

**BUDAPESTI GAZDASÁGI EGYETEM
GAZDÁLKODÁSI KAR ZALAEGERSZEG**

**GAZDASÁGI RENDSZEREK
FOLYAMATAINAK ÁRAMLÁSI MODELLJE**

Belső konzulens: Dr. Gubán Miklós Ph.D.

Külső konzulens: Balogh Csaba

**Major Emil
nappali tagozat
Gazdaságinformatikus szak
Logisztikai informatikus szakirány**

2016



NYILATKOZAT
a szakdolgozat digitális formátumának benyújtásáról

A hallgató neve: Major Emil

Szak/szakirány: gazdaságinformatikus / logisztikai informatikus

Neptun kód: FK28O2..... A szakdolgozat megvédésének dátuma (év): 2016

A szakdolgozat pontos címe:

Gazdasági rendszerek folyamatainak áramlási modellje

Belső konzulens neve: Dr. Gubán Miklós Ph.D.

Külső konzulens neve: Balogh Csaba

Legalább 5 kulcsszó a dolgozat tartalmára vonatkozóan:

.....
.....
.....

Benyújtott szakdolgozatom **nem titkosított / titkosított.**

(Kérjük a megfelelőt aláhúzni! Titkosított dolgozat esetén kérjük a titkosítási kérelem egy eredeti példányát leadni: a kérelem digitális másolatának a szakdolgozat digitális formátumában szerepelnie kell.)

Hozzájárulok / nem járulok hozzá, hogy nem titkosított szakdolgozatomat a főiskola könyvtára az interneten a nyilvánosság számára közzétegye. *(Kérjük a megfelelőt aláhúzni!)* Hozzájárulásom - szerzői jogaim maradéktalan tiszteletben tartása mellett – egy nem kizárólagos, időtartamra nem korlátozott felhasználási engedély.

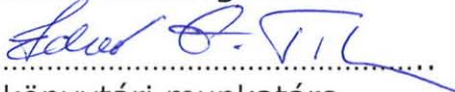
Felelősségem tudatában kijelentem, hogy szakdolgozatom digitális adatállománya mindenben eleget tesz a vonatkozó és hatályos intézményi előírásoknak, tartalma megegyezik a nyomtatott formában benyújtott szakdolgozatommal.

Dátum: 2016. 01. 05.


.....
hallgató aláírása

A digitális szakdolgozat könyvtári benyújtását és átvételét igazolom.

Dátum: 2016. 01. 05.


.....
könyvtári munkatárs

TARTALOMJEGYZÉK

1.	BEVEZETÉS	1
2.	IRODALMI ÉS TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS.....	3
2.1.	A LOGISZTIKAI FOLYAMATOK, RENDSZEREK KIALAKULÁSA, IRODALMA	3
2.2.	SZOLGÁLTATÁSI LOGISZTIKA, BANKI LOGISZTIKA	7
2.3.	MODELLEZÉS, SZIMULÁCIÓS MODELLEK.....	14
3.	A FLUIDUM-ÁRAM RENDSZEREK	19
4.	A LOGISZTIKAI FOLYAMATOK MODELLEZÉSE.....	25
4.1.	A FLUIDUM-ÁRAM RENDSZER MODELLEJE	25
4.2.	A KAPCSOLÓDÓ SZOLGÁLTATÁSI FOLYAMAT MODELLEJE	29
4.3.	A SZOLGÁLTATÁSI FOLYAMAT MODELLEJÉHEZ KAPCSOLÓDÓ FELADAT SZIMULÁCIÓS LEHETŐSÉGEI 33	
5.	ÖSSZEFOGLALÁS	39
	FELHASZNÁLT IRODALOM JEGYZÉKE.....	41

1. BEVEZETÉS

Informatika szakos hallgató lévén a matematika elég nagy súllyal szerepelt a tanulmányaimban. Próbálva a matematikai, illetve logikus gondolkodást elsajátítani a szemeszterek során, a szakdolgozatom is ezt az irányt kívánja felvenni, mert hisz nincs informatika-számítástechnika matematika nélkül. Ha informatikusok akarunk lenni, főleg olyan szakemberei a témának, akik igazán értik egy számítógép működését, elengedhetetlen a matematikai tudás megléte. Azonban ez a tudás nem csak az informatikához elengedhetetlen, hanem az élet más területeihez is, mint a közgazdaságtan, pénzügyek, és igen, a logisztika is ide tartozik.

A logisztika, mely az utóbbi években, évtizedekben saját tudományággá nőtte ki magát. Ha csak hazánkat vizsgáljuk az elmúlt 25 esztendőben, rohamtempóban növekedett a logisztika gazdasági szerepe. A verseny valóban verseny a vállalatok között, melyek lehetnek nem csak hazaiak, de nemzetközi egyaránt. Nincs szigorú állami befolyás, amelyek meghatároznák a vállalat mutatóit. A termelő és szolgáltató vállalatoknak a saját folyamatait költséghatékonyan kell végezniük a fentiekből kifolyólag. A nemzetközi trendek miatt jelenünkben már nem csak a termelési, gyártási folyamatok optimalizálása vált releváns kérdéssé, hanem a szolgáltatási folyamatoké is. Mivel a hazai, de más fejlett országok GDP-jét is a szolgáltató vállalatok adják, ezért evidens, hogy azok logisztikai folyamatait hatékonyra tegyük. Ez esetben nem feltétlenül a félkész- és késztermékek hatásos áramoltatása, hanem a fizikailag meg nem jelenő „anyagok” áramlásának hatékonyra tétele a cél, mely végső soron nem csak a költségeket minimalizálja, de így az ügyfél elégedettségi szintjét is növeli.

Annak érdekében, hogy vizsgálni tudjuk a szolgáltatási folyamatokat, adatokat kell gyűjtenünk. Azonban ezen adatok feltárásakor az tapasztalható, hogy olyan nagy mennyiségben keletkeznek, hogy azok feldolgozásához már adatbányászati módszereket kell használnunk. Az elemzéseket – a kitűzött céloknak megfelelően –

- a piaci szereplők szegmentálására,
- szervezetfüggőségre,
- a gyakori elemek megkeresésére, valamint
- asszociációs szabályok feltárására

szeretnénk elvégezni. Az adatbányászati eszközrendszereket vizsgálva kiderült, hogy nem áll rendelkezésre olyan módszer, mely teljesen megfelelné a kutatásban kitű-

zött cél szerinti elemzésre. Ez igényelte egy új módszer létrejöttét. A kezdetek során mikor a logisztika szerepét kívánom bemutatni, érinteni fogom a közgazdaságtant. A kutatásban egyre mélyebbre haladva a logisztikai anyagáramlás és ehhez kapcsolódó gazdasági optimalizálás, vagyis az operációkutatás, mint matematikai terület fog dominálni a dolgozatban. Végül eljutok a kornak megfelelő informatikai eszközhasználathoz, a programozás és szimuláció területéhez.

2. IRODALMI ÉS TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

Az első fejezetben a logisztika kialakulását fogom felvázolni, majd a dolgozatom tárgyát képező szolgáltatási logisztika sajátosságait elemzem.

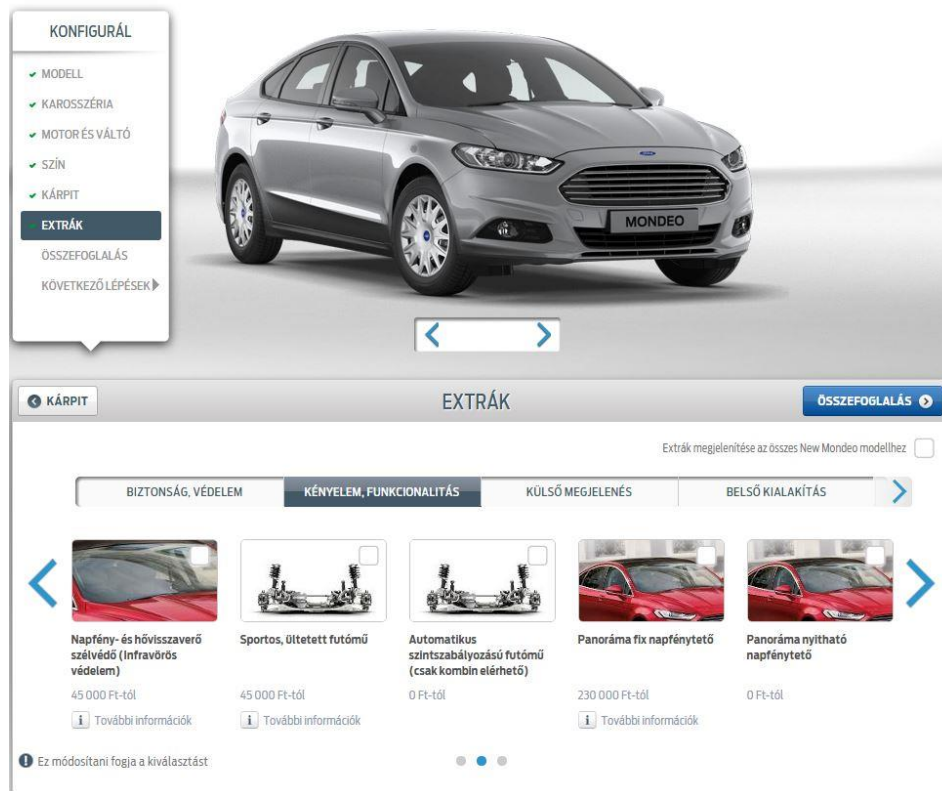
2.1. A LOGISZTIKAI FOLYAMATOK, RENDSZEREK KIALAKULÁSA, IRODALMA

A háború egy szörnyen rossz dolog. Nem kívánom megmagyarázni miért, úgy hiszem, ezzel mind tisztában vagyunk. Ugyanakkor kénytelen-kelletlen hozzá kell tennem a mondathoz a „de” szócskát. A háború szörnyen rossz dolog, de rengeteg technikai-technológiai újítást nekik köszönhetünk, közvetlen vagy közvetett módon. Ilyen eredmény például a mikrohullámú sütő, a radar, az internet. Bizonyára megszülethettek volna ezek a találmányok háború nélkül is, de a verseny miatt sürgetővé vált a megalkotásuk. Az úrkutatás például a hidegháború után – űrverseny híján – már nem halad abban a sebes tempóban, mint fénykorában. A programok céldátumai évekre vannak, inkább ember nélküli szondákat küldünk az űrbe, nem kockáztatva emberéletet. Az Apollo-programnál ez nem számított, sietni kellett, hatalmas volt a kockázat, melyet az űrhivatalok, a személyzet vállalt.

Hová akarok ezzel kilyukadni? A logisztikai is egy ilyen haditechnikai vívmány. Mondhatni a modern ember háborúzási „mániájával” egyidős. I.e. 1. évszázadban a Római Birodalom idejére tehető a logisztika szó első említése (Gubán Á. 2013, p. 9.), ami a hatalmas meghódított területeken a hadsereg ellátását szolgálta. Ugyanezt a feladatkört látta el az elkövetkezendő századokban, így a napóleoni háborúk idején, majd a II. világháború alkalmával teljesedett be. A logisztika a szövetséges hatalmaknak kulcsfontosságú szerepet nyilvánított: a frontvonalak mélyen a kontinens belsejében húzódtak, a katonák számára a folyamatos hadiellátmányt a hátszorból megszakítás nélkül biztosítani kellett.

A háború után kezdte el a logisztika mai formáját felvenni, mikor nem csak a hadászatban volt alkalmazandó terület, hanem a civil életben egyaránt. Így kezdetben a vállalati költségek csökkentése volt a cél, később az értékesítés fontossága váltotta fel ezt. Majd előtérbe került a vevő: a piaci verseny miatt szükségessé vált a vevők megnyerése és megtartása, így a vevőkiszolgálás vált a legfontosabbá. Az ezredforduló elmúltával ezt bővítette a vevők egyedi igényeinek kielégítésére törekvő szolgáltatások kezelése. (Gubán Á. 2013, p. 11.) Az egyre több célt maga elé kitzűző területet a világ technológiai fejlődése nagyban asszisztálja, és vice versa: az egyedi igények felmerülé-

se az internet megjelenésével került előtérbe. Míg fél évszázaddal ezelőtt itthon az emberek a Merkúrba mentek, hogy egy listára felkerülve évek múltán kapjanak egy személygépkocsit, addig ma már online testre szabhatjuk megvásárolni kívánt autónkat a gyártó honlapján.



1. kép: Online testre szabható személygépkocsi¹

Látható, hogy rögtön két területet már magába foglal a logisztika: az informatikát és a marketinget. Ezeken kívül még számos más tudományterület is létezik, amely a logisztikához kapcsolódik. (Gubán Á. 2013, p. 19.) Vannak területek, amelyeket más-más logisztikai folyamatban alkalmaznak, de lehet olyan terület is (mint például az informatika), amely akár a teljes logisztikai folyamat rendszert átfogja. A különböző tudományágak hasznosítása is komoly feladatot igényel, de ehhez még hozzájön a területek hatékony összehangolása.

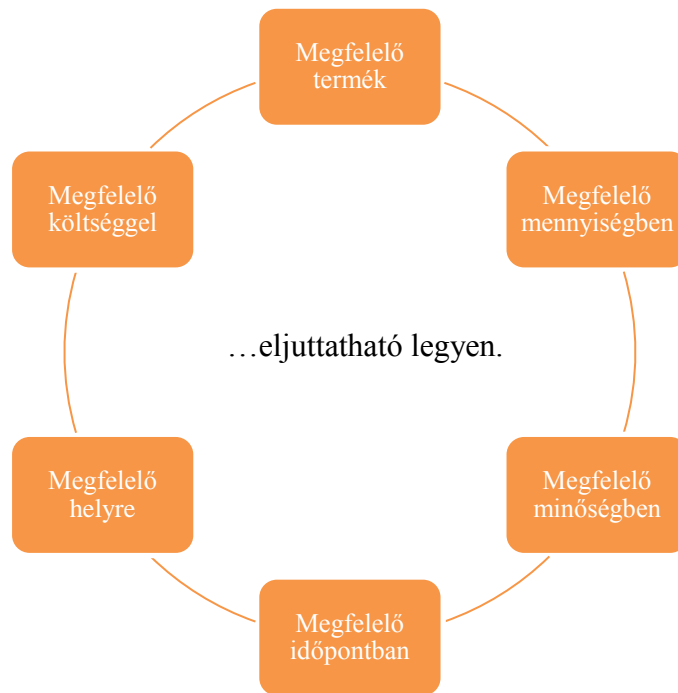
Számos definíció létezik a logisztikára, amelyek korok és szakterületek szerint születtek. Én egyet emelnék ki, amelyet tanulmányaim során is meglehetősen sokszor hallottam:

¹ Forrás: http://www.ford.hu/Konfigurator_szemelyautok (letöltés dátuma: 2015.10.26.)

„A logisztika alapanyagok, félkész- és késztermékek valamint a kapcsolódó információk származási helyéről felhasználási helyre való hatásos és költséghatékony áramlásának tervezési, megvalósítási folyamata, a vevői elvárásoknak történő megfelelés szándékával.” (Council of Logistics Management) Elég összetett mondat, azonban felfedezhető benne a korok trendjeinek változásai. Kezdetben lehetett az alapanyag, félkész- és késztermékek áramlása, majd ez a sor bővülhetett a kapcsolódó információkkal. A korábban említett költséghatékony, a logisztika első céljaként szerepelt. Végül a „vevői elvárásoknak megfelelően” a modern kor „toldaléka”, ahol a vásárlói igények kielégítése a legfontosabb szempont. Megemlítem továbbá Cselényi definícióját a logisztikára, amely *„magában foglalja a beszerzés, termelés, szolgáltatás, elosztás, értékesítés, (újra)felhasználás értékteremtő és –megőrző láncolatában meghatározó szerepet játszó anyagáramlást és az ehhez kapcsolódó, integráltan kezelt információ-, energia-, munkaerő- és értékáramlást.”* Ez a meghatározás az integráció szerepét emeli ki a logisztikában.

Érdekes megjegyezni továbbá, hogy a fogalmi magyarázatokat megkülönböztetjük német, illetve angolszász rendszer szerint (Gubán Á. 2013, p. 12.). Azonban a német definíciók egyike sem említi a vevői kiszolgálást, vagy a vevői elvárásokat, az csupán az angolszász fogalom magyarázatban jelenik meg. Alkalmassint ez a német, vagyis a poroszos kultúra/hagyományból eredhet, ahol a vállalatok költséghatékony működésére nagyobb energiát fektetnek a vevőkkel szemben.

A logisztikai célok egybevágnak magának a logisztikának a feladatával, csupán itt konkrét tevékenységet fogalmaznak meg. Vállalati költségek csökkentésére cél lehet a készletek és ráfordítások csökkentése, míg a vevői élmény fokozására a különböző idők (szállítási határidő, átfutási idők) csökkentése, valamint rugalmasság lehet az elérni kívánt cél. (Gubán Á. 2013, p. 15.) E teljesítmények elérése azonban nem történhet csupán egy konkrét elem kiválasztásával; a célok összességét figyelembe kell venni a kívánt hatás elérése érdekében. A vállalatok körében általánosságban sem beszélhetünk készletek csökkentéséről, hiszen lehet az termelői, de akár szolgáltatói vállalat, amely logisztikai folyamatokat végez, mégsem található mindenütt készlet. Ennek következtében a logisztikai célok általánosítására született meg a logisztikai alapelvek, az un. 6M (7M, 10M). Az „M” a megfelelésre utal, olyan értelemben véve, hogy hány ilyen *„elvnek felel meg a logisztikai rendszer”*. (Gubán Á. 2013, p. 17.)



1. ábra: Logisztikai alapelvek. 6M²

Ezek már általánosítva jelennek meg, így nem csak egy adott iparágú vállalatra, hanem univerzálisan mindenkire vonatkozik.

Végezetül pedig szót ejtek a logisztikai rendszerek fogalmáról és osztályozásáról. Rendszerszemléletben való gondolkodás elengedhetetlen, ha logisztikai problémáról beszélünk. Ugyanis a logisztikai folyamatban részt vevő elemeket nem elég megismerünk. Releváns, hogy ezen elemek közötti dinamikus kapcsolatokat is felfedjük a tervezés, működtetés, illetve a fejlesztés fázisaiban. Négy nagy rendszert különböztet meg a szakirodalom (Gubán Á. 2013, p. 23.), melyek rendre:

- anyagáramlást megvalósító eszközrendszer (berendezések, gépek, eszközök)
- információáramlást megvalósító eszközrendszer (adatok kezelését szolgáló informatikai eszközök)
- logisztikai létesítmények (épületek, szállítópályák)
- logisztikai szervezet

A feladat az, hogy ezek „*összehangolt kialakítása révén kell biztosítani egy olyan üzemállapotot, mely mind műszaki, mind gazdasági szempontból optimális működést eredményez*”.

² Forrás: Logisztika felvetések, példák válaszok alapján saját szerkesztés

2.2. SZOLGÁLTATÁSI LOGISZTIKA, BANKI LOGISZTIKA

Az előző fejezetben láthattuk, hogy a logisztika valamilyen anyagmozgatási tevékenységgel jár. Legyen ez alapanyag, félkész-, illetve késztermék, információ, stb. Ezt ún. „kemény” logisztikának nevezzük, azonban az idő előrehaladtával szükségessé vált a „szolgáltató vállalatok működésének tanulmányozása”, melyet „puhább” logisztikának nevezünk. (Gubán Á. 2013, p. 252.) E terület lehetőségeinek kiaknázása jelenünkben is folyik, jelen szakdolgozat témája is e szellemben fogant meg.

Meg kell különböztetnünk a szolgáltatások logisztikája és a logisztikai szolgáltatók közötti fogalmakat. E különbségek tisztázására a szakirodalom a logisztika történelmi áttekintését veszi, melyet öt fázisra bont:

1. A termelés korszak

A viktoriánus korban született személetmód, ami csupán az alapanyagok beszerzésére, valamint a késztermékek elszállítására és raktározására vonatkozott. Az ipari forradalom tette szükségessé létezését, mikor a feudalizmusból származó manufaktúrákat a tömegtermelés váltotta fel a gyárak megjelenésével. Bár a rabszolgaság ekkor már tiltott volt az Egyesült Királyságon belül, sőt az Egyesült Államok északi részén is, majd – a polgárháborúnak köszönhetően – *de jure* az összes szövetségi államban, azonban a gyárakban az embereket hasonló körülmények között foglalkoztatták, éhbérért. Három termelési nézet alakult ki ekkor:

- Specializáció: Adam Smith nevéhez köthető. „*Lényege, hogy mindenki azt gyártsa, amit a legjobban tud.*”
- Modularizáció: Termelés sztenderdizálása, a termékekben cserélhető alkatrészek jelennek meg, könnyítve a hibás termékek javítását. A sztenderdizálás koncepciójából alakul meg majd a XX. század közepén az ISO (*International Organization for Standardization*, Nemzetközi Szabványügyi Szervezet), mely világszintű szabványokkal könnyíti meg a jelenünkben piacvezető nemzetközi vállalatok termelési folyamatait.
- Szerelőszalag koncepció: anyagáramlás gyorsítása végett Henry Ford a különböző munkáállomásokat összekapcsolta. (Gubán Á. 2013, p. 253.)

2. A disztribúciós korszak

XX. század hajnalán, mikor a tömegtermelés annyira sikeres lett, hogy a termékek iránti kínálat meghaladta a keresletet, a vállalatok értékesítési csatornákon keresztül

próbálták meg elérni a fogyasztókat, kis- és nagykereskedelmek bekapcsolása révén. (Gubán Á. 2013, p. 254.)

3. A marketing korszak

A korábban felvázolt fázist kettétörte a nagy gazdasági világválság, valamint a II. világháború. Előbbi az előállított termékek eladhatatlan felesleggé válásával járt, vállalatok mentek tönkre, állások szűntek meg. Utóbbi a termelés „militarizálásával” járt, a gyárakban a hadseregek ellátása volt a cél. Látható, hogy a civil igények minimálisra csökkentek, hisz a válság és a háború idején a pénzhiány miatt inkább csak az alapvető dolgokra volt szüksége a társadalomnak. A világháború végén azonban újra átálltak a gyárak a nem-hadi termelésre, így ismét megjelent a túlkínálat. Az '50-es évek közepétől a legnagyobb hangsúly a marketing tudományág eszközeire vetődött a hangsúly. Megjelentek a postai rendelések lehetőségei, egyre nagyobb rétegek kapcsolódtak be a vásárlás folyamatába, már nem csak az üzletekben próbálták „megnyerni” a vásárlók igényeit. Ezen etapban jelentek meg a fogyasztói igények felmérését szolgáló analízisek, melyeket matematikai és statisztikai módszerekkel elemeztek. Ezzel egy időben a vállalatok költségei növekedő pályára álltak, melyek csökkentése piaci verseny előnyhöz vezetett. Így egyre fontosabb szerepet kapott a különböző optimalizációs eszközök, melyekkel a logisztikai költségek redukálhatóak lettek. (Gubán Á. 2013, p. 254-256.)

4. A minőség korszak

A hidegháború közvetett módon befolyásolta a logisztikai éra alakulását – lényeges, hogy a hadiipari kompetíció életre keltette a K+F, azaz a kutatás-fejlesztés jelentőségét. Míg korábbi háborúkban az volt a vezető szempont, hogy (abszurd példaként az orosz-szovjet valósággal élve) legalább két katonának jusson egy tár töltény, tehát a hadsereg teljes ellátása hadieszközökkel, addig a hidegháborúban a meglévő eszközök fejlesztése, korszerűsítése volt a vezető irányelv. A kutatás kiemelkedő szerepe jelent mind az egyetemeken, mind pedig a vállalatoknál. Szükség is volt erre, mivel a vásárlói igény immár nem arra összpontosult, hogy a terméket meg tudja venni, minél olcsóbban. Ellenben ha már több termék közül választhat a fogyasztó, akkor (figyelembe véve az ár-érték arányokat) a minőségibb terméket kívánja megvenni. Így e két jelenség – K+F jelentősége, illetve a minőségi terméket kereső fogyasztó – fúziójából értünk el a logisztika történelmében a Minőségi korszakhoz. Továbbá a logisztikai rendszerek integrációja is e korra datálható. A vállalati vezetés számára lényegesen felértékelődött a logisztika szerepe. A termelési és a marketing szerepkörök kibővültek a szállítással – immáron a fogyasztó megkívánja a helybe való szállítást. (Gubán Á. 2013, p. 256-258.)

5. A szolgáltatások korszaka

Innentől válik a dolog érdekessé. Tegyük fel, hogy van egy vállalatunk, amelyet az 1800-as években alapítottak. Végigment az összes létező korszakon, túlélte a világválságot, a világháborúkat. Gyárt egy terméket, teszem azt, mosógépet. A XX. század elején kiskereskedőkkel vettük fel a kapcsolatot, hogy a mi mosógépünket értékesítsék, majd reklámozni kezdtük az '50-es években, hogy nagyobb legyen a kereslet. Később tökéletesítettük, innovatívak voltunk, hogy a mi gépünk legyen az, amire egy háziasszony beruház. Hova tovább? Most váltsunk szerepet, és mondjuk azt, hogy fogyasztó vagyunk. Konkrétan egy huszonéves egyedülálló fiatal férfi, aki elköltözött otthonról egy városba, albérletben lakik. Az összegyűlt szennyes ruhát talán ha másfél hetente kell mosnia. Célszerű-e vásárolnia egy mosógépet, vagy menjen el inkább mosodába?

Látható a példán keresztül, hogy a vállalat nem csak terméket, de hasonló rendeltetésű szolgáltatást is nyújthat a fogyasztó számára. A különbség e kettő között a „*közvetítendő előny mértékén, illetve annak gazdasági és nem gazdasági költségein múlik, nem pedig azon, hogy azt az előnyt miképp juttatják el (szállítják) a vevőhöz.*” Ebből kifolyólag a logisztikai rendszerek szempontjából a szolgáltatásokról ugyanúgy beszélhetünk, mint a termelésről.

A vásárlók egyedi igényeinek kielégítése, a preferencia rendszereknek való megfelelés létrehozott egy új fogalmat, az egyéniesített tömegtermelés. Ez magában foglalja mind a testreszabás versenyelőnyét, mind a tömegtermelés költségelőnyét. Ez fellelhető az autó-, bútor-, elektronikaiparban is. Fontos előnyt jelenthet a termékek modularitása: a vásárlók igényeinek megfelelően a terméket egyszerűen testre szabhatjuk, csupán a felépülő egységek cseréjével.

A szolgáltatások térnyerésének egyik fő oka maga a gazdasági környezet. Míg egy termelői vállalat fenntartása jelentős tőkebefektetést igényel (gépjármű flotta, raktárak, gyártócsarnokok, stb.), addig ez egy szolgáltató vállalat esetén ennek töredéke lehet. Márpedig napjaink gazdasági kilátásaiban nem minden vállalkozó engedhet meg magának ekkora befektetést. Gondolok itt, akár a 2008-as recesszióra, olajár változásokra, nem beszélve az egyes országok unortodox gazdasági politikájáról. Azonban a szolgáltatások kitűnő támogatói lehetnek a termelő vállalatoknak. Az ellátási láncban való gondolkodás megköveteli a magasfokú kommunikációt a lánc egyes tagjai között – az Ostorcsapás-effektus elkerülése végett. Ezt az infokommunikációs technológiák mindennapivá váló eszközeivel tudják elérni. A vállalatok közötti EDI technológiák segít-

ségével a vállalatoknak minimális készletet kell csupán felhalmozniuk, ezzel csökkenthetik a logisztikai költségeiket. (Gubán Á. 2013, p. 259-262.)

A logisztikai korszakok áttekintéséből több következtetés is levonható.

- A kezdeti materiális termékek túlsúlyából eljutottunk az immateriális szolgáltatások túlsúlyáig. (Azonban ezek között logisztikai szempontból elenyésző különbség van.)
- A vállalat egyre több tudományágot alkalmaz: marketing, statisztika, optimalizálás, K+F, informatika...
- Ebből következik, hogy a vállalat szervezeti komplexitása is növekedett. A vezetői feladatok hatékony ellátására a menedzsment is külön tudományággá válik.
- Egyre több logisztikai költséget kell tudnia minimalizálni a vállalatnak, hogy piaci versenyelőnyhöz jusson.
- A fogyasztó igényeinek jelentősége növekedett, a vállalatok mindinkább ezen igények kielégítésére törekednek.

A szolgáltatások jellemzőit az alábbiak szerint foglalhatjuk össze (Heidrich B. 2006, p. 11-12.)

- Nem kézzelfogható: a szolgáltatás valamilyen materiális dologgal kapcsolatba hozható (okostelefon), de maga a szolgáltatást nem tudjuk fizikailag megérinteni (telefonálás). Ebből következően nem a fizikai eszköz számít, hanem a szolgáltatás hasznossága.



2. ábra: Termékek és szolgáltatások fizikai és non-fizikai elemei³

³ Forrás: Szolgáltatás menedzsment alapján saját szerkesztés

- Nem tárolható: a szolgáltatások előállítása mindig egybeesik a felhasználásával. Ezért fontos a kapacitástervezés, valamint a vevői igények pontos meghatározása.
- Szolgáltatás előállítása és fogyasztása egyszerre történik: a szolgáltatás folyamata effektíve a fogyasztó előtt történik. Gyártással ellentétben jobban látható, ellenben a „sor” végén nincs mindig minőségellenőrzés, így a minőség releváns része a folyamatnak.
- Könnyű piacra lépés: korábban már említett tényező, hogy a termelő vállalattal ellentétben, ahol az eszközök, épületek, berendezések megvásárlása jelentős befektetést igényel, addig (bizonyos) szolgáltatások ennek töredékéből is megvalósíthatók.
- Külső hatások: nagy hatással vannak a szolgáltatásokra – technológia, kormányzat, stb. – amelyek a szolgáltatások nyújtásának módját befolyásolhatják.

Eddig a vállalatokat kétféle módon különítettem el: egyrészt a termelő-, másrészt szolgáltató vállalatként. A szakirodalom azonban tevékenység alapján különíti el az egyes vállalat típusokat:

- i. alapanyagból terméket előállító tevékenység
- ii. félkész, ill. -késztermékhez értéket hozzáadó tevékenység
- iii. termékkel nem összefüggő, vagy termékben nem megjelenő tevékenység

Természetesen a fenti differenciáláson kívül léteznek kevert típusú szervezetek is. (Gubán Á. 2013, p. 264.)

A szolgáltatáslogisztika szempontjából a fejezet elején tárgyalt üzleti szempontból vett logisztika definíciója kulcsfontosságú szereppel bír. A későbbi fejezetekben még visszatérek rá, azonban már itt fontos tisztázni, hogy az „anyag” nem csak szigorúan vett materiális dologra utalhat. Szolgáltatások szempontjából vett „anyag” ugyanis lehet az autószerelőnél az autó, a meghibásodott alkatrész, ugyanakkor – ha immateriális anyagra gondolunk – lehet a könyvelőirodában a tanácsadás, a számítógépen tárolt könyvelés, adóbevallások, stb. Láthatjuk, hogy minden esetben „anyagról” beszélünk, mégsem ugyanaz a célunk velük (pl. csökkentjük az átfutási idejüket, a készletszintjüket minimálisan tartjuk), mint ahogy egy termelő vállalatnál. A cél utóbbi esetekben a vevő (ügyfél) és a (szolgáltató) szervezet közötti interakció hatékony irányítása. (Gubán Á. 2013, p. 267.)

A szolgáltatástípusokat két aspektus szerint csoportosítjuk. Egyrészt, hogy a vevő részt vesz a tervezési folyamatban, illetve lezárul, mielőtt a vevőhöz jutna; másrészt a végrehajtás során a fogyasztó aktívan, illetve passzívan vesz részt a szolgáltatásban. Ezek alapján 5 típust különböztet meg a szakirodalom, melyet saját példával fogok illusztrálni. (Gubán Á. 2013, p. 272-273.)

a. Fizikailag megjelenő termék típusú interakció

Okostelefon-vásárlás, amely során a designerek megtervezik a készülék kinézetét, a mérnökök a vállalat technológiai kapacitását felhasználva olyan készüléket alkotnak, amelyek gyorsak, keveset fogyasztanak, és minél több funkciót képesek ellátni. Ezek módosítására a vásárlónak utólag nincs lehetősége, ugyanakkor a tervezésben marketing-kutatások lévén beleszólt: így került az előlapra egy *selfie* kamera, ugyanis az analízisek kimutatták, hogy a vásárlók nagy hányada magát szeretné fényképezni.

b. Tiszta szolgáltatások

Tanulmányok folytatása egy iskolában, ahol az iskola, mint szolgáltató nyújtja a tudást tanárok közreműködésével. Az iskola határozza meg (bizonyos mozgástéren belül), hogy mit tanítson. Például az informatika szakos tanulóknak gépírást is oktatnak, hogy gyorsabban tudják elvégezni feladataikat a számítógépen. Ugyanakkor a tanulók is beleszólhatnak (újfent bizonyos mozgástéren belül) az oktatás folyamatába: ezért jelentek meg a különböző aktív tanítású módszerek, mint az érvelés, csoportmunka, szavazás, vita, hogy jobban lekössék az új generációk figyelmét. Kiegészítve ezt az infokommunikációs eszközök – projektor, interaktív tábla, órai internethasználat – használatával.

c. Szolgáltató által meghatározott kész szolgáltatások

Mozgókép megtekintése egy filmszínházban, avagy filmnézés a moziban. Nem mondhatjuk meg a filmgyártóknak, hogy egy olyan filmet szeretnénk, ami erről és erről szól, ők játszanak benne, itt forgassátok. Ezt ők döntenek el, a nézők, mint kritikusok szerezhetik, vagy nem. Azonban, ha úgy dönt az emberiség, hogy holnaptól nem mennek moziba, nem vásárolnak DVD-, vagy Blu-ray filmet, nem kölcsönzik ki a Google Playről, nem fizetnek a Netflixnek, csak a torrentet használják, akkor oda jutunk, hogy megszűnik létezni egy iparág, nevezetesen a filmipar, vele együtt a mozik is bezárnak.

d. Vevő által irányított szolgáltatások

Tetoválás „varratása” egy szalonban. Mindig is szerettem volna egy őrnagyi rangot ábrázoló tetoválást (a vezetéknevemből kifolyólag). Bemegyek a tetováló szalonba, én mondom meg, hogy milyen mintát szeretnék magamra tetováltatni, én döntöm el,

hogy milyen színű legyen, és hogy testem mely felületén helyezkedjen el a minta. Számomra lényeges továbbá, hogy a szalon minden hatósági engedéllyel rendelkezzen, steril eszközökkel dolgozzon, és hogy számlát/nyugtát is tudjon adni az nyújtott szolgáltatásról. Ha e feltételeim közül legalább egy kivétel van, akkor az nem erősíteni fogja a feltételrendszeremet, hanem más szalon után nézek.

e. Lehetetlen szolgáltatások

A Szerencsejáték Zrt. új programot indít, melyben egyik szolgáltatásukat szeretnék marketing eszközökkel népszerűsíteni. Ennek keretében minden fiatalokú személyek árkedvezményt kap a TippMix fogadásokért. Ez lehetetlen szolgáltatás, mert a 18 éven aluliak jogilag semmiféle szerencsejátékban nem vehetnek részt.

		TERVEZÉS	
		Lezárul, mielőtt a vevőhöz jutna	A vevő interaktívan részt vesz a folyamatban
VÉGREHAJTÁS	A vevő passzívan vesz részt	Fizikailag megjelenő termék (<i>okostelefon</i>)	Lehetetlen szolgáltatás (<i>kedvezmény szerencsejátékra fiatalokúaknak</i>)
	A vevő aktívan vesz részt	Szolgáltató által meghatározott kész szolgáltatás (<i>mozizás</i>) Vevő által irányított szolgáltatás (<i>tetováló szalon</i>)	Tiszta szolgáltatások (<i>iskolai tanulmányok</i>)

1. táblázat: Szolgáltatás típusok⁴

Korábban említettem, hogy a termelő vállalat egy szolgáltató vállalattól vásárol „anyagot”. Dönthet úgy, hogy azt a bizonyos szolgáltatást nem mástól szerzi be, hanem maga állítja elő, ugyanakkor napjainkban inkább az első mondatban vázolt esemény történik. Ekkor beszélünk *outsourcing*-ről, azaz kiszervezésről. Ennek specifikus változata a logisztikai *outsourcing*, mikor a vállalat logisztikai folyamatának végrehajtásához egy független szervezettől szolgáltatást vesz igénybe. (Gubán Á. 2013, p. 277.) A legnagyobb ilyen kiszervezés jelenünkben éppen a logisztika. Ugyanakkor a könyvelés, az informa-

⁴ Forrás: Logisztika felvetések, példák válaszok alapján saját szerkesztés

tika, a karbantartás, a gondnokság mind-mind ilyen outsource-olható szolgáltatássá vált a vállalatok részére. Célja természetesen a sokat emlegetett költségcsökkentés. Ugyanis sok esetben gazdaságosabb, ha a vállalat egy külső (független) szervezetre bízta az adott folyamatot, semmint maga vásárolna eszközöket, venne fel ember állományt a feladatok ellátására.

2.3. MODELLEZÉS, SZIMULÁCIÓS MODELLEK

Az emberi gondolkodás hátránya, hogy hajlamosak vagyunk érzelmeinket is belevonni a munkafolyamatainkba. Ilyenkor szubjektív döntéseket hozunk, amelyek a gazdasági folyamatok tervezése során a nem megfelelő megoldáshoz vezethet. A folyamatok optimális működéséhez tehát objektív döntésekre van szükség – ehhez elengedhetetlen a matematikai és informatikai eszközök használata. Ezek olyan a területek, melyek nem a folyamatok, esetünkben a szolgáltatási folyamatok vezetését/irányítását fogják végezni, csupán kiszolgálják, javítják, valamint feltárják a problémákat, támogatást nyújtva a felső vezetés számára. A hangsúly a döntés előkészítésen van, hisz a feladat nem egy konkrét probléma megoldása, hanem a probléma elemzése, majd javaslattevés a döntéshozatal számára. Ehhez a technikai analízishez van szükség az operációkutatás tudományághoz. A megfogalmazott javaslat nem minden esetben hoz egyértelmű eredményt, leggyakrabban közelítő értékekkel szolgálhatnak, vagy különböző feltételekkel meghatározott megoldások születhetnek. (Hillier, F. S. – Lieberman, G. J. 1994, p. 25.) E vizsgálatok során a gyakorlati megoldás az elemzés csupán kis hányadát teszi ki. Az idő nagyobb részét a matematikai modell felépítésére, a belőle eredő megoldások kipróbálására és ellenőrzésére, valamint azok gyakorlati életbe való áthelyezésére használjuk fel.

Az első lépés a cél meghatározása. Meg kell találnunk a döntéshozatalban azt a személyt, aki az adott kérdésnek a legjobb ismerője. Az ő közreműködésével kell az elérni kívánt célt vagy célokat feltárni. Ezt követheti a rendszerezés, hogy „*azonosítsuk azokat a végső célokat, amelyek az összes többi célt is magukba foglalják*”. (Hillier, F. S. – Lieberman, G. J. 1994, p. 26.) Nem egyszerű a feladat, hiszen a terület önmagában az egész szervezet gazdasági javításával foglalkozik. Ugyanakkor, ha ez így van, a felvázolt célok sokasága elfedi a valós probléma megoldására törekvő szándékot. Meg kell hát találnunk azt a *status quot*, amely egyaránt szolgálja az intézmény vagy vállalat egészének fejlődését, és az adott szervezeti egység problémáját. A célok közt prioritást kell tennünk és a vizsgálatot addig mélyíteni, amíg ezek a vállalat főbb folyamataival még

kellő összhangban vannak, nem torzulnak más, mellékfolyamatok által. Azt az esetet, mikor nincsenek egyedülálló jó megoldások, hanem azt csak többféle eljárás útján érhetjük el, ún. szuboptimalitásnak nevezzük. Ennek elkerülése érdekében célszerű egyetlen hosszú távú célt kikötni. Ez egy profitorientált szervezet esetén lehet a haszon maximalizálása, egy szolgáltató esetén a szolgáltatás színvonalának növelése. Gondolhatnánk, hogy ezzel egyszerűen elvégezhetjük a modell felállításának első fázisát. Hisz egy adott hosszú távú cél megfelelő lehet a vállalat egészére nézve, függetlenül a szervezeti egységektől. Ugyanakkor a számos cél leegyszerűsítése egyetlen, mindenekfelett állóra túlzott magabiztosságról adhat számot. Meglehet, hogy olyan célok, mint az átfutási idők csökkentése, készletek mennyiségének csökkentése, ügyfél elégedettségi szint növelése mind-mind összeegyeztethető egy hosszú távú céllal, „*de a kapcsolat elengedően homályos ahhoz, hogy esetleg kényelmetlen legyen ezeket a célokat belefoglalni az említett egyetlen célba.*” (Hillier, F. S. – Lieberman, G. J. 1994, p. 26.) Érdemes megjegyezni, hogy az eddig tárgyalt mikroökonómiai célokon kívül figyelembe kell venni a szervezet kapuin kilépő, makroökonómiai célokat is, melyeket bizonyos esetekben célszerű megvizsgálni. Mindent egybevetve a vállalat hatással van a tulajdonosokra, az alkalmazottakra, a vevőkre, a kereskedőkre, valamint az adott országra.

A probléma feltárása és az elérendő cél(ok) meghatározása után felállítjuk a modellt, amely előbbieket összességében úgy megfogalmazva, hogy az alkalmassá váljon a matematikai elemzésre. Mikor a „modell” szóra gondolunk, nem feltétlenül asszociálunk a matematikai modellekre, hisz modelleknek nevezzük a járművek méretarányos makettjeit, a képalkotás (festés, rajzolás) alanyait, vagy akár a különböző számítógépes szimulációkat. Ezek mind azt a célt szolgálják, hogy a visszaadják a róluk készült eredeti dolog egy kézzel fogható, jobban szemügyre vehetőbb képét. Ez persze lehet csupán ék is egy teremben, mint egy repülőgépmodell, vagy egy festmény, ám bizonyos makettek (építményeké) vagy szimulációk (földrengés esetére) már egy konkrét probléma megoldására születnek, reprezentálva a jövő egy lehetséges kimenetelét. Hasonló módon születnek a matematikai modellek is. A cél itt is egy kérdés leegyszerűsítése, kézzel foghatóbbá tétele, annak érdekében, hogy a szakértők segítségével megoldást találjanak a problémára.

„A modellezés célja egy olyan, a valósághoz »hasonló«, de egyszerűbb folyamat leírása, amelynek segítségével az eredeti folyamat vizsgálhatóvá válik. [...] a modelleket mindig egy adott cél érdekében hozzuk létre. Egy adott folyamatnak többféle modellje is létezhet...” (Gubán Á. 2013, p. 277.)

Láthatjuk a fogalmi meghatározásból, hogy elengedhetetlen a modell létrehozásához a cél megfogalmazása. Egyszerűsítésre azért van szükség, hogy a modell felállítása után egzakt képet kapjunk a problémáról annak érdekében, hogy tudjunk matematikai eszközöket alkalmazni. Szükség lehet például a szubjektív adatok számolásra alkalmasá tételére, vagy a különböző mértékegységű számadatok egységesítésére. Matematikai modell esetén nem egy kép, makett, vagy videó, hanem matematikai jelek és szimbólumok fejezik ki a modellt. A következőkből állhat:

- i. Döntési változók: adott számú döntést reflektálják, ezek értékét kell meghatározunk, például az egyes termékek költségei.
- ii. Célfüggvény: a hatékonyság összetett mérőszámát, mint a döntési változónak a függvénye fejezi ki, például a költség minimalizálása.
- iii. Feltételek: a döntési változókra kivethető kényszereket kifejezhetjük matematikai egyenletekkel vagy egyenlőtlenségekkel, például az adott termék költsége legfeljebb bizonyos összegű lehet.
- iv. Bemeneti paraméterek: a feltételekben szereplő együtthatókat (vagy jobb oldalakat) nevezzük így, például a korábban említett bizonyos összeg.

A matematikai modelleknek többféle előnye is van. A legnyilvánvalóbb, hogy a problémát röviden mutatja be, így könnyebben felfedhetővé válnak az ok-okozati összefüggések, ha netán további adatokra lenne szükség az analízishez. A feltételeknek köszönhetően az összes kapcsolatot egyszerre kell figyelembe vennünk. Segítségével nem csak mi magunk, de akár számítógépes programok segítségével is megoldhatjuk az adott problémát, amire komplexebb modellek esetén szükség is van.

Egy modell létrehozásakor leegyszerűsítjük az adott folyamatot, hogy az megoldható legyen. Az eredeti probléma végtelen sok ismérvvel rendelkezhet, a gyakorlatban csak véges sokat tudunk figyelembe venni. Ugyanakkor ezt úgy kell megtennünk, hogy az a modell kellő pontossággal jósolja meg a folyamatok lehetséges lefolyásának menetét. Az egyszerű modellünket aztán bővítjük evolúciós úton a részletesebb modellek felé, „*amelyek a valóságos probléma bonyolultságát egyre közelebb hozzák (pontosabban tükrözik).*” Ezt rekurzíve addig folytassuk, amíg a modellünk kezelhető marad. E tevékenység során tehát folyamatosan monitoroznunk kell a kezelhetőség és pontosság közötti egyensúlyt. (Hillier, F. S. – Lieberman, G. J. 1994, p. 27.)

Szükség lehet az egyes modellek összehasonlításának lehetőségére, hogy így bizonyosodjunk meg az adott megoldás alkalmazhatóságáról. Ez logisztikai modellek ese-

tén az anyagáramlási rendszerek sajátosságaiból következik, hogy azok közvetlenül nem összehasonlíthatóak. Ezért is használ a szakirodalom egy csoportosítási rendszert, ezek megkülönböztetésére, annak érdekében, hogy mely értékelési módszereket kell az összevetés során használnunk. (Gubán Á. 2013, p. 296-297.)

- Teljesítmény-alapú értékelés: anyagáramlási folyamatok ráfordításai elemezhetőek, azonban nem veszi figyelembe az anyagmozgató eszközök passzív tevékenységeit.
- Idő-alapú értékelés: a termékek átfutási ideje vizsgálható vele, mikor cél a műveleti idők csökkentése az anyagáramlás során. Anyagmozgató eszközök hatékonyságáról indirekt ad információt.
- Eszköz-teljesítőképesség alapú értékelés: teljesítmény-alapú értékeléssel ellentétben itt az anyagmozgató eszközök elemzésén van a hangsúly, így például *„optimális anyagáramlási teljesítmény előállítása esetén előnyös.”*
- Eszköz-kihasználtság alapú értékelés: az anyagmozgató eszközök kapacitásainak elemzésére szolgál. Használata akkor javasolt, mikor e kapacitások kihasználásának a maximalizálása a cél.
- Költség-alapú értékelés: az anyagáramlás egyes feladatainak költségeit értékeli. Ebben az esetben a cél, hogy e költségeket minimalizáljuk.

A felállított modellhez tartozó feladat megoldása tulajdonképpen a legkönnyebb része az eljárásnak, ha létezik megoldási algoritmus. Rendszerint egy standard algoritmus kiválasztásával megoldható a feladat ezen része. Elérni kívánt eredmény, hogy a megoldás optimális legyen. Azonban ezt csak remélhetjük, hogy bekövetkezik; legtöbbször közelítő eredményeket adnak az egyes modellek. Miért van ez így? Mivel a felállított algoritmusok egy ideális állapotot írnak, majd azt oldják meg. A valóság, azonban kevésbé ilyen utópisztikus, mivel megannyi olyan bizonytalan lehetőség adódik, amivel a modell készítői nem számoltak. Egy jó modell esetén viszont kaphatunk az optimális megoldáshoz közeli eredményt. (Hillier, F. S. – Lieberman, G. J. 1994, p. 28.)

A modell létrehozása és az abból következő megoldáshoz hozzátartozik ezek ki próbálása. Nem csak a megoldást kell kiértékelnünk, hanem magát a modellt is. A kiértékelés abból áll, hogy megtudjuk *„elegendő pontossággal jelzi-e előre a különböző cselekvéssorozatok viszonylagos hatását ahhoz, hogy megalapozott döntést tegyen lehetővé.”* (Hillier, F. S. – Lieberman, G. J. 1994, p. 29.) Az ellenőrzés folyamatos fenntartása kiemelkedő szereppel bír, ha a modellünket többször is használjuk, ugyanis a több-

szőr végrehajtott eljárásoknak köszönhetően statisztikailag is kiszűrhetjük a modellben vétett hibákat. Továbbá ügyelnünk kell a bemeneti paraméterek változására is, hogy azt a modellben korrigálni tudjuk. (Hillier, F. S. – Lieberman, G. J. 1994, p. 30.)

Végső lépés a kapott megoldás megvalósítása. Ez szintén a kezdeti probléma fel-tárásához hasonlóan a döntéshozattal történik. A döntéshozatal számára kell bemutatni a kapott eredményeket, majd javaslatot tenni annak használatára. Ha ez megtörtént, a fe-lelősségek megosztása után megtörténhet a szükséges cselekvéssorozat elkezdése. Ter-mészetesen a továbbiakban is felügyelni kell a felállított modellt, hogy az a gyakorlat-nak megfelelően működjön. Szem előtt kell tartanunk, hogy az eljárás minden fázisa dokumentálva legyen, annak tudatában, hogy amit elértünk, megismételhető legyen bármikor. (Hillier, F. S. – Lieberman, G. J. 1994, p. 30.)

3. A FLUIDUM-ÁRAM RENDSZEREK

Az előző fejezetek során áttekintésre került a logisztika fejlődésének történetét, bemutattam a szolgáltatási folyamatok fontosságának növekedését, annak jellemzőit, végül a matematikai modellezés metódusát írtam le a megfelelő szakirodalom alapján. A modellezés, valamint az abból következő optimalizálás a múlt században jellemzően csak a termelő szervezetek hatékonyságát javította. Azonban ma már szükségessé vált efféle optimalizálás a szolgáltató szervezetekre is. Nem feltétlenül materiális anyag áramlik a logisztikai folyamat során, hanem információ, az mégis egyfajta anyagáramlás, amit modellezhetünk, szimulálhatunk. Erre azonban nem létezik még olyan matematikai fogalmi rendszer, amely segítségével számítógépes szimulációt egyszerűen fel lehetne írni. E matematikai standard megalkotását tűzte ki célul maga elé a Budapesti Gazdasági Főiskola kutatócsoportja, mely a LOST in Services kutatási projekt keretein belül. A projekt eredményeit felhasználva fogom továbbiakban szakdolgozatomat folytatni. Ebben a fejezetben szeretném tisztázni a matematikai modell megértéséhez szükséges fogalmakat, definíciókat. A könnyebb megértés érdekében törekedtem életszerű példákkal illusztrálni a magyarázatokat.

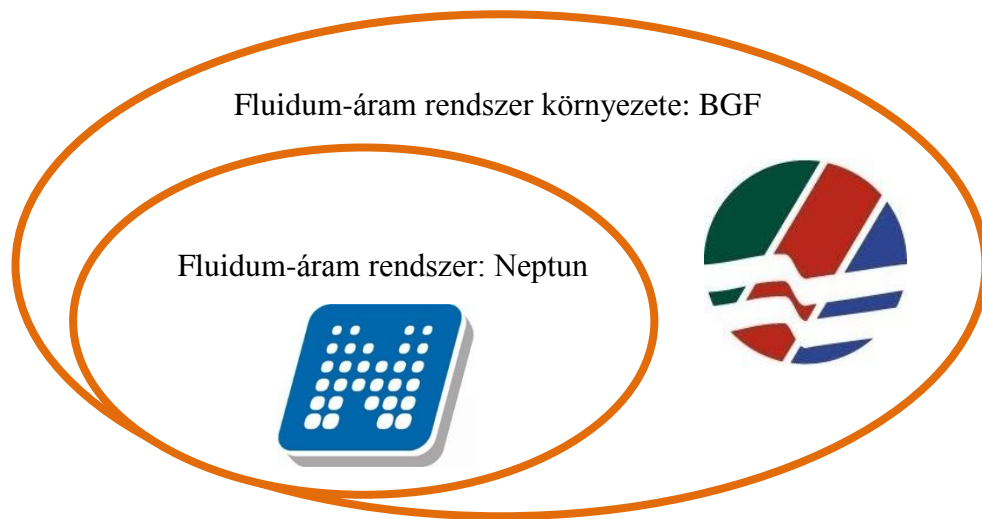
Dolgozatom címében is szereplő, **áramlás** alatt fizikai és nem fizikai javak tér-, idő- és állapotbeli változását értjük. Az (anyag)áramlás a logisztika fontos részét képezi, lásd a logisztika Cselényi-féle definíciója (p. 4.).

Következő fogalom, maga a fejezet címben is szereplő **fluidum**. A fluidum általában anyagot jelent, de a mi esetünkben a szolgáltatási folyamatok szempontjából is fontos, kézzel nem fogható anyagokat is magában foglalja. Így fluidum lehet egy bútor, vagy számítógép komponens, de akár adat, információ is, vagy egy szolgáltatás is (pl. tetováltatás). A fogalomrendszerben FS -nek (*Set of Fluidum of System*) jelöljük a rendszerben lévő fluidumok rendezett halmazát. Az f fluidumhoz kölcsönösen hozzárendelhetünk egy természetes számot, mely az elemszámát fogja jelölni. Tehát például $FS = \{alaplapp, SSD, CPU, memória\}$, a hozzárendelt értékek $\{1;2;3;4\}$, akkor az $f = 3$ a processzort fogja jelölni. A fluidum az áramlás során a természetes számok halmazán értelmezett súllyal is fog rendelkezni, mely utalhat a mennyiségére, méretére, prioritására, stb. Az említett példánkban a súly jelölheti a számítógépbe szerelés sorrendjét.

Fluidum-áram rendszere (*Fluidum flow system, FFSy*) alatt egy tevékenységnek vizsgálati tárgyát képező véges sok elemét értjük. Ez a rendszer önmagában nem létezik, egy környezet magába foglalja, amellyel egymásra kölcsönhatással vannak. Ezért a vizsgálat során figyelembe kell vennünk nem csak a rendszer, de magának a környezetnek a sajátosságait is. A fluidum-áram rendszerre az alábbi attribútumok vonatkoznak a szakirodalom szerint:

- átfutási idő (Δt)
- minőség (q)
- erőforrás gazdaságosság (c)

A már említett **Fluidum-áram rendszer környezete** (*Fluidum flow environment, FFE*) azon objektumok, illetve elemek halmaza, mely közvetlen kapcsolatban van a fluidum-áram rendszer minimum egy elemével. Példának tekinthetjük fluidum-rendszernek az érdemjegyek halmazát. Ezek súlya maga az érdemjegy értéke. A fluidum-áram rendszere a Neptun rendszer, a Fluidum-áram rendszer környezete pedig az adott felsőoktatási intézmény. Ábrán szemléltetve az alábbi módon néz ki a rendszer.



3. ábra: Rendszer és környezete⁵

A következő fogalom pontos megértéséhez definiálnunk kell a **transzformáció** fogalmát. Transzformáció alatt értjük az egy csomópontban végezhető műveletek, eljárások összességét, úgy mint az új elem létrehozása, törlés, tárolás, szétválasztás, egyesítés. „Az olyan transzformációt, ahol az input típusa nem egyezik meg az output típusával **típus-transzformációnak** nevezzük.” (Kása R. 2015, p. 9.) Példának okáért, mikor a

⁵ Forrás: LOST in Services kutatás alapján saját szerkesztés

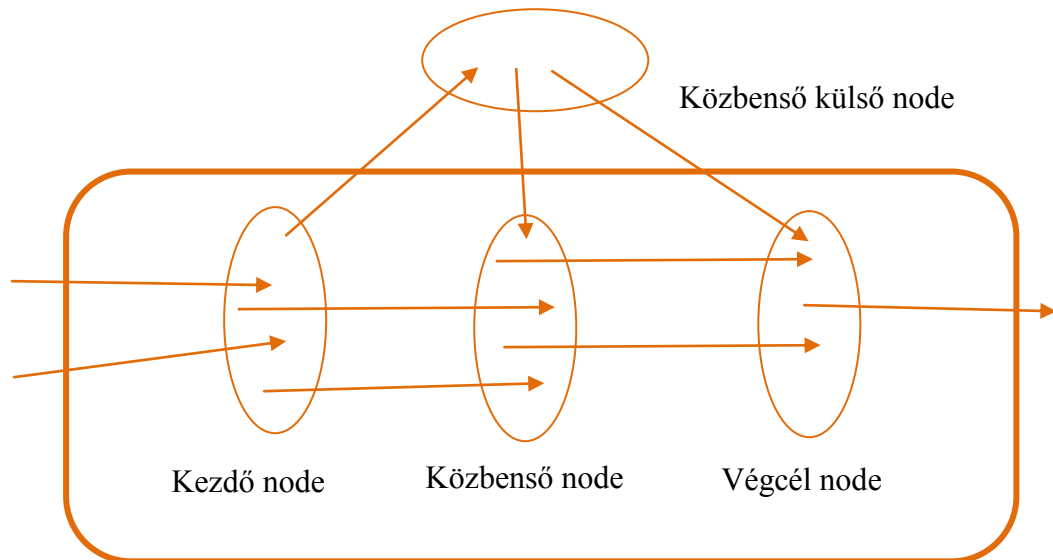
hallgató eredményeiről szemeszter végén átlagot számítanak, akkor az input a természetes számok halmazán, az output viszont már a racionális számok halmazán van értelmezve.

A soron következő nagyobb fogalom a **node**. Node-nak nevezzük azon elemeket, melyeken a fluidum áthalad, és szükség szerint transzformálódhat. A node-ok attribútumokkal és viselkedéssel egyaránt rendelkeznek. Korábbi példánál maradva, node lehet a Neptun hallgatói felülete, amellyel a diákok monitorozhatják kapott eredményeiket. Ha a látottak alapján kapott érdemjegüket kifogásolják – például a szóbeli értékelő lapon lévő eredmény nem egyezik meg a Neptunba beírt eredménnyel –, akkor a hallgató jelezheti a problémát, ő maga nem módosíthatja azt. Ez esetben a felhasználó csak közvetve van hatással a fluidumra, súlyát ő maga nem módosíthatja. Node az oktatói felület, ahol van lehetőség a jegyeket „felvinni” a Neptun rendszerbe, azok a hallgató kérésére módosíthatók, ha a tanár méltányosnak találja a módosítási kérelmet. További node-ok lehetnek az oktatást támogató szervezetek hozzáférései, mint a tanszékek és a Tanulmányi Hivatal, mely megtekintheti a hallgatók érdemjegyeit, átlag, illetve ösztöndíj index számítás céljából. Ők nem módosíthatnak a jegyeken, de rajtuk is keresztülhalad az érdemjegy.

A node-okat osztályokba soroljuk, ezekből négyet különböztetünk meg:

- i. p jelöli a **kezdő (input) node**-okat, melyekbe érkező fluidumok nem tartoznak a rendszerhez, legfeljebb annak környezetéhez. A node-ba érkezés előtti út a vizsgálat szempontjából közömbös. Például input node az oktatói felület, illetve maga a jegyek felvitele a Neptun rendszerbe. A jegy korábban is létezett, azonban az az oktatási rendszeren kívül, csupán vizsga-, vagy zárhelyi dolgozat, illetve szóbeli felelet eredményeként. A p node elemszámát egy n változóval jelöljük; megkülönböztetés céljából alsó indexben a node jelével, tehát: n_p . Esetünkben input node elemszáma lehet az adott intézményben oktatói jogsultsággal rendelkező neptun-felhasználók száma.
- ii. s jelöli a **közbenső külső (interstitial external) node**-okat, amelyek nem tartoznak a rendszerhez. Ugyanakkor a fluidumot transzformálhatják. Ide sorolhatjuk a Tanulmányi Bizottság (TB) hozzáférését, amely dönthet egy folyamat megállításáról (például nem támogat egy kérvényt), vagy épp egyszerűsítheti kedvező döntésével a folyamatot. Elemszámát jelölje n_s , mely példánkban megadhatja a TB hozzáféréssel rendelkező felhasználók számát.

- iii. b jelöli a **belső (internal) node**-okat, melyeknek lehet bemenő, illetve kimenő fluiduma. Például az oktatásszervezési egységek az ösztöndíjak megállapításához kiszámolja a hallgatók ösztöndíj indexét, amennyiben lehetséges, mivel nem teljesített tárgy esetén nem jár ösztöndíj. Elemszámát jelölje n_b , mely jelentheti például az ösztöndíjra jogosult hallgatók számát.
- iv. o jelöli a **végcél (output) node**-okat, melyekből kiinduló fluidumok már nem tartoznak a rendszerhez, legfeljebb a környezethez, így további útját nem vizsgálhatjuk. Ilyen node lehet egy szemeszter lezárása, miután lement az összes vizsga, illetve vizsgakurzus. Megállapították a megfelelő számtani közepeket, ezután az érdemjegyek módosítására nincs lehetőség, legfeljebb a képzés befejezésénél lehet rá szükség. Elemszámát jelölje n_o , mely jelentheti az adott szemeszterben lezárt aktív félévű hallgatók számát.



4. ábra: A rendszer node-jai⁶

A node-ok megkülönböztetésére vezessünk be egy általános jelölést.

\mathcal{N}^y az y osztályú node-ok halmazát jelöli, ahol $y \in \{p, s, o, b\}$. Az y tehát jelöli a korábban meghatározott node osztályokat. Jelölésnél nagyon egyszerűen az y helyére az adott osztály jelét kell behelyettesítenünk, pl. \mathcal{N}^p jelöli a kezdő node-ok halmazát.

Ha a node halmazon belül egy adott elemre is hivatkozhatunk az alábbi jelöléssel:

$$N_i^y \in \mathcal{N}^y, i \in \{1; \dots; n_y\}$$

⁶ Forrás: LOST in Services kutatás alapján saját szerkesztés

Ekkor az y jelöli az adott node osztályt, i jelöli a node osztályon belüli elemet. Korábbi példából kiindulva, mikor a kezdő node az oktatói jogosultsággal rendelkező felhasználókat jelentette, az i ebből a node-ból egy adott felhasználót jelöl, pl. N_3^p .

A node osztályoknál már említett elemszámok megadhatók az alábbi módon:

$$|\mathcal{N}^y| = n_y,$$

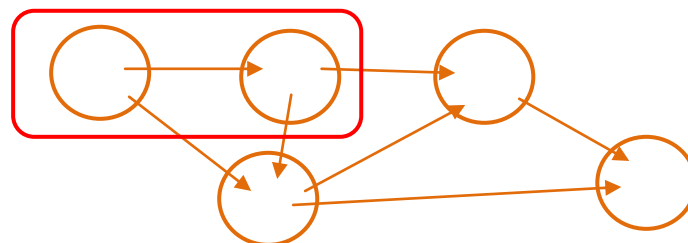
ahol y az adott node osztályt jelöli. Ebből megkaphatjuk a rendszer összes node-jainak elemszámát: $n = n_p + n_s + n_o + n_b$.

Soron következő definíció az **áthelyezés**, mely egy fluidum egy node-ból egy másik node-ba történő rendelését jelenti. A példa alapján ez az áthelyezés több node-nál egyszerre fordulhat elő, ugyanis mikor egy érdemjegy felvételre kerül a rendszerben, az láthatóvá válik minden felületen, akik a megfelelő hozzáféréssel rendelkeznek.

User-nek nevezzük a node transzformációihoz, áramlásához szükséges erőforrása-
it. (Ezek nem csak emberi erőforrások lehetnek.) Egy user több node-hoz is kapcsolód-
hat, és *vice versa*. A user feladatai a transzformációkhoz kapcsolódnak, tevékenységei a
következők lehetnek: tervezés, szervezés, irányítás, koordinálás, végrehajtás, felügyelet.
 U jelöli a rendszer user-jeinek halmazát. Egy adott node user-jeit az alábbi módon jelöl-
hetjük: $U_{N_i^y} \in U$. Ahol az index jelöli a megfelelő node-ot.

Végül három definíciót szeretnék bemutatni, melyek tulajdonképpen egymásból épülnek fel.

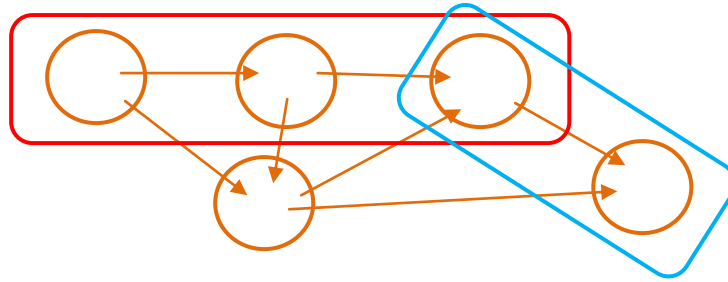
- a) **Fluidum áram (fluid flow, FF)** alatt a fluidum egy node-ból egy másikba tör-
ténő áthelyezését nevezzük. A fluidum áram két attribútummal rendelkezhet,
egyrészt a továbbítás időtartamáról (az az idő, amely alatt a fluidum a két node
közt halad), másrészt a fluidum súlyáról, mely csak a node-ban változhat. Jelöl-
lése: $(f, N_i^{y_1}, N_j^{y_2})$.



5. ábra: Fluidum áram (FF)⁷

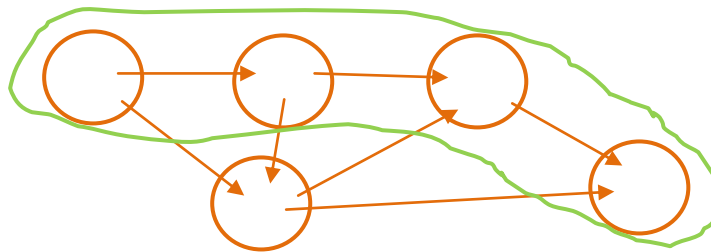
⁷ Forrás: LOST in Services kutatás alapján saját szerkesztés

- b) **Fluidum áram szekvenciának** (*fluid flow sequence, FFSe*) nevezzük a fluidum áramok rendezett sorozatát. Tehát a *FFSe* több *FF*-ből épül fel.



6. ábra: Fluidum áram szekvencia (*FFSe*)⁸

- c) **Fluidum stream** (*fluid stream, FSt*) alatt a fluidum áram szekvenciák rendezett sorozatát értjük. Korábbihoz hasonlóan a *FSt* több *FFSe*-ből épül fel.



7. ábra: Fluidum stream (*FSt*)⁹

Ezzel körbe is jártuk a szolgáltatási folyamatok modellezésének megértéséhez szükséges főbb definíciókat és fogalmakat.

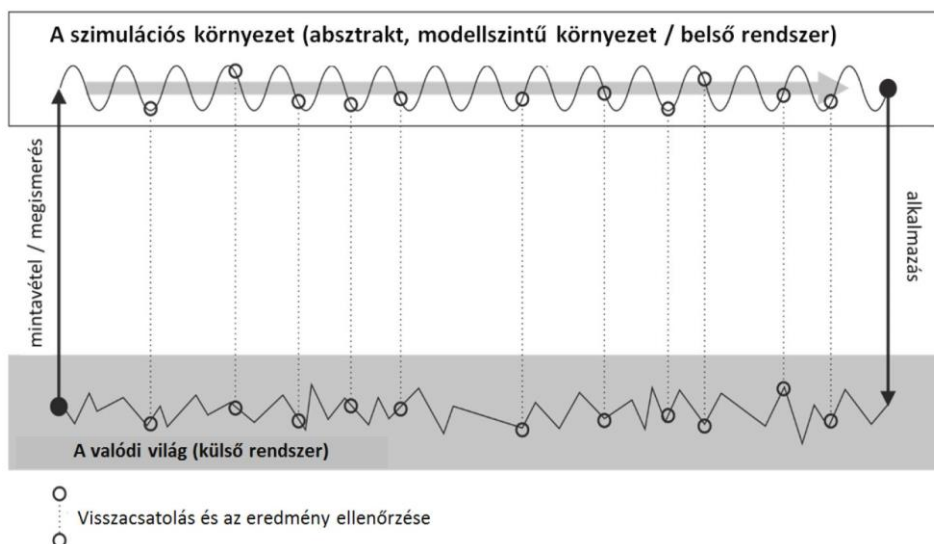
⁸ LOST in Services kutatás alapján saját szerkesztés

⁹ LOST in Services kutatás alapján saját szerkesztés

4. A LOGISZTIKAI FOLYAMATOK MODELLEZÉSE

4.1. A FLUIDUM-ÁRAM RENDSZER MODELLJE

Most, hogy a korábbi fejezetben megismertük a fluidum-áram rendszerek alapfogalmait, felépíthetjük annak matematikai modelljét. A modellezés általános lépéseit követve tesszük mindezt, azzal a céllal, hogy egy olyan modellt hozzunk létre, amely általánosan ír le egy adott problémát, és az a későbbiekben specifikus feladatokra használható legyen. Továbbá cél, hogy ez a modell implementálható legyen számítástechnikai-informatikai eszközökbe, hogy azok segítségével kaphassuk meg az optimális fluidum áramlást, meghatározhatók legyenek a felesleges elemek és kritikus folyamatok. Annak érdekében, hogy egy általános modellt kapjunk csak bizonyos mélységig szükséges a modellt részletezni, tovább már nem. (Gubán M.-)



8. ábra: A modell és a valóság viszonya¹⁰

A rendszert a node-ok, azok közti fluidum áramok, valamint a node-okhoz kapcsolódó adatok és tranzakciók fogják alkotni. Ezt a rendszert az analízis során adottnak vesszük. A modell elkészítése előtt megfogalmazandó cél az, hogy a rendszerbe bemenő fluidumok megfelelő mennyiségben és minőségben eljussanak a kezdő node-tól a végcél node-ig. Ezt az áramlást optimálisan kell megtenniük, melyhez a célfüggvény lesz segítségünkre. (Gubán M. – Hua Nam Son 2014, pp. 61-75.) Látható, hogy a modellezés a korábban leírtak szerint kezdődik, annyi különbséggel, hogy itt még nincs konkrét cél meghatározás, hisz csak egy általános modellt írunk le.

¹⁰ Forrás: (Gubán M. – Hua Nam Son 2014, pp. 61-75.)

A modell felépítését három fázisba sorolhatjuk (Gubán M. – Hua Nam Son 2014, pp. 61-75.):

- I. lépés: a modellhez kapcsolódó ismert és ismeretlen adatok összegyűjtése. Előbbi lehet a rendszer működéséből származó adatok, melyek a meglévő folyamatok vizsgálatából megállapíthatók (például szolgáltatások átfutási ideje, vagy hozzáféréssel rendelkező felhasználók száma). Utóbbi a folyamat javításához szükséges adatok, amelyeket ezután kapunk meg (például kritikus node-ok).
- II. lépés: a modell vázát is adó feltételrendszer megadása, amely az ismert és ismeretlen adatok közötti összefüggések felírásából adódik.
- III. lépés: célfüggvény felírása, mely szükséges az optimalitás eléréséhez. A célfüggvény szintén a modell vázát fogja alkotni.

A node osztályok számát az előző fejezet nyomán n_y -nal jelöljük, ahol $y \in \{p, s, o, b\}$ jelöli az adott node osztályt. A node-okat egy i változóval fejezzük ki, mely 1-től n -ig vehet fel egész értéket ($i \in \{1, 2, 3, \dots, n\}$), ahol n a rendszer összes node számát jelöli ($n = n_p + n_s + n_o + n_b$). A rendszer node-jait tehát nem csak négy osztályba soroljuk, hanem azoknak egy „sorszámot” is adunk, a pontos megkülönböztetés és számolás megkönnyítése érdekében. Például a legelső node-ot értelemszerűen n_1 -gyel jelöljük, a harmadikat n_3 -mal, stb. az utolsót n_{12} -vel, ha a rendszer 12 node-ot tartalmaz. (Nyilván nem lehet több indexszám, mint ahány node-unk van a rendszerben.)

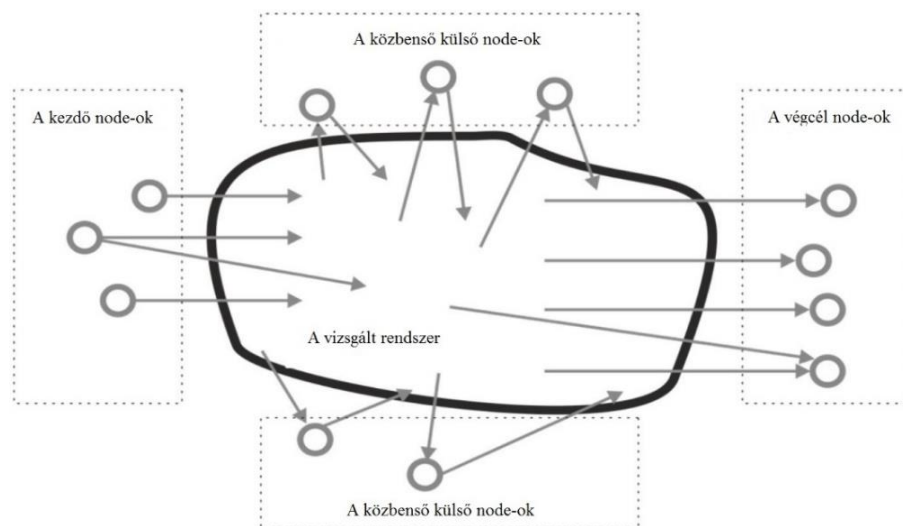
Ha ezt tisztáztuk, akkor a következő összefüggéseket kapjuk (Gubán M. – Hua Nam Son 2014, pp. 61-75.):

- Ha $i \in \{1, 2, 3, \dots, n_p\}$, akkor kezdő node, mivel az i legfeljebb a kezdő node-ok számát veheti fel értéknek.
- Ha $i \in \{n_p + 1, n_p + 2, \dots, n_p + n_s\}$, akkor közbenső külső node, mivel az i értéke magában foglalja már az egyel előtte lévő kezdő node osztály elemszámát is, ennél fogva n_p -hez hozzáadva a közbenső külső node osztály adott sorszámát, megkapjuk a teljes rendszerben lévő sorszámot. Például a kezdő node-ok száma 3. Vizsgálom a közbenső külső node-ok közül a 2.-at, tehát a rendszer összes node-jából vizsgálom az $3+2=5$ -et.

- Ha $i \in \{n_p + n_s + 1, n_p + n_s + 2, \dots, n_p + n_s + n_o\}$, akkor végcél node, hasonlóan az előzőek szerint. Itt már a közbenső külső node-ok számát is hozzáadjuk az indexhez.
- Ha $i \in \{n_p + n_s + n_o + 1, \dots, n\}$, akkor rendszer belüli node. Az eljárás hasonló az előzővel, itt már a rendszer összes node számát kapjuk meg.

Térjünk át a fluidumok jelölésére. Jelölje m a lehetséges fluidumok számát, ekkor $f \in \{1, 2, 3, \dots, m\}$. Jelölje továbbá F_i^y az i . adott $y \in \{p, s, o, b\}$ node osztályon megjelenő F fluidum mennyiségét. A korábbiakban leírtak szerint továbbra sem kell a „mennyiséget” szó szoros értelmében kezelni, szolgáltatások esetén átvitt értelemben kell érteni. Végül jelölje $F^y = \{F_i^y\}$ az adott $y \in \{p, s, o, b\}$ node osztályú fluidumok node sorszám szerint rendezett halmazát. (Gubán M. – Hua Nam Son 2014, pp. 61-75.)

Ha a fluidum áramlás szempontjából vizsgáljuk a node-okat, akkor beláthatjuk, hogy a kezdő és végcél node-ok tulajdonságai eltérőek lehetnek. A kezdő node ugyanis az áramlásba csak egy fluidumot indít, ő maga nem fogad; ugyan így a végcél node csak fluidumot fogad, maga nem indít a vizsgált rendszerbe. A végcél node lesz, ahol az elvárt fluidumok megjelennek kellő mennyiségben és minőségben. A gyakorlati életben megeshet, hogy a kezdő és végcél node ugyanaz lesz, ugyanakkor a modellben ezt el kell különítenünk két node-ra. A közbenső külső node-ok beavatkozhatnak a rendszerbe, és fogadhatnak, illetve indíthatnak is fluidumokat egyaránt. A fentiek alapján a következő ábra írható fel:



9. ábra: A vizsgált rendszer modellje¹¹

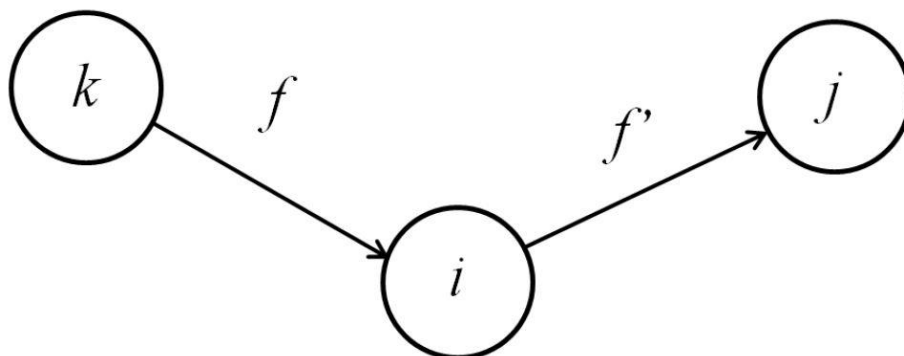
¹¹ Forrás: (Gubán M. – Hua Nam Son 2014, pp. 61-75.) alapján saját szerkesztés

Tételezzük fel, hogy a node-ok objektumként adatokkal és tranzakciókkal rendelkeznek. Egy node tehát, adatok és tranzakciók halmaza (Gubán M. – Hua Nam Son 2014, pp. 61-75.). Egy node-hoz kapcsolódó adatok részletesen:

- $p_{max_i}(f)$ jelöli az i . node f fluidum szerinti **maximális kapacitását**. Ha ez az érték 0-val egyenlő, akkor a fluidum nem áramolhat. A korábbi Neptunos példából adódóan, ilyen maximális kapacitás lehet az 5, mivel legfeljebb ekkora érdemjegy adható a hallgatónak.
- $h_i(f)$ az i . node f fluidum kötelező node-ja. Két értéket vehet fel: 1, ha i . node-ba kell érkeznie az f fluidumnak, és 0, ha nem. Ez egy egyszerű *boolean* változó, melynek értékei igaz vagy hamis értéket vehetnek fel. Célja, hogy megadja az adott fluidum beérkezzen-e a vizsgált node-ba.

Egy node-hoz kapcsolódó transzformációk részletesen:

- $t_i(f, f')$ jelenti két fluidum (f -ből f' -be való) transzformációs **idejét**.
- $k_i(f, f')$ jelenti két fluidum (f -ből f' -be való) transzformációs **költségét**.
- $f_i(k, j, f)$ jelenti a k . node-ból kapott f fluidum j . node-ba történő **transzformációját**. Ez tulajdonképpen a fluidum transzformációnak az útját írja le. Az új fluidumot az első két transzformációban jelöltekhez hasonlóan f' -vel fogjuk jelölni.
- $s_i(k, j, f)$ jelenti a k . node-ból kapott f fluidum j . node-ba történő **transzformáció szubjektumát**. Ezt a függvényt tapasztalatok alapján határozzuk meg.
- $q_i(k, j, f, f')$ jelenti a k . node-ból kapott f fluidum j . node-ba történő f' fluidummá történő transzformáltjának **mennyiségét**. Az áramlás során megváltozható (általánosan értelmezett) mennyiséget jelöli ez a függvény.



10. ábra: A transzformációk általános függvényei¹²

¹² Forrás: (Gubán M. – Hua Nam Son 2014, pp. 61-75.)

Jelölje (i, j) a *fluidum flow* irányát, ahol i jelenti az induló node kezdő node-ját, j a végződő node-ját és f a fluidumot. A fluidum flow-t egy önálló rendezett párral reprezentálunk, a csomópontokból egy mátrixot adhatunk meg. Ezek a mátrixok az alábbiak lehetnek a hozzájuk rendelt (i, j) rendezett párral (Gubán M. – Hua Nam Son 2014, pp. 61-75.):

$E_f(i, j)$ (technikai) mátrix két (boolean) értéket vehet fel: egyrészt értéke lehet 1, ha áramlik az f fluidum, másrészt értéke 0, ha nem áramlik i és j között. Egyértelmű IGAZ/HAMIS értéket vehet csak fel.

$E_{q_f}(i, j)$ mátrix a fluidum áramlás során az i . helyről áramolva a j . helyen vett mennyiséget mutatja. Ez tulajdonképpen a változás mértékét mutatja meg az áramlás során. Ez lehet veszteség, vagy növekedés egyaránt.

$E_{t_f}(i, j)$ mátrix az adott fluidum áramlás során az i . helyről a j . helyre áramló fluidum áramlási idejét mutatja. Jelentősége a következő alfejezetben lesz, a célfüggvény felírásánál.

$E_{k_f}(i, j)$ mátrix jelöli az az adott fluidum áramlás során az i . helyről a j . helyre áramló fluidum flow költségét. E mátrix szintén a célfüggvény felírásnál kap jelentőséget.

$E_{n_f}(i, j)$ mátrix entrópia mátrixtömb. Ugyancsak a célfüggvénynél előállításánál kap szerepet. A kutatás jelenlegi fázisában az entrópia még vizsgálat alatt áll, így ezt nem részletezem, azonban a fluidumkutatásban jelentős szereppel bír.

4.2. A KAPCSOLÓDÓ SZOLGÁLTATÁSI FOLYAMAT MODELLJE

A korábbi alfejezetben megismertük a rendszer felépítését, alapfogalmait és definícióit, ezúttal a fluidum áramlás modelljének feltételrendszerét és célfüggvényét fogom felírni, a megadott szakirodalom nyomán (Gubán M. – Hua Nam Son 2014, pp. 61-75.).

A modell két **ismeretlen adattal** rendelkezik:

x_{ijf} : jelöli az i . és j . node között áramló f fluidum mennyiségét

y_{ijf} : jelöli ugyanezen f fluidum transzformálás utáni mennyiségét i . és j . node között.

A modell hét **feltétellel** rendelkezik, melyeket most ismertetni fogok:

1. $x_{jif} = E_{q_f}(i, j) \cdot E_f(i, j) \cdot y_{ijf}$, ahol $i \notin \{1, 2, \dots, n_p\}, f \in \{1, 2, \dots, m\}$

Az $E_{q_f}(i, j)$ mátrix a korábbiakban tárgyalt változás mértékét mutatja. Az $E_f(i, j)$ mátrix értéke 1, ha történik fluidum áramlás i és j között, 0, ha nem. A Neptun példánál maradva ez a mátrix megadja, hogy milyen értékű módosítás történt az adott érdemjegyen.

A feltétel így leírja, hogy i és j között áramló f fluidum a kezdeti mennyiségből $E_{q_f}(i, j)$ mátrix alapján megváltozhat a mennyiség, amennyiben ezt $E_f(i, j)$ mátrix megengedi. A kikötés megadja, hogy a kezdő (input) node kivételével az összes node-ra fennáll ez a feltétel.

$$2. \quad \sum_{j=1}^n x_{jif} = F_i^p, \text{ ahol } i \in \{1, 2, \dots, n_p\}, f \in \{1, 2, \dots, m\}$$

A korábbiakban már felírtak szerint az F_i^p jelöli az i . input node-on megjelenő F fluidum mennyiségét. Ennek az F értéknek meg kell egyeznie az input node-okból kiinduló fluidumokkal. Ez a feltétel kiköti, hogy a Neptunba felvitt érdemjegyeknek meg kell egyezniük például az átlagszámításhoz tovább vitt jegyekkel.

$$3. \quad \sum_{j=1}^n y_{jif} \leq F_i^o, \text{ ahol } i \in \{n_p + 1, \dots, n_p + n_k\}, f \in \{1, 2, \dots, m\}$$

Az adott végcél (output) node-ba érkező fluidumok legfeljebb az igény szerinti szintet érhetik el. Példának okáért nem adható a hallgatónak 6 érdemjegy, ha csak 5 aláírással rendelkező tárgya van a leckekönyvében.

$$4. \quad \text{sgn}\left(\sum_{j=1}^n x_{jif}\right) \geq h_i(f), \text{ ahol } i \in \{1, 2, \dots, n\}, f \in \{1, 2, \dots, m\}$$

Ennek a feltétel megértéséhez tisztában kell lennünk a *szignumfüggvény* működésével.

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} -1, & \text{ha } x < 0 \\ 0, & \text{ha } x = 0 \\ 1, & \text{ha } x > 0 \end{cases}$$

A képletben szereplő x esetünkben a $\sum_{j=1}^n x_{jif}$ képletnek felel meg. Ez az érték adja meg az i . és j . node között áramló f fluidum mennyiségek összegét. Ez lehet 0, ha nincs áramlás, valamint 0-nál nagyobb, ha van valamiféle fluidum áramlás. Mivel a szumma érték 0-nál nem vehet fel kisebb értéket (negatív mennyiségű áramlás nem lehet), ezért a szignumfüggvény (a fenti képlet szerint) csak 0, illetve 1 értéket vehet fel. Ez alkalmassá teszi, hogy boolean változóként használjuk az eredményt: 1, ha igaz, 0, ha hamis az érték, aszerint, hogy történt-e mennyiségben mérhető áramlás, vagy sem. A $h_i(f)$ a korábbiakban megadottak szerint szintén egy boolean változó, mely megadja, hogy az adott fluidum beérkezzen-e a vizsgált node-ba. Mivel a feltételrendszer jobb és baloldala is 0 vagy 1 értéket vehet fel,

így négyféle eset lesz lehetséges, melyből csak egy esetben nem teljesül a feltétel. Ez akkor van, ha a két node között nincs áramlás, mégis az adott fluidumnak be kell érkeznie az adott node-ba. Minden más esetben a feltétel fennáll. Például hiába akarnak átlagot számolni az adott hallgatónál, ha ő egyetlen tárgyat sem teljesítette. A feltétel ezt a lehetőséget kizárja.

$$5. \quad y_{ijf_i(k,j,f)} = q_i(k, j, f, f_i(k, j, f)) \cdot x_{kif}, \text{ ahol } i \notin \{1, 2, \dots, n_p\}, f \in \{1, 2, \dots, m\}, \\ j \in \{n_p + 1, \dots, n_p + n_k\}$$

Az $f_i(k, j, f)$ jelöli az f fluidum transzformációját, a $q_i(k, j, f, f_i(k, j, f))$ jelöli ennek a transzformációnak a mennyiségét. A feltétel azt szabja meg, hogy az adott node-ban f fluidumból f' fluidumba transzformálódó fluidum értéke (a feltétel bal oldala) meg kell, hogy egyezzen a transzformáció útját és mennyiségét, valamint az eredeti fluidum mennyiségét megadó változók értékeiből álló függvényel (a feltétel jobb oldala).

$$6. \quad \sum_{i \in j\text{-be bejöv}\ddot{o} f \text{ fluidum}} x_{ijf} \leq p_{max_j}(f), \text{ ahol } f \in \{1, 2, \dots, m\}$$

A korábbiak szerint $p_{max_j}(f)$ jelöli az i . node szerinti f fluidum maximális kapacitását. Eszerint egy adott node-on több fluidum mennyiség nem transzformálódhat, illetve mehet át, mint amennyi az adott node f fluidum mennyiséghez tartozó maximális kapacitása. Például nem módosítható az érdemjegy 6-ra, mivel a maximális kapacitás minden fluidum esetén 5.

$$7. \quad \sum_{k \in j\text{-be bejöv}\ddot{o} f \text{ fluidum}} x_{kjf} q_j(k, j, f, f) + \\ \sum_{f_i(k,j,f')=f} x_{kjf'} q_j(k, j, f, f_i(k, j, f')) = \sum_{i \in j\text{-b}\ddot{o}l \text{ bejöv}\ddot{o} f \text{ fluidum}} y_{ijf}, \text{ ahol} \\ f \in \{1, 2, \dots, m\}.$$

A feltétel bal oldala megadja az i . node-ba bejövő f fluidum változás nélküli továbbvitelének mennyiségét, valamint transzformálódó más fluidumok mennyiségének összegét. A jobb oldal megadja a kimenő f fluidumok mennyiségét. A feltétel e két mennyiségi érték ekvivalenciáját köti ki a modell számára.

A rendszer célja az, hogy a kezdő node-okon megjelenő fluidumokból a végső node-okon elvárt fluidumokat állítsunk elő az elvárt mennyiségben és minőségben, megfelelően a rendszer belső entrópiájának, átfutási idejének és költségének minimalizálásával. Eszerint **célfüggvény** az alábbiak szerint épül fel:

$$c(F^I, F^O) = \lambda_1 K(F^I, F^O) + \lambda_2 T(F^I, F^O) + \lambda_3 E(F^I, F^O) \rightarrow \min.$$

ahol $K(F^I, F^O)$ a kezdő (input) és végcél (output) fluidumok szerinti áramlásának rendszer szerinti költsége:

$$K(F^I, F^O) = \sum_{f=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{i=n_{p+1}}^n \mathbf{E}_{k_f}(i, j) \cdot x_{jif} \\ + \sum_{f=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{i=n_{p+1}}^n \sum_{k=1}^n k_i(f, f') \cdot q_j(k, j, f, f_i(k, j, f')) \cdot \text{sgn}(x_{jif}).$$

Az összeg első tagja adja az áramlás során felmerülő költségeket (korábbiakban leírt $\mathbf{E}_{k_f}(i, j)$ mátrix nyomán), míg utóbbi tagja a node-okon felmerülő költségeket adja meg – ha a node-on történt mennyiségi fluidum áramlás ($\text{sgn}(x_{jif}) = 1$).

$T(F^I, F^O)$ a kezdő (input) és végcél (output) fluidumok szerinti áramlásának rendszer szerinti átfutási ideje:

$$T(F^I, F^O) = \sum_{f=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{i=n_{p+1}}^n \mathbf{E}_{t_f}(i, j) \cdot x_{jif} \\ + \sum_{f=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{i=n_{p+1}}^n \sum_{k=1}^n t_i(f, f') \cdot q_j(k, j, f, f_i(k, j, f')) \cdot \text{sgn}(x_{jif}).$$

Az előzőhöz hasonlóan az összeg első tagja az áramlás során keletkező átfutási időket adja meg (korábbiakban leírt $\mathbf{E}_{t_f}(i, j)$ mátrix nyomán), míg utóbbi tagja a node-okon felmerülő átfutási időket adja meg – ha a node-on történt mennyiségi fluidum áramlás ($\text{sgn}(x_{jif}) = 1$).

$E(F^I, F^O)$ a kezdő (input) és végcél (output) fluidumok szerinti áramlásának rendszer szerinti belső entrópiája. Jelenleg kidolgozás alatt áll, így nem részletezem.

A végcél igényének teljesítését a korábbi feltételrendszer korlátozza, így a feladat lehetséges megoldás nélkül is maradhat. A λ_i -k normalizált skalárok, melyekkel súlyozni lehet az egyes komponenseket fontosságuk szerint. Abban az esetben, ha $\lambda_i = 0$, akkor a három szempont közül ($i \in \{1,2,3\}$) valamelyik nem kerül be a vizsgálatba.

Most, hogy felírtuk a matematikai modellt tekintsük át újra a fluidum rendszer tulajdonságait. „*A rendszer egy körpályákat tartalmazó irányított gráfként fogható fel [...]*” (Gubán M. – Hua Nam Son 2014, pp. 61-75.) melyek csúcsai lesznek a node-ok, a köztük lévő élek pedig a fluidum flow-ok (lsd. 10. ábra.). Ezek a fluidum flow-ok nem értékeket vesznek fel, hanem függvényként értelmezzük. A cél, hogy az kezdő node-

okon bejövő fluidumot a végcél node felé áramoltassuk, a fenti célfüggvény minimalizálásával, valamint a kötelező node-ok érintésével. Ha ezt a célt rá akarnánk illeszteni a Neptun példára, akkor elmondhatjuk, hogy az a célja a rendszernek, hogy félév végére, minden hallgató rendelkezzen az összes tárgyához egy érdemjeggyel – vagy megtagadott aláírással –, az utólagos jegymódosítások legyenek feltüntetve a rendszerben, legyen átlag, ösztöndíjindex, stb. számolva, hogy aztán az ösztöndíjakat, valamint a tanzékek számára szükséges statisztikai mutatókat ez alapján kiszámolhassák. A célfüggvény minimalizálásánál ez esetben talán az időtényező lehet a legfontosabb.

4.3. A SZOLGÁLTATÁSI FOLYAMAT MODELLJÉHEZ KAPCSOLÓDÓ FELADAT SZIMULÁCIÓS LEHETŐSÉGEI

A fejezet zárásaként a felírt matematikai modellt informatikai eszközök segítségével szimuláljuk. A számítógépes szimulációt a LOST in Services kutatócsoport, illetve Dr. Gubán Miklós főiskolai tanár készítette.

A szimulációs modell megírása objektumorientáltan történik. Ennek a szemléletnek előnye, hogy a valóságot nagy pontossággal lehet vele ábrázolni. A modellben meghatározott node-okat, valamint a köztük létrejövő fluidum flow-okat is objektumként tudjuk értelmezni. Ezek Delphi programozási környezetben az alábbiak szerint néznek ki:

```
TNode = class
  Szam : integer;
  Nev : string;
  Tipus: string;
  Pont : TPoint;
  Mealy: array[1..MaxMealy] of TMealy;
  MealyFlow: array[1..MaxFluidFlow] of TMealyFlow;
  MealyPoint : integer;
  MealyFPont : integer;
  constructor Letrehoz(TSzam:integer;TNev,TTipus:string;TPont:TPoint);
  procedure Megjelenit;
  procedure PozVisszaad(var BFelso,JAlso:TPoint);
  function BenneVan(TPont:TPoint):boolean;
  procedure Kijelol(Latszok:boolean);
end;
```

11. ábra: A Node osztály leírása¹³

A 11. ábrán láthatjuk a node attribútumait, melyek a (sor)szám, név és típus lesz. Ezen túl az osztály rendelkezik egy *constructor*-ral, mely létrehozza az adott objektumot. Továbbá függvényekkel (*function*) és eljárásokkal (*procedure*) is bír, amelyek

¹³ Forrás: Gubán M. 2015, p. 2.

megjelenítik vagy kijelölik a létrehozott node-ot, visszaadják jelenlegi pozícióját. A node feladata kizárólag a user-ek irányítása lesz. Ezt a node belső ütemező algoritmusai fogják ellátni valós időben, melyek a kapott adatok alapján hajtódnak végre.

```
TFluidFlow = class
  Szam : integer;
  Nev  : string;
  StartNode : integer;
  EndNode : integer;
  Suly: real;
  Ido : real;
  A   : real;
  B   : real;
  C   : real;
  Fluids : array [1..MaxFluid] of TFluidum;
  FluidPoint : integer;
  constructor Letrehoz(TSzam:integer;TNev:string;TStart,TEnd:Integer;TSuly,TIdo:real);
  procedure Megjelenit;
  procedure NodeKeres(var XK,YK,XV,YV:integer);
  procedure Egyenes;
  function BenneVan(TPont:TPoint):boolean;
  procedure Kijelol(Latszik:boolean);
end;
```

12. ábra: A Fluidum Flow osztály leírása¹⁴

A 12. ábra a fluidum áramlás osztályát írja le. Ez az osztály több fluidum áramlását koordinálja egyszerre, azonban ezeket *batch* (kötegelve) végzi. Így a feladata nem csak egy fluidum továbbítása, hanem fluidumkötegeké, időpont szerinti megszabott sorrendben. Az osztály attribútumai a fluidum áramlás (sor)száma, neve, kezdő- és vég node-jai, súlya, az áramlás ideje, valamint egy vektor (*array*), mely az áramlásban található fluidumokat tartalmazza a Fluidum osztályból. Ezeket egy constructor hozza létre, továbbá eljárásokkal megjeleníthetjük, kijelölhetjük az áramlást.

A 11. ábrán látható node osztály rendelkezik egy egydimenziós vektorral (*array*), mely a *Mealy automata* szerepét fogja betölteni. A Mealy automatával írhatjuk le a node-on belül dolgozó usereket. Mint ismeretes, a user nem csak személyt, de berendezést, gépet is betölthet. Ezek alapján a user-ek osztálya az alábbiak szerint épül fel:

¹⁴ Forrás: Gubán M. 2015, p. 2.

```

TMealy = class
  Szam : integer;
  Nev  : string;
  Node : integer;
  Pont : TPoint;
  constructor Letrehoz (TSzam:integer;TNev:string;TNode:Integer;TPont:TPoint;Megjel:boolean);
  procedure Megjelenit;
  procedure PozVisszaad (var BFelso, JAlso:TPoint);
  function BenneVan (TPont:TPoint):boolean;
  procedure Kijelol (Latszok:boolean);
end;

```

13. ábra: A Mealy (user) osztály leírása¹⁵

A Mealy osztály, mely a user-eket tartalmazza a következő attribútumokkal rendelkezik: a user (sor)száma és neve, valamint annak a node-nak a száma, amelyben szerepel. A constructor ezúttal is létrehozza az adott user objektumot, valamint az eljárások segítségével megjeleníthetjük, kijelölhetjük, valamint megadhatjuk az adott user pozícióját. A Mealy osztály után fel tudjuk írni a Mealy Flow osztályt is az alábbiak szerint:

```

TMealyFlow = class
  Szam : integer;
  Nev  : string;
  Node : integer;
  StartMealy : integer;
  EndMealy   : integer;
  Puffer     : real;
  Suly: real;
  Ido : real;
  A   : real;
  B   : real;
  C   : real;
  constructor Letrehoz (TSzam:integer;TNev:string;TNode:Integer;
    TStart,TEnd:Integer;TSuly,TIdo:real;Megjel:boolean);
  procedure Megjelenit;
  procedure MealyKeres (var XK,YK,XV,YV:integer);
  procedure Egyenes;
  function BenneVan (TPont:TPoint):boolean;
  procedure Kijelol (Latszok:boolean);
end;

```

14. ábra: A Mealy Flow osztály leírása¹⁶

Az osztály felépítése (attribútumai, eljárásai) hasonló a Fluidum Flow osztálynál leírtakéhoz. Feladata, hogy kapcsolatot létesítsen két user között. Rendelkezik egy kapacitással, valamint egy pufferrel: abban az esetben, ha a kimenő fluidum súlya meghaladja a kapacitást, akkor a pufferbe (*FIFO-elv*) kerül a súly és kapacitás különbsége.

Az állapot- és output függvény leírására egy táblázatot használunk, amely megadja az egyes transzformációkhoz szükséges attribútumokat.

¹⁵ Forrás: Gubán M. 2015, p. 3.

¹⁶ Forrás: Gubán M. 2015, p. 3.

Transzformáció	T_1				T_2
Input fluidum	F_1^I	F_2^I	F_3^I		...
Kezdő súly	q_1	q_2	q_3		
Output fluidum	F_1^O	F_2^O			
Végsúly	q'_1	q'_2			
Időtartam	t_1	t_2			
Kezdő állapot	v_1	v_2	v_3	v_3	
Végállapot	v'_1	v'_2	v'_3	v'_4	

2. táblázat: Az állapot- és output függvény táblázata¹⁷

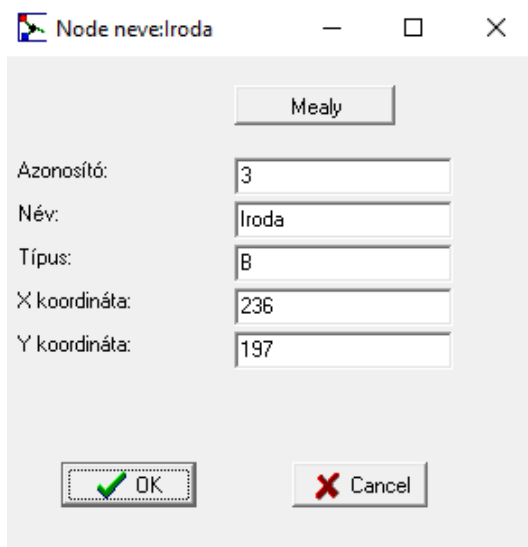
A súlyváltozáson, az időtartamon, valamint a bemenő és kimenő fluidumok meghatározásán kívül található még egy állapot sort, mely a node állapotát hivatott tükrözni. Ez a Neptun példával szemléltetve jelentheti az adott eljáráshoz való hozzáférést (nem lehet átlagot számolni, amíg vannak vizsgák-, vizsgakurzusok). A Mealy automata e táblázat segítségével elvégzi a megfelelő tranzakciót a beérkezett fluidum szerint, valamint megnézi, hogy az az automata állapota a kezdőállapotoknak megfelelő értékben van-e. Ezután megtörténik a tranzakció végrehajtása, az automata végállapotba való helyezése, majd a fluidum átadása a Mealy Flow-nak.

A program a következők szerint működik.

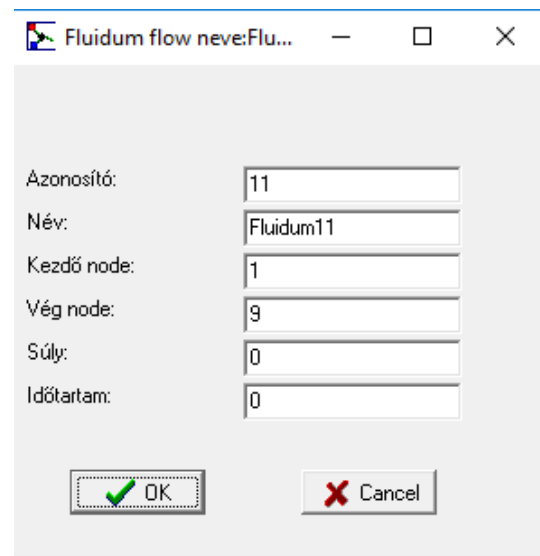
- I. lépés: Megadjuk a fluidumokat és a node-okat tulajdonságaikkal együtt. Először a node-okat adjuk meg a program számára, majd ezek kapcsolatait (fluidum flow batch). A fluidum flow kötegekhez felvisszük a fluidumokat tulajdonságaikkal.
- II. lépés: Userek és kapcsolataik megadása node-onként.
- III. lépés: Mealy automaták és Mealy flow-k tulajdonságainak megadása.
- IV. lépés: Célfüggvény értékeinek és szimulációs paraméterek felvétele.
- V. lépés: Kezdő node fluidumainak megadása, valamint szimuláció elindítása.

¹⁷ Forrás: Gubán M. 2015, p. 4. alapján saját szerkesztés

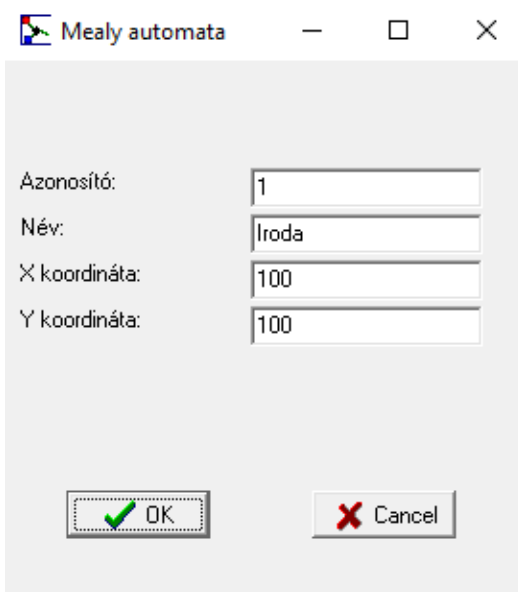
Néhány képernyőmentés a program demonstrációjából:



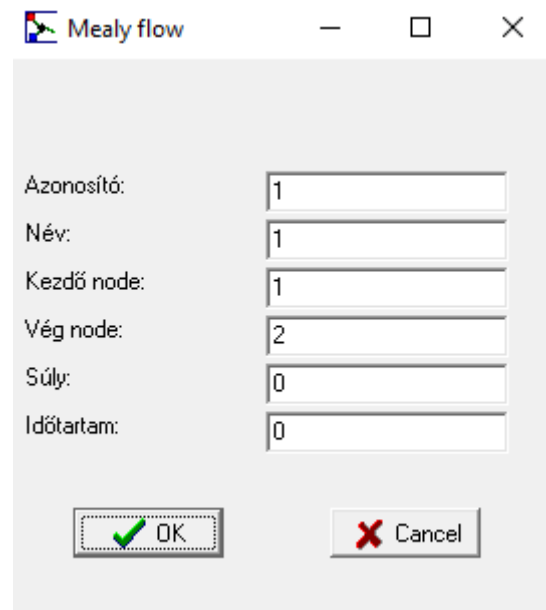
2. kép: Node attribútumainak felvétele¹⁸



3. kép: Fluidum flow attribútumainak felvétele¹⁹



4. kép: Mealy automata attribútumainak felvétele²⁰



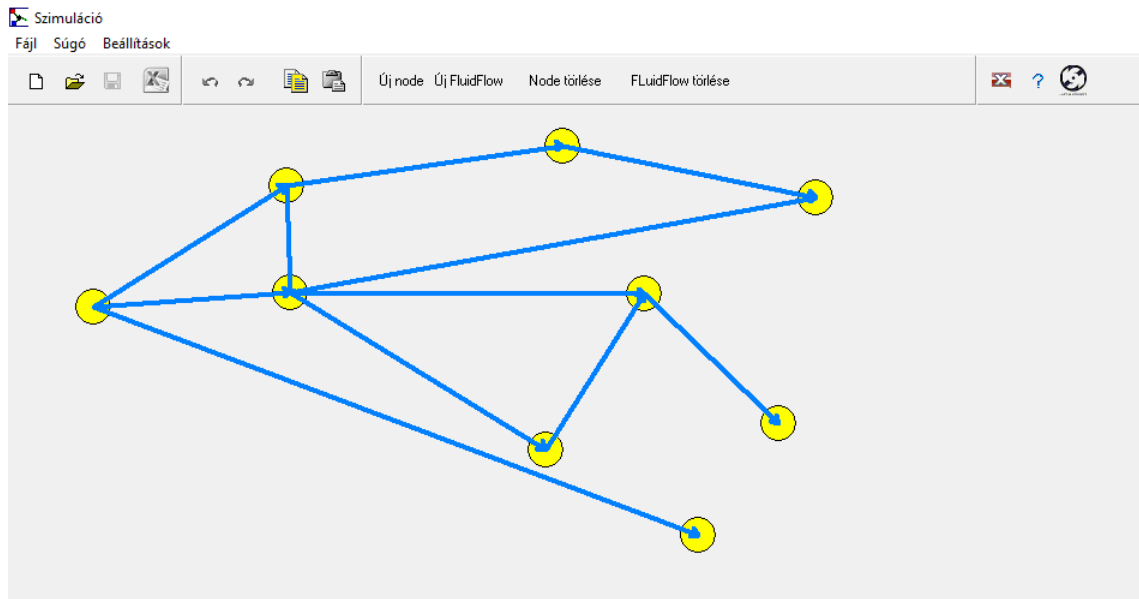
5. kép: Mealy flow attribútumainak felvétele²¹

¹⁸ Forrás: Gubán M. 2015, p. 7. alapján saját szerkesztés

¹⁹ Forrás: Gubán M. 2015, p. 7. alapján saját szerkesztés

²⁰ Forrás: Gubán M. 2015, p. 10. alapján saját szerkesztés

²¹ Forrás: Gubán M. 2015, p. 10. alapján saját szerkesztés



6. kép: A rendszer node-jai és fluidum áramlásai a programban²²

A program elindításával a fluidumok a megadott feltételek mellett átfutnak a node-okon és a user-eknél transzformálódnak. A program leállási feltétele, hogy minden fluidum transzformálódott a folyamatnak megfelelően és megjelenetnek a végcél node-okon. A node-ok közül egyetlennek sem szabad várakoznia a program lefutása végén az elindított fluidumok valamelyikére. Ezt a végállapotban fogják jelezni a user-ek.

Ezzel megadásra került a szimulációs modell, mely segítségével tudjuk a fluidum rendszer lehetséges optimális megoldását meghatározni.

²² Forrás: Gubán M. 2015, p. 6.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A dolgozatom során mindenekelőtt történeti áttekintést adtam a logisztika fogalmáról és kialakulásáról. A szolgáltatás logisztika bővebb bemutatásával megpróbáltam elhelyezni a gazdasági életében. Áttérve a dolgozat matematikai oldalának bemutatására, felvázoltam a matematikai modellek általános felépítésének módját, hogy a későbbi fejezetekben eszerint írjam fel a konkrét modellt. A fluidum áramlási rendszerek modelljének megértéséhez nem csak a fogalomrendszert adtam meg, hanem ahhoz saját példát is hoztam. A matematikai modell elemzését a definíciókkal és alapfogalmakkal kezdtem, ezt követte a modell feltételrendszerének és célfüggvényének felírása. Végezetül a modellt számítógépes szimulációs környezet demonstrációját prezentáltam – a kutatócsoport eredményeként –, amely segítségével könnyedén tudjuk alkalmazni a felírt módszereket.

Láthatjuk, hogy a logisztika, esetünkben a szolgáltatási logisztika folyamataitól eljutunk annak számítógépes modellezéséhez, ahol a folyamatot – megfelelő adatok ismeretében – optimalizálni tudjuk. Ehhez a megfelelő szakirodalmak tanulmányozásával meg kellett értenünk a (szolgáltatás) logisztikai folyamatok – bizonyos mélységű – működését. Csak ezek ismeretében írhatunk fel olyan matematikai modellt, amellyel képesek vagyunk a valóságot hűen tükrözve megadni az adott problémát, majd ezt a modell segítségével megoldani. Természetesen tisztában kell lennünk a modellek felírásának módszerével is. Ezt szintén a megadott szakirodalom felhasználásával sikerült felvázolnom az adott fejezetben. Ezt követhette a fluidum áramlási rendszer ismertetése. A láttakat a kutatócsoport munkájából merítettem. A rendszer szakmai elemzését igyekeztem egy sajátos példával megtámogatni, hogy az könnyebben érthető legyen – nem csak az olvasó számára. Elengedhetetlen volt a definíciók és alapfogalmak leírása, amelyekre hivatkozni tudtam a feltételrendszer és célfüggvény bemutatása során. Utóbbi esetben minden eddig tanultakat latba kellett vetnem, hogy megértssem és ezt a dolgozatomban másokkal is meg tudjam értetni. Így sikerült bizonyos összefüggéseket sajátos, néhol kevésbé szakmai módon megfogalmaznom. Bár simplex módszerrel nem kellett számolnom – annál sokkal bonyolultabb a feladat, hogy ez a módszer alkalmazható lenne –, az elmúlt hét szemeszter matematika kurzusain elsajátított logikus gondolkodásnak rengeteg hasznát vettem. Végezetül bemutattam a modell alapján készült szimulációs eszközt. A program forráskódjait bízom benne, hogy a laikus számára is érthetően ma-

gyaráztam meg, felhasználva a négy programozás kurzusomon elsajátított ismereteket. A dolgozat összességére elmondható, hogy a logisztika, mint választott szakirányomra kellett támaszkodnom. Ennek köszönhetően volt alkalmam megannyi logisztikai tárgyú órán részt venni – bár nem annyira, mint matematikain –, amelyek megkönnyítették a dolgozatom írását.

A dolgozatomból hiányzott a célfüggvény entrópia részének bővebb kifejtése. Ennek megadása a jövőben fog történni, amely a kutatás folytatásának lehetőségét is lefeddi. Továbbá az általános modell felírása, és annak szimulálása után következhet a konkrét példán keresztül demonstrált szimuláció.

FELHASZNÁLT IRODALOM JEGYZÉKE

- Gubán Á. (szerk.) [2013]: Logisztika – felvetések, példák, válaszok, Budapest
- Gubán Á. [2015]: Mérhető-e logisztikai szempontból a fluidumáram hatékonysága?, *Logisztika trendek és legjobb gyakorlatok* 1:(2) pp. 20-23., Budapest
- Gubán M. [2015]: A fluidumáramlás szimulációs modellje és a szimulációs alkalmazás algoritmusai, Budapest
- Gubán M. [2015]: A szolgáltatási folyamatok modellezése, *Logisztikai trendek és legjobb gyakorlatok* 1:(2) pp. 15-17.
- Heidrich B. [2006]: Szolgáltatás menedzsment, Budapest
- Hillier, F.S. – Lieberman, G. J. [1994]: Bevezetés az operációkutatásba, Budapest
- Hua Nam Son – Gubán M. [2014]: Szolgáltatási fluidumáramlás matematikai modellezése, *Prosperitas* 2:(1) pp. 61-75.
- Hua Nam Son – Gubán M. [2014]: A data mining method for the solution of fluid-flow problem, *Advanced logistic systems: theory and practice* 7:(2) pp. 67-76
- Kása R. [2015]: Kutatási jelentés, LOST IN SERVICES, Budapest
- Munthiu, M.-C. – Velicu, B. C. – Tuță, M. – Zara, A. I. [2014]: Service quality evaluation models determined by Online consumer perception and satisfaction, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 109 pp. 1303-1308.
- Santos, J. [2003]: E-service quality: a model of virtual service quality dimensions, *Managing Service Quality* 13:(3) pp. 233-246.
- Seth, N. – Deshmukh, S. G. – Vrat, P. [2005]: Service quality models: a review, *International Journal of Quality & Reliability Management* 22:(9) pp. 913-949.

TÁBLÁZAT- ÉS ÁBRAJEGYZÉK

1. táblázat: Szolgáltatás típusok.....	13
2. táblázat: Az állapot- és output függvény táblázata	36
1. ábra: Logisztikai alapelvek. 6M.....	6
2. ábra: Termékek és szolgáltatások fizikai és non-fizikai elemei	10
3. ábra: Rendszer és környezete.....	20
4. ábra: A rendszer node-jai.....	22
5. ábra: Fluidum áram (<i>FF</i>)	23
6. ábra: Fluidum áram szekvencia (<i>FFSe</i>)	24
7. ábra: Fluidum stream (<i>FSt</i>).....	24
8. ábra: A modell és a valóság viszonya.....	25
9. ábra: A vizsgált rendszer modellje.....	27
10. ábra: A transzformációk általános függvényei	28
11. ábra: A Node osztály leírása	33
12. ábra: A Fluidum Flow osztály leírása	34
13. ábra: A Mealy (user) osztály leírása	35
14. ábra: A Mealy Flow osztály leírása	35
1. kép: Online testre szabható személygépkocsi.....	4
2. kép: Node attribútumainak felvétele.....	37
3. kép: Fluidum flow attribútumainak felvétele.....	37
4. kép: Mealy automata attribútumainak felvétele.....	37
5. kép: Mealy flow attribútumainak felvétele.....	37
6. kép: A rendszer node-jai és fluidum áramlásai a programban.....	38



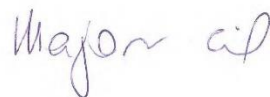
SZERZŐI NYILATKOZAT

Alulírott, Major Emil büntetőjogi felelősségem tudatában nyilatkozom, hogy a szakdolgozatomban foglalt tények és adatok a valóságnak megfelelnek, és az abban leírtak a saját, önálló munkám eredményei.

A szakdolgozatban felhasznált adatokat a szerzői jogvédelem figyelembevételével alkalmaztam.

Ezen szakdolgozat semmilyen része nem került felhasználásra korábban oktatási intézmény más képzésén diplomaszerezés során.

Zalaegerszeg, 2016. január 4.



hallgató aláírása



ÖSSZEFOGLALÁS

(benyújtandó két példányban)

GAZDASÁGI RENDSZEREK FOLYAMATAINAK ÁRAMLÁSI MODELLJE

szakdolgozat címe

MAJOR EMIL

Hallgató neve

nappali tagozat / gazdaságinformatikus szak / logisztikai informatikus szakirány

Informatika szakos hallgató lévén a matematika elég nagy súllyal szerepelt a tanulmányaimban. Próbálva a matematikai, illetve logikus gondolkodást elsajátítani a szemeszterek során, a szakdolgozatom is ezt az irányt kívánja felvenni, mert hisz nincs informatika-számítástechnika matematika nélkül. Ha informatikusok akarunk lenni, főleg olyan szakemberei a témának, akik igazán értik egy számítógép működését, elengedhetetlen a matematikai tudás megléte. Azonban ez a tudás nem csak az informatikához elengedhetetlen, hanem az élet más területeihez is, mint a közgazdaságtan, pénzügyek, és igen, a logisztika is ide tartozik.

A logisztika, mely az utóbbi években, évtizedekben saját tudományággá nőtte ki magát. Ha csak hazánkat vizsgáljuk az elmúlt 25 esztendőben, rohamtempóban növekedett a logisztika gazdasági szerepe. A verseny valóban verseny a vállalatok között, melyek lehetnek nem csak hazaiak, de nemzetközi egyaránt. Nincs szigorú állami befolyás, amelyek meghatároznák a vállalat mutatóit. A termelő és szolgáltató vállalatoknak a saját folyamatait költséghatékonyan kell végezniük a fentiekből kifolyólag. A nemzetközi trendek miatt jelenünkben már nem csak a termelési, gyártási folyamatok optimalizálása vált releváns kérdéssé, hanem a szolgáltatási folyamatoké is. Mivel a hazai, de más fejlett országok GDP-jét is a szolgáltató vállalatok adják, ezért evidens, hogy azok logisztikai folyamatait hatékonyra tegyük. Ez esetben nem feltétlenül a félkész- és késztermékek hatásos áramoltatása, hanem a fizikailag meg nem jelenő „anyagok” áramlásának hatékonyra tétele a cél, mely végső soron nem csak a költségeket minimalizálja, de így az ügyfél elégedettségi szintjét is növeli.

Annak érdekében, hogy vizsgálni tudjuk a szolgáltatási folyamatokat, adatokat kell gyűjtenünk. Azonban ezen adatok feltárásakor az tapasztalható, hogy olyan nagy mennyiségben keletkeznek, hogy azok feldolgozásához már adatbányászati módszereket kell használnunk. Az adatbányászati eszközrendszereket vizsgálva kiderült, hogy nem áll rendelkezésre olyan módszer, mely teljesen megfelelné a kutatásban kitűzött cél szerinti elemzésre. Ez igényelte egy új módszer létrejöttét.

A dolgozatom során mindenekelőtt történeti áttekintést adtam a logisztika fogalmáról és kialakulásáról. A szolgáltatás logisztika bővebb bemutatásával megpróbáltam elhelyezni a gazdasági életében. Áttérve a dolgozat matematikai oldalának bemutatására, felvázoltam a matematikai modellek általános felépítésének módját, hogy a későbbi fejezetekben eszerint írjam fel a konkrét modellt. A fluidum áramlási rendszerek modelljének megértéséhez nem csak a fogalomrendszert adtam meg, hanem ahhoz saját példát is hoztam. A matematikai modell elemzését a definíciókkal és alapfogalmakkal kezdtem, ezt követte a modell feltételrendszerének és célfüggvényének felírása. Végezetül a modellt számítógépes szimulációs környezet demonstrációját prezentáltam – a kutatócsoport eredményeként –, amely segítségével könnyedén tudjuk alkalmazni a felírt módszereket.

Láthatjuk, hogy a logisztika, esetünkben a szolgáltatási logisztika folyamataitól eljutunk annak számítógépes modellezéséhez, ahol a folyamatot – megfelelő adatok ismeretében – optimalizálni tudjuk. Ehhez a megfelelő szakirodalmak tanulmányozásával meg kellett értenünk a (szolgáltatás) logisztikai folyamatok – bizonyos mélységű – működését. Csak ezek ismeretében írhatunk fel olyan matematikai modellt, amellyel képesek vagyunk a valóságot hűen tükrözve megadni az adott problémát, majd ezt a modell segítségével megoldani. Természetesen tisztában kell lennünk a modellek felírásának módszerével is. Ezt szintén a megadott szakirodalom felhasználásával sikerült felvázolnom az adott fejezetben. Ezt követhette a fluidum áramlási rendszer ismertetése. A látottakat a kutatócsoport munkájából merítettem. A rendszer szakmai elemzését igyekeztem egy sajátos példával megtámogatni, hogy az könnyebben érthető legyen – nem csak az olvasó számára. Elengedhetetlen volt a definíciók és alapfogalmak leírása, amelyekre hivatkozni tudtam a feltételrendszer és célfüggvény bemutatása során. Utóbbi esetben minden eddig tanultakat latba kellett vetnem, hogy megértssem és ezt a dolgozatomban másokkal is meg tudjam értetni. Így sikerült bizonyos összefüggéseket sajátos, néhol kevésbé szakmai módon megfogalmaznom. Bár szimplex módszerrel nem kellett számolnom – annál sokkal bonyolultabb a feladat, hogy ez a módszer alkalmazható lenne –, az elmúlt hét szemeszter matematika kurzusain elsajátított logikus gondolkodásnak rengeteg hasznát vettem. Végezetül bemutattam a modell alapján készült szimulációs eszközt. A program forráskódjait bízom benne, hogy a laikus számára is érthetően magyaráztam meg, felhasználva a négy programozás kurzusomon elsajátított ismereteket. A dolgozat összességére elmondható, hogy a logisztika, mint választott szakirányomra kellett támaszkodnom. Ennek köszönhetően volt alkalmam megannyi logisztikai tárgyú órán részt venni – bár nem annyira, mint matematikáin –, amelyek megkönnyítették a dolgozatom írását.