

Fuzzy-alapú döntéstámogató rendszer bevezetése a Villamos Szolgáltatóknál

Oravecz Sándor

2013.november.8

1. Döntéstámogató Rendszerek

1.1 Döntéstámogató rendszerek (definíció)[1]

A döntéstámogató rendszereket kezdeti definíciója: olyan számítógép alapú rendszerek, amelyek segítik a döntéshozás folyamatát.

Később ez a definíció módosult, mégpedig interaktivitás hangsúlyozásával és az adatbázis illetve a modellek használatával, mint jellemzőkkel. Eszerint a döntéstámogató rendszer egy interaktív, számítógép alapú rendszer mely adatbázisok és modellek felhasználásával segíti a döntéshozókat a nem jólstrukturált problémák megoldásában. (Nem jól strukturáltak nevezünk egy problémát, ha nem ismerjük annak összes megoldási alternatíváit és az egyes alternatívák értékét, egymáshoz viszonyított preferenciáit).

A döntéstámogató rendszer tehát egy szoftverekből felépített számítógépes rendszer, és mint ilyen áll egy adatbázis-kezelő, egy modellezési rétegből, és egy front-endalkalmazásból.

1.2 Döntéstámogató rendszerek csoportosítása [2]

- adatorientált vagy adatvezérelt
- kommunikáció-orientált vagy kommunikáció vezérelt
- dokumentumorientált
- tudásorientált
- szimuláció vagy élethelyzet-orientált.

1.3 Adatorientált döntéstámogató rendszerek [2]

Az informatikai területeken leginkább adatorientált döntéstámogatásról beszélünk. Ez a módszer elsődleges az adatokhoz való hozzáférésre, adatelemzésre, illetve a változatok idősoros megjelenítésén alapulnak; tipikus példája ennek az adattárházak és a ráépülő üzleti intelligenciaalkalmazások. Az egyes szintek nem feltétlenül vannak jelen - az első és az utolsó kivételével - minden adatorientált döntéstámogató rendszerben; akár adatbázisokra is lehet építeni döntéseket, illetve kinyerni tudást.

Az adatorientált döntéstámogató rendszernek hat potenciálisan jelenlevő szintjét szokás megkülönböztetni a kevésbé értékes nyers adatoktól a hasznos információk felé haladva:

1. adatbázisok
2. adattárház
3. adatkinyerés és -tisztítás
4. adatbányászat
5. riportkészítés és vizualizáció
6. kognitív érzékelés: döntés vagy tudás

2. Fuzzy rendszerek [3][4]

2.1 Fuzzy Logika (Elmosódott halmazok logikája) [4]

Az elmosódott halmazok logikája (angolul: fuzzy logic) többértékű logikai rendszerek egyike. Tulajdonképpen fuzzy logika név alatt egy egész elméletcsaládról beszélhetünk, melynek sokrétű alkalmazásai vannak elsősorban az informatikában, de alkalmazásra talált a nyelvtudományban és logikában, a matematikai logikában és a valószínűségelméletben is. A tágabb értelemben vett fuzzy logika alapját képezi a fuzzy számítógépes rendszereknek, melyek szemben a szokványos rendszerekkel, nem csak igen és nem (illetve ki és be, vagy 1 és 0) értékekkel dolgoznak, hanem közbülső „valóságértékekkel” is, mint például 0,5 (félig meddig), 0,2 (kicsit), 0,8 (eléggé)... Ezáltal az „életlen” (fuzzy) meghatározások (mint például az előbbieket) matematikailag kezelhetővé válnak. Manapság a fuzzy logika illetve a fuzzy-control, tehát a fuzzy logikán alapuló irányítás, elsősorban gépek és robotok, háztartási készülékek irányításában talál alkalmazásra. Egyre több példát találunk azonban nagyvállalati rendszerekbe való beépítésére is.

2.2 A fuzzy tudomány rövid története [3] [4][9]

A fuzzy gondolkör

Filozófiailag a fuzzy gondolkör a sztoikusokig nyúlik vissza. Ők voltak, akik először mutattak rá, hogy természetes fogalmaink igazságtartományának határai nem jelölhetőek ki egyértelműen. Klasszikus példájuk a kupac, vagy szóritész paradoxon volt. Eszerint tekintsünk egy halom vagy kupac kavicsot. A sztoikusok arról faggatták hallgatóságukat, hogy ha egyenként elveszünk egy-egy kavicsot, akkor meddig mondhatjuk még, hogy a szóban forgó dolog még kavicsalom-e vagy már más. Egy másik példa a kopasz ember paradoxonja.

