünk. Tudatosítva a dolgozóban, hogy próbálja, ajánlja a terméket, ne legyen belőle elfekvő készlet. Amit hiányolunk még a rendszertől, hogy termékek kiválthatóságát nem oldotta még meg. Másik fontos feladat, hogy vállalaton belül az **eszközpark** egységesedjen és fiatalodjon. Azonos operációs rendszerek fussanak a gépeken. Minden géphez lehessen mobil vonalkód-leolvasó egységet csatlakoztatni. Ennek az eszköznek a beszerzése segítheti a leltározás folyamatát, pontosabbá teheti az adatok rögzítését.

5. kép. Vonalkód-leolvasó készülékek.



Forrás: Vonalkód Centrum [9]

Környezeti hiányosságok

Itt főként a raktár területének nagyságára gondolunk. Jellemző a tevékenységünkre, hogy rengeteg kábelt forgalmazunk, melyek megfelelő elhelyezésére **nincs elegendő helyünk**. Hatékonyabb helykihasználásra kellene törekednünk.

Természetesen ez minden termékre ugyanígy vonatkozik. A mindig más helyre raktározás magában rejti azt a hiányosságot, hogy nem találunk meg bizonyos termékeket. Az eladható termék hosszabb ideig jelentkezik, mint nem mozgó tétel.

Másik szintén a környezettel kapcsolatos hiányosság, hogy a raktári polcok, raktári helyek **nincsenek** ellátva a **beazonosításhoz** szükséges megjelölésekkel. Ha lennének ilyenek, az informatikai rendszerünkben ezeket a helyeket a terméktörzzsel szinkronizálni lehetne. Pontos helymeghatározást kaphatnánk, hogy meghatározott termék, melyik polcon, állványon, raktárrészen található.

A felsorolásból jól kitűnik, hogy melyek azok a feladatok, melyek megoldása nagymértékben hozzájárulna a készletek megfelelő mozgásához.

Saját vizsgálatok, az elfekvő készlet kezelése

Mivel ilyen készletünk keletkezett, gondot kell fordítanunk annak vizsgálatára, hogy miként csökkenthetjük ezt az árumennyiséget. Persze nem mindegy, hogy milyen értéken tudjuk készletünk e részét értékesíteni, egyéb lehetősséget találni számára.

Felsorolásunkban törekedtünk arra, hogy a kft. számára hasznosabb lehetőségek szerint osztályozzuk a módszereket:

– Beszállító partnerünknek visszaküldjük.
– Más nagykereskedelmi partnernek felajánljuk.
– Az alkalmazott vállalatirányítási rendszerbe kiváltó termékként integráljuk.
– Kedvezményes áron, más kivitelezőnek értékesítjük.
– Elfekvő készletekkel foglalkozó vállalkozásnak ajánljuk fel.
– Hulladékként újrahasznosításra eladjuk.
– Oktatási célra elajándékozzuk.
– Nem csinálunk vele semmit.

6. táblázat. Elfekvő készletek megszüntetésének lehetőségei.

Lehetőségek	A termék funkciójának átalakulása	A termék árának átalakulása
Szállító partnerünknek visszaküldjük.	Visszavételkor teljes árat írnak jóvá.	Nincs veszteség
Más nagykereskedelmi partnernek felajánljuk.	Engedményt kell adnunk az átadási árból.	Minimális veszteség: kb. 20%.
Az alkalmazott vállalatirányítási rendszerbe kiváltó termékként integráljuk	Helyettesítő termékként próbáljuk értékesíteni, eladási árát a kiváltott termék árához igazítjuk.	Minimális veszteség: 10–20 %.
Kedvezményes áron, más kivitelezőnek értékesítjük.	Hosszabb folyamat a vevő megtalálása és nagyobb engedmény adása.	Hosszabb ideje foglalja a raktár egy részét. Jelentős veszteség a cégnek.
Elfekvő készletekkel foglalkozó vállalkozásnak ajánljuk fel.	Elfekvő készletekkel foglalkozó vállalkozásnak adjuk el.	Jelentős veszteség: kb. 75–80 %.
Hulladékként újrahasznosításra eladjuk.	Megfosztjuk a terméket, hulladékká minősítjük.	Nehezen meghatározható a maradvány ár. Nagyon magas a veszteség.
Oktatási célra elajándékozzuk.	Elsődleges funkciójától, árától megfosztjuk.	Érték nélkül, teljes ráfizetéssel elajándékozzuk.
Nem csinálunk vele semmit	Várjuk a vevőjét.	Folyamatosan elértéktelenedik.

Forrás: Saját szerkesztés

Az elfekvő készlet kialakulásának megelőzése

Segítségünkre van Kurt Lewin erőtér-elemzése annak értelmezésében, hogy felismerjük (kiolvasszuk) a problémát, megváltoztassuk az azt kiváltó tényezőket és a pozitív irányú változást megszilárdítsuk.

9. ábra. Kurt Lewin erőtér-elemzés.



Forrás: Kiss-Tóth Roland: Menedzsment [10]

A megelőzés lehetséges módjai

A kft. kollektívájával kapcsolatos megelőzés

A fentiekben már említett erőtér- és halszálka-diagramból jól láthatóak és meghatározhatóak azok a problémák, melyek az elfekvő készletek keletkezéséért okolhatók. Mivel ezek újbóli előfordulásának megakadályozása a cél, e problémákat kell megoldanom. Az **emberi tényezőket** és az általuk alkalmazott **módszereket** meg kell változtatni. Egy új szemléletet kell meghonosítani, mely fokozottan figyel a készletek mozgására. Ennek a feladatnak a megvalósítása továbbképzéssel és csapatépítéssel kivitelezhető.

[10] Kiss-Tóth Roland (2014): *Menedzsment.* <http://p2014-26.palyazat.ektf.hu/public/uploads/05-menedzsment_55e9c27be7468.pdf> [2018. 11. 03.]

Szerződéskötéssel kapcsolatos megelőzés

– Legfontosabb feladat a menedzsmentre nézve, hogy a beszállítókkal olyan szerződést kössenek, mely lehetőséget ad a rendelt mennyiség kiszállítás előtti lemondására, módosítására.
– A menedzsment másik fontos feladata, hogy a vevői szerződéseket úgy készítse el, hogy abban szerepeljen az a felelősség, pénzben meghatározva, mely akkor lép hatályba, ha a vevő eláll előzőleg leadott rendelésétől.

Ebben az esetben nem kell anyagi ráfordítással számolnunk a megvalósítás érdekében.

Egyéb megelőző tevékenységek

– A már sokszor emlegetett tevékenységet emeljük ki ismét. Minden értékesítési és információs tevékenységet fokozottan nyomon kell követni. Ezt akár a menedzsmenti, akár a beosztotti szinten folyamatosan meg kell valósítani.
– Akkor tudunk igazán eredményeket elérni, ha az eseményeket a beérkező információk megelőzik.
– A menedzsmentnek a dolgozókat érdekelté kell tenni, hogy a feladatukat maximálisan ellássák.
– A fentieken túlmenően a legfontosabb feladat, hogy negyedévente a vállalatirányítási rendszer segítségével kiszűrjük azokat a termékeket, melyek az előző negyedéves időtáv alatt nem mozdultak. Ekkor lehet bevetni a kereskedelem „csodafegyverét” az akciót.
– Ha a fenti tevékenységek nem adnak lehetőséget a hatékony készletkezeléshez egy operatív csoportot kell alakítani, amelynek feladata a negyedéves listában szereplő termékek életútjának követése.

Az eszközök hiányosságának megszüntetése

Ebben az esetben kétféle hiányosságról beszélhetünk. Egyik, hogy a Visual Apolló vállalatirányítási rendszer adta lehetőségeket maximálisan ki kellene használni, a másik: a vonalkód-leolvasó rendszert kellene hatékonyabbá és gyorsabbá tenni.

Környezeti hiányosságok megszüntetése

Környezeti hiányosságként említjük magának a raktárnak a befogadó méretét. A már kialakult elfekvő készletek jelentős területet foglalnak el az amúgy is kevés hasznosítható raktárfelületből.

Ezeket mielőbb meg kell szüntetni. A raktárakat, polcokat jelölésekkel kell ellátni, hogy az ott tárolt termékek könnyen megtalálhatók, beazonosíthatók legyenek.

7. táblázat. A megelőző tevékenységek személy- és anyagköltségei.

	A megvalósítás költségei Ft-ban	
	Minimum	**Maximum**
Továbbképzés	47.520	47.520
Csapatépítés		800.000
Dolgozói motiválás	20.000	20.000
Komplett számítógép és perifériák beszerzése		3.312.000
Vonalkód-olvasó beszerzése	273.000	273.000
Cimkézőgép beszerzése	10.000	10.000
Összesen:	**350.520**	**4.462.520**

Forrás: Saját szerkesztés

A fenti táblázatot úgy állítottuk össze, hogy ha minimális anyagi erőforrást szánunk a készletek felhalmozásának megakadályozására, akkor 350.520 Ft-ot kell költenünk. Ha arra törekszünk, hogy minden lehetséges eszközzel megelőzzük a felesleges készletek ismételt kialakulását, akkor 4.462.520 Ft-ot kell áldoznunk a cél elérésére.

Összefoglalás

Összefoglaltuk a legismertebb készletfogalmakat. Bemutattuk a logisztikát, mint fiatal tudományt. Ismertettük fogalmát és területeit. Értelmeztük azon célját, hogy a 7M elvárásának megfeleljen. Követtük fejlődését az ellátásilánc-menedzsment kialakulásáig. Megemlítettük a vállalati logisztika elemeit és összetevőit, kihangsúlyozva az ellátási és elosztási logisztikát.

Az alapfogalmak megismerése után a vizsgálatainkat segítő elemzések, diagramok jelentőségét mutattuk be. Hangsúlyoztuk a PEST- és SWOT-elemzés fontosságát, mellyel a későbbiekben vállalat tevékenységét elemeztük a külső és belső körülmények figyelembevételével. Bemutattuk az ISHIKAWA diagramot, értelmeztük a LEWIN-féle erőtérelemzést.

Tájékoztatást adtunk a vállalatunknál használatos logisztikai és vállalatirányítási rendszerről.

A cégmenedzser szemléletű bemutatása mellett ismertettük a cégalapítás külső és belső körülményeit. az üzlet elhelyezkedését és az általunk végzett kereskedelmi tevékenységet, a cég szervezeti felépítését és néhány céginformációs adatot. Vázoltuk azokat a célokat, melyeket kitűztünk magunk elé. Bemutattuk a kft. értékesítési rendszerét és tevékenységének tagoltságát.

Elvégeztük a PEST-elemzést, mely megmutatta a vállalatot körülvevő politikai, gazdasági, társadalmi és technológiai környezetet. A SWOT-elemzés elvégzésével elénk tárultak a kft. erősségei, lehetőségei. Megismertük a fenyegetettségeket és gyengeségeket. Ezeket rangsoroltuk és lehetőségeket kerestünk a fenyegetettségek kiküszöbölésére.

Megvizsgáltuk az elfekvő készlet létrejöttének körülményeit az ISHIKAWA-diagram segítségével. Feltártuk az okokat és megoldást kerestünk azok kiküszöbölésére. A már kialakult felesleges készlet megszüntetésére lehetőségeket kerestünk a kisebb veszteség szem előtt tartásával.

Mivel a későbbiekben nem szeretnénk elfekvő készletet, ezért annak megelőzésére elvégeztük LEWIN erőtér-elemzését. A kapott eredmények tudatában egy olyan működési modellt igyekeztünk kialakítani, amely megakadályozza az újabb, felesleges készletek kialakulását.

Galéria

Németh István fotói – Coney Island











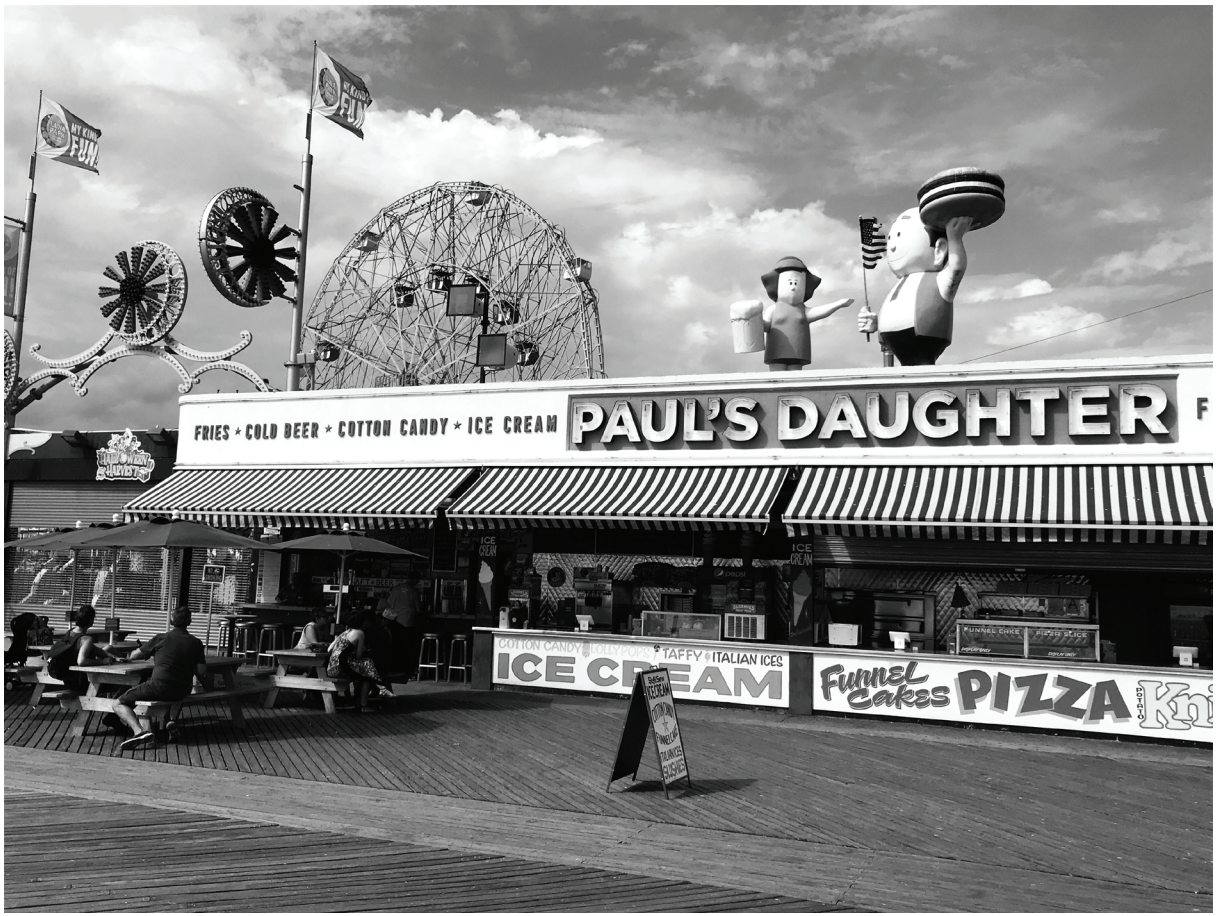









CLAM
BAR
CALL
BOX
SEA SIDE SWING
FRENCH FRIES


FRIES • COLD BEER • COTTON CANDY • ICE CREAM
PAUL'S DAUGHTER
TAFFY • ITALIAN ICES
ICE CREAM
Funnel Cakes
PIZZA


CONEY'S CONES
FRIES • COLD BEER • COTTON CANDY • ICE CRE
ICE CREAM


FOR OVER
100
YEARS
Since 1916
Nathan's
FAMOUS
THE FLAVOR OF NEW YORK SINCE 1916
Nathan's
FOR OVER
100
YEARS




SOARIN' EAGLE






W 15 ST