Egy dús hajjal rendelkező illető nyilvánvalóan nem kopasz. Vajon ha egyenként kihúznánk a hajszárait, hol lenne az a pont, ahol a már kopasznak tekinthetnénk?

A fuzzy logika közvetlen előzménye LUKASIEWICZ_[9] többértékű logikája volt, amelyet később megszámlálhatatlan végtelen értékre is általánosítottak. A kontinuum végtelen értékészletű fuzzy logika, illetve annak halmazelméleti aspektusa L. A. ZADEH Berkeley-i (USA) egyetem számítástechnika professzorának ötlete volt, aki már az 1960-as évek elején felvetette rendszerelméleti munkáiban a fuzzy halmazelmélet szükségességét. Az 1965-ben megjelent Fuzzy Sets c. tanulmánya végre egyértelműen megfogalmazta a téma alapdefinícióit. ZADEH a rendszerelmélet, illetve az irányításelmélet oldaláról közelítette meg a kérdést, és a kezdetektől világosan rámutatott, hogy az új elmélet jelentősége a nagy bonyolultságú rendszerek közelítő modellezésében rejlik. A fogalmaink igazságtartományának elmosódott határait matematikai szempontból először L. A. ZADEH vizsgálta, 1965-ben. Ő adta a fuzzy logika (angolul: fuzzy = pontatlan, elmosódott, életlen, esetleg: „homálylogika”) kifejezést is. Ezt úgy modellezte, hogy minden egyes logikai kijelentéshez valamilyen módon egy, a $[0,1]$ zárt intervallumba eső értéket rendelt. Eredetileg csak a fuzzy halmazok, illetve ezek karakterisztikus függvényének, a fuzzy függvényeknek fogalmát definiálta.

2.3 Fuzzy rendszerek [2] [3]

Fuzzy logika és közelítés

Az 1950-es évektől kezdve a mesterséges intelligencia kutatása elsősorban a formális szimbolikus logika eszközeit használta. A szakértő rendszerek előszeretettel alkalmazták ha–akkor típusú és a BOOLE-féle logika implikációjára vonatkozó következtetési szabályokat. Az implikáció (\rightarrow) egyike a fontos BOOLE-algebrai kétváltozós műveleteknek – jelentése: implikálja -t, azaz ha igaz, akkor is igaz –, amelyet a legelterjedtebb NEM, ÉS, VAGY műveletrendszerben a következő módon lehet kifejezni: (\rightarrow).

A három leggyakoribb következtetési szabály:

A modus ponens:

$$\frac{A \rightarrow B}{A}$$

$$B$$

A modus tollens:

$$\frac{A \rightarrow B}{\bar{B}}$$

$$\bar{A}$$

Végül a hipotetikus szillogizmus:

$$\frac{A \rightarrow B}{B \rightarrow C}$$

$$A \rightarrow C$$

A ha–akkor típusú szabályok implikációként is interpretálhatók. A

$$\text{ha } x = A \text{ akkor } y = B \tag{1.1}$$

szabály tömören

$$A(x) \rightarrow B(y)$$

egy lehetséges jelentése, hogy ha az x változó az A szimbolikus értéket veszi fel 1 igazságértékkel, akkor az y változó a B értéket veszi fel 1 igazságértékkel. Nézzünk egy

egyszerű példát: egyszerű példát: Egy légkondicionáló berendezés 22°C hőmérsékletű

levegőt fúj ki, ha a szoba hőmérséklete meghaladja a 25°C-ot. Itt x a szobahőmérséklet, y a

légkondicionáló által kifújt levegő hőmérséklete, A a 25°C-nál magasabb hőmérsékleti

tartományt jelölő szimbólum, B pedig a kifújt levegő 22°C-os hőmérsékletét jelöli. Hasonló

szabályokból felépíthető egy olyan szakértő rendszer, amely a példában szereplő légkondicionálót irányítja. Ha elemezzük az szabályra vonatkozó példát, akkor felfigyelhetünk arra, hogy a *B* szimbólum jelentése túlságosan idealisztikus. Nem valószínű ugyanis, hogy a kifújt levegő hőmérsékletét olyan pontossággal be lehet állítani, hogy az a rendelkezésre álló

mérési pontosságon belül megfeleljen a 22°C-nak. Módosítsuk tehát a *B* jelentését a

következőképpen: 22–23°C közötti hőmérséklet. Ha a példát gondolatban tovább folytatjuk,

egy sereg hasonló szabályt konstruálhatunk, melyek mindegyike a szoba hőmérsékletének egy tartományát adja meg kimenetként. Minél pontosabb irányítást akarunk elérni, annál több tartományra kell a szóba jöhető hőmérsékleti intervallumot felosztani. Ezek számával természetesen nő a szabályok száma, valamint arányosan növekszik a szakértő rendszer szabálybázisának mérete is.

2.4 A fuzzy logika alkalmazásai [4]

A fuzzy logika alkalmazásai megtalálhatók az automatizálási technikában, az üzemgazdaságban, az orvosi technikában, a szórakoztató elektronikában, az autóiparban stb. A fuzzy logika gyakran akkor hasznos, ha egy bizonyos probléma pontos matematikai leírása nem áll rendelkezésre, ill. nem, vagy csak túlzott ráfordítással lenne elkészíthető, azonban a hétköznapi verbális, szöveges megfogalmazás adott. Ilyen esetekben a folyó nyelven, tehát normális emberi beszédben, megfogalmazott mondatokból és szabályokból a fuzzy logika segítségével egy olyan matematikai megfogalmazás, leírás nyerhető, amely aztán számítógépeken is alkalmazható.

További alkalmazások a metrók irányítóberendezései, automataváltók vezérlése személygépkocsikban, riasztórendszerek orvosi műszereknél, rádiók frekvenciaszűrői, gépjárművek ABS rendszerei, tűzjelző-technika, energiaellátók prognózisai a felhasználást illetően, automatikus fényképezőgépek stb.

A fuzzy logika az irányítástechnikán túlmenően üzemgazdaságokban is sikeresen felhasználható. Egy ilyen példa az intelligens kárfelülvizsgálat, amellyel biztosítótársaságok csalások ellen védekeznek.

3. Kockázatalapú Fenntartás –

Tervezés az ÉMÁSZ elosztóhálózatokon fuzzy logika alkalmazásával [6][7][8]

3.1 Előzmények

Az utóbbi 20 évben a különböző áramszolgáltató vállalatok jelentős változáson mentek keresztül, többek között privatizáció, a kereskedői és szolgáltatói engedélyek szétválasztása és a liberalizáció során. Ezek a változások alapvetően érintik a hálózati engedélyekkel rendelkezők gazdálkodását. Legfőképp a következő területeken: a hatósági költség-felülvizsgálatok, az árszabályozás szigorodása. Sajnos a tulajdonosok nyereség utáni igénye/ elvárása miatt a ráfordítások szintje csökken, miközben a fogyasztói igényeket a megfelelő szinten továbbra is ki kell elégíteni. A hálózati vagyongazdálkodás e két ellentétes szempont kézbentartását szolgálja.

3.2 A hálózati vagyongazdálkodás célja

A cél itt a források optimális elosztása a hálózat elemei között, úgy hogy a hálózat az elvárt szolgáltatási színvonalat teljesíteni tudja. E hálózati vagyongazdálkodás alapvető jellemzője, hogy kockázatalapú, azaz a hálózat elemeit korán és műszaki állapotán túlmenően figyelembe veszi azok hálózatban betöltött szerepét is.

A hatékonyabb tervezés érdekében tett lépések az ELMŰ-ÉMÁSZ-nál

- Üzemeltetői javaslatok
- Diagnosztikai mérések lokális hibákra
 - Új mérési módszerek
 - Nyilvántartási rendszer a mérések kiértékelésére
 - Soron kívüli javítás
- Egységes irányelvek az üzemeltetők felé

3.3 Fenntartás - Tervezés

Fenntartás-tervezés, mint fogalom alatt a költségből megvalósított karbantartási, üzemeltetési munkákat és a beruházásokból fedezett felújítási, rekonstrukciós beavatkozásokat egyszerre értjük.

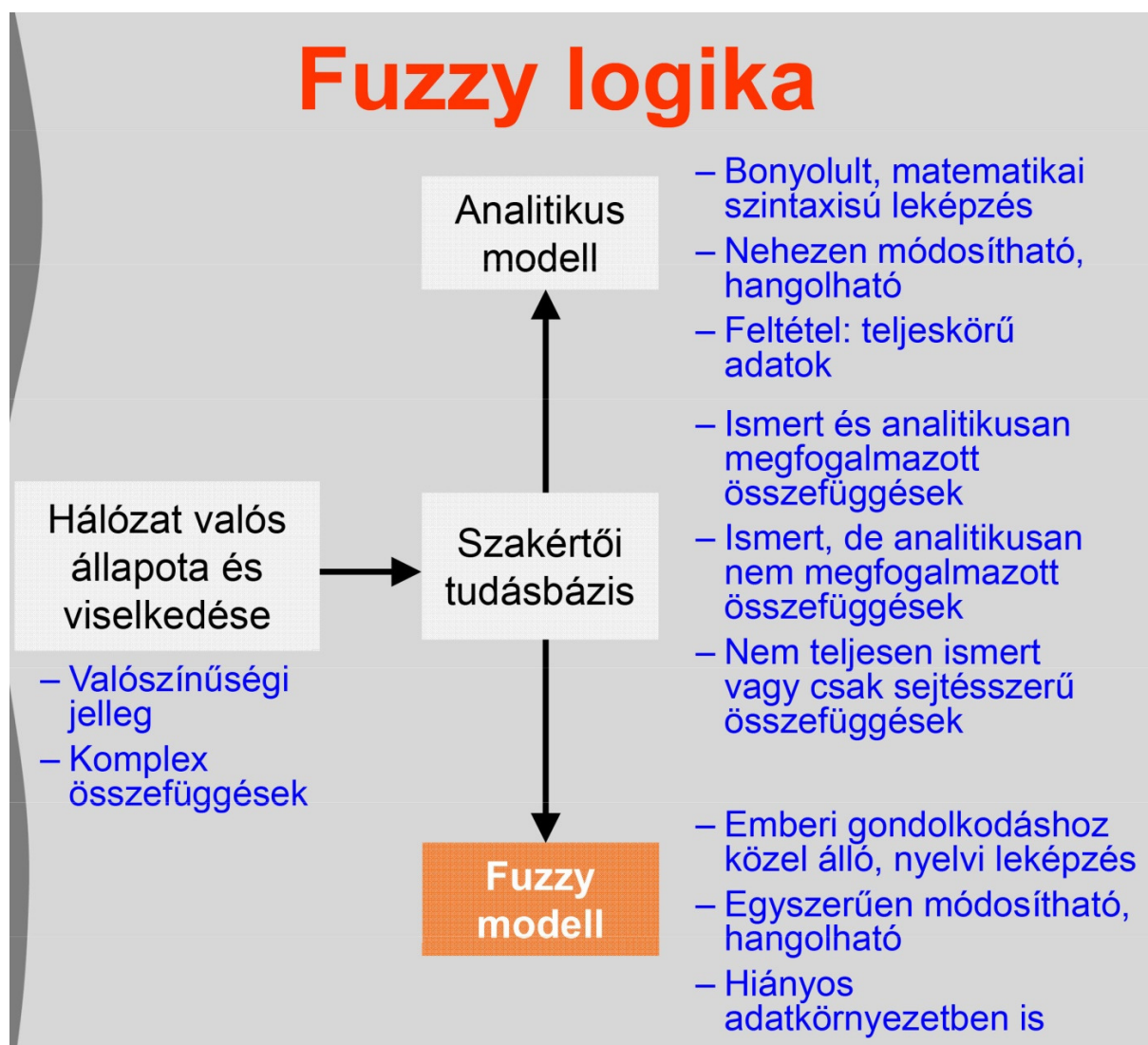
A hálózati vagyongazdálkodás központi tevékenysége a fenntartás-tervezés, amelynek különböző időtávú, a ráfordítások optimális eloszlását tartalmazó tervek készítése a feladata. A tervezésben használt optimalizáló eljárások és módszerek a hálózati eszközök, eszközcsoportok kritikusága és jellege szerint kerülnek meghatározására. A kiválasztott eljárások és módszerek használatának támogatására szolgáló informatikai rendszereket nevezzük döntéstámogató rendszereknek.

Tovább lépés okai a fejlődés irányába

- Egységes és átlátható értékelés
- Központi tervezés
 - Hitelesített módszertan
 - Hangolhatóság
 - Párhuzamos elemek figyelembevétele
 - Automatizált működés
 - Fejlesztés és rekonstrukció összekapcsolása
 - Több évre történő tervezés

3.4 Döntéstámogató Rendszer az ÉMÁSZ - nál

AZ ÉMÁSZ szolgáltató vonatkozásában olyan döntéstámogató rendszer kerül bemutatásra, amely kockázatalapú értékelést végez a középvezetési elosztó-hálózati kábelek rekonstrukciója alapján. A rendszer alapját a Fuzzy logika nyújtja, amely a MATLAB rendszer keretében került alkalmazásra. A rendszer alapját képező modell az ELMŰ-ÉMÁSZ szakértői és a Geometria Kft. (amely a rendszer tervezője és kiépítője) közösen adaptálták az ELMŰ-ÉMÁSZ Társaságcsoporthoz.



1. Fuzzy Logika felépítése [8]

3.5 Kockázatalapú fenntartás-tervezés (RBM-Risk Based Maintenance)

A sikeresen kifejlesztett rendszer a hálózatok üzembiztonsági kockázatát értékeli, vagyis konkrétan azt, hogy az adott elemi eszköz meghibásodása milyen valószínűséggel következik be és milyen következménnyel fog járni. A kockázatot helyezi a fókuszba, mely tevékenység józan mérnöki szemlélettel is igazolható. Könnyen belátható ugyanis hogy a rossz állapotú elemek közül azt a hálózatelemet fontosabb megújítani valamilyen módon, amely pl. több fogyasztót lát el, vagy fontosabb helyen van a hálózatban a hálózat egésze szempontjából, vagy prioritása magasabb a hálózat működésének szempontjából. Vagyis egy másik megközelítésből: a hasonlóan fontos hálózatelemek közül azon kell először beavatkozást végezni, amelyik rosszabb állapotban van. A kockázat értékelése a vagyongazdálkodás szempontjából is releváns, tehát azon mutatószámok jó része, melyek a tervezés bemeneteként szolgálnak kockázat jellegűek. Ilyenek például a MEH¹ szolgáltatási színvonal mérésére szolgáló mutatói :

- SAIFI - a villamosenergia-ellátás nem tervezett megszakadásának átlagos gyakorisága
- SAIDI - a villamosenergia-ellátás nem tervezett megszakadásának átlagos időtartama
- CAID - az érintett fogyasztók ellátás megszakadásának átlagos időtartama

Amennyiben tehát a kockázat értékelése alapján végzik a tervezést, az implicit mutatók szempontjából is megnöveli a tervezés, illetve ezzel együtt a vagyongazdálkodás hatékonyságát.

¹ MEH - Magyar Energia Hivatal

3.6 Fuzzy logika alkalmazása

A logika alkalmazása

A döntéstámogató rendszer értékeléseinek matematikai alapját nyújtó fuzzy logika alkalmazását több előnyös tulajdonsága indokolja. Az első magyarázat, hogy a fuzzy logika alkalmazásával a bonyolult összefüggések is egyszerű nyelvi szabályokkal írhatók le.

Vegyünk egy példát az elektromos hálózatok rendszeréből (még fuzzy nélkül):

HA életkor = öreg ÉS kábeltípus = telített papír szigetelésű

ÉS összekötő típusa = műanyag ÉS diagnosztikaértékelés = vizes → AKKOR állapot = kritikus

A példából látható hogy e módszer által a felhasználók számára áttekinthetően kerül leképezésre a szakértői tudás, az új ismeretek könnyen átvezethetőek a modellen. A modell által nyújtott áttekinthetőség fontos tulajdonság. Az áttekinthetőség ugyanis csökkenti a hibás leírás kockázatát a bonyolult, analitikus leírásmóddal szemben. Tehát egy matematikailag pontosan definiált eljárásról van szó, ezért a tapasztalatok mellett az elméletileg megalapozott analitikusan leírható összefüggések kezelésére is alkalmas a fuzzy logika.

3.7 A fuzzy logika előnyei

Nagy előnye a fuzzy logikának, hogy a megalkotott szabályok redundánsak, egymást átlapolók, egymást részben átfedők is lehetnek. Ez nagymértékben megkönnyíti új szabályok megalkotását és modellbe integrálását, mivel az nem igényli a meglévő szabályrendszer teljes átalakítását valamint újrastrukturálását.

Általában a villamos hálózatok meghibásodása determinisztikus módon nem jelezhető előre. A fuzzy logika alkalmazásának előnye ezen a területen abból származik a hagyományos leíró megközelítéssel szemben, hogy egyes tényezőket valószínűségi megközelítéssel vesz figyelembe, és így képes bizonytalan kimenetelű események megbízhatóbb kezelésére.

Ezekon felül bizonytalan minőségű vagy hiányos adatkörnyezetben való működés esetén kisebb az érzékenysége a modellnek. Ennek ellenére a fuzzy logika sem képes eltüntetni a

pontatlanságot vagy a hiányt, de a többi bemeneti változóra ültetett összefüggésrendszer kisebb változást enged meg ilyen esetekben a végeredményben, mint az analitikus leírás során.

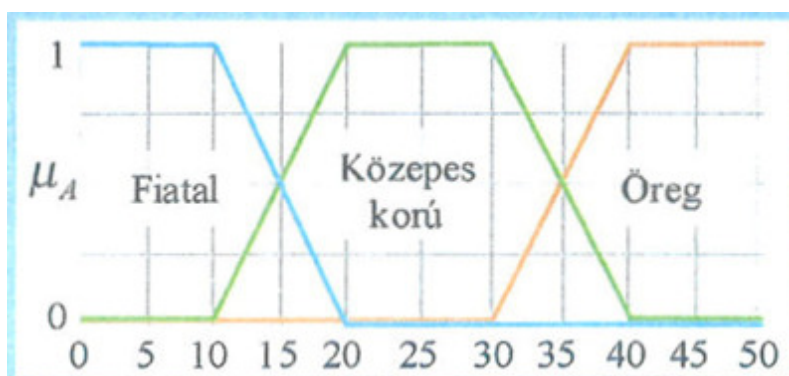
3.8 A Fuzzy logika alapja: a felismerés

A rendszerben a fuzzy logika alapját az a felismerés képzi, miszerint egy adott állítás igazságtartománya nem jelölhető ki egyértelműen.

Erre vegyünk egy példát:

Egy 15 éves elektromos kábelt nevezhetünk fiatalnak, de más szempontokat figyelembe véve már közepes korúnak számít az adott kábel.

Az angol fuzzy kifejezés „életlen” jelentése arra utal, hogy valaminek egy halmazba tartozása a klasszikus értelmezéssel szemben nemcsak 0 vagy 1 értékkel, hanem köztes értékekkel is jellemezhető

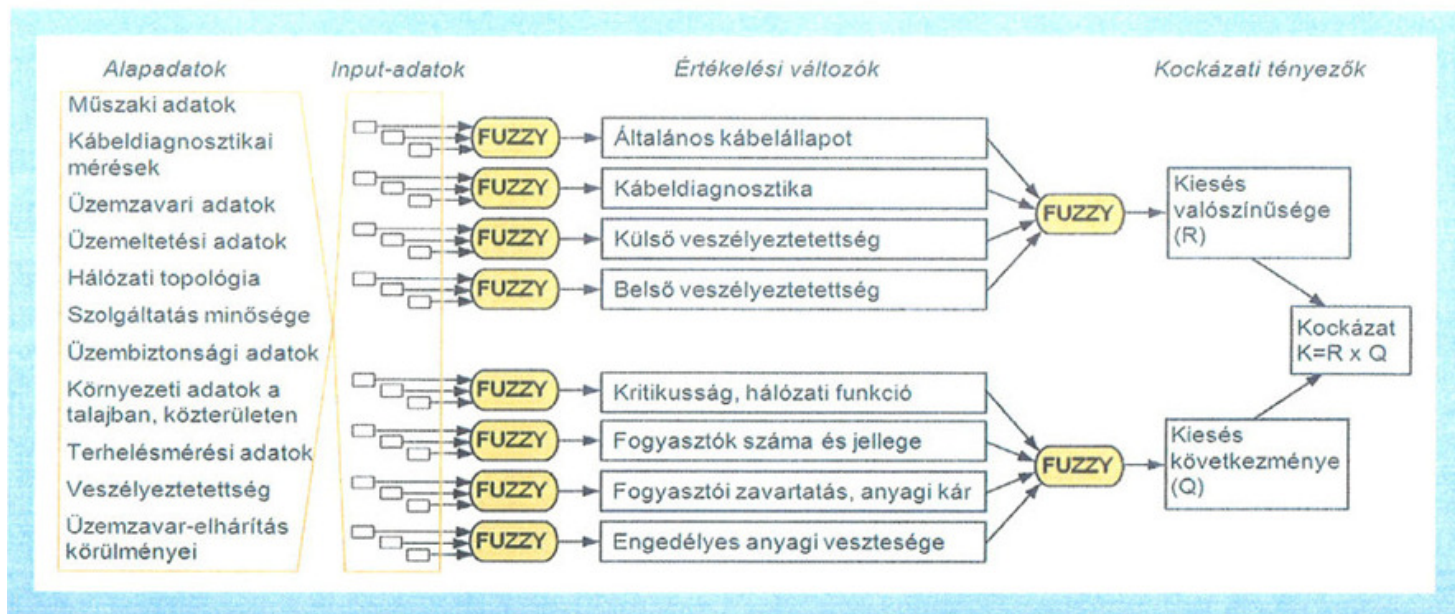


2. Tagsági függvény [7]

Az 2. ábrán a példában vett elektromos kábel tagsági függvénye látható. E tagsági függvény szerint a 15 éves kábel 0,5 mértékben a fiatal 0,5 mértékben a közepes korú halmazokba tartozik.

A halmazba tartozás így kiadódó mértékét viszik a bemeneti változók a szabályértelmezésbe, azaz ez azt jelenti, hogy egy adott szabály következtetésének a mértéke a bemenetek fuzzy értéktől függ. Tehát például ha egy szabályban fiatal kábelre állapítjuk meg az az állapotjelzőt hogy jó állapotú, akkor egy 15 éves kábelre vonatkozóan ez a megalapítás csak 0,5 mértékben lehet legfeljebb igaz, amit persze az adott szabály többi bemenete hasonlóképpen módosíthat.

4. Kockázatértékelő modell felépítése és vizsgálata [6][7]



3. Kockázatértékelő modell elvi kialakítása [7]

4.1 Hálózati modell

Döntéstámogató rendszerünk alapját képező kockázatértékelő modell működtetéséhez a hálózatot valamilyen formában le kell modellezni. Ehhez a feladathoz a vonatkoztatási egységet a rendszer számára meg kell határozni. Jelen modell alapegysége a kábelszegmens, ami alatt a két állomás által közrefogott szakasznak egy olyan homogén részét értjük, mely anyagában, típusában és keresztmetszetében azonos, továbbá a kábel fizikailag egy időben került fektetésre.

Többszegmensű szakaszok:

A kábelszakaszok rendszerint akkor válnak több szegmensből állóvá, amikor üzemzavar, átforgás vagy felhasítás miatt későbbi, és/vagy más típusú egységek kerülnek beépítésre, ezzel az egyszegmensű állapot többszegmensűre változik.

(A kábelszakaszokon a rendszer korszerűsítése miatt az elmúlt évtizedekben számos beavatkozás történt, és így a legtöbb kábelszakasz több, sőt néha kifejezetten sok szegmensből áll, amely szegmensek műszaki állapota igen eltérő lehet.)

Ebből a megállapításból látszik, hogy az alapegység megválasztása tükrözi a hálózati engedélyeseknek azt a gyakorlatát, miszerint csak az indokolható elemek cseréje történjen meg teljes kábelszakaszok rekonstrukciója helyett.

4.2 A kockázatértékelő modell elvi kialakítása

A modell felépítése alapvetően a kockázatértékelésnek megfelelően alakították ki, azaz a két kockázati tényezőt, a kiesés valószínűségeit egy-egy önálló ág reprezentálja. Mindkét ág két lépcsőben állítja elő a kockázati tényezőket.

(A hierarchikus kockázatértékelő modell elvi sémája a 3. ábra szemlélteti.)

Egy lépcső egy fuzzy motort jelképez, amely tartalmazza a be és kimenetek tagsági függvényeit és a bemenetekre illeszkedő, verbálisain megfogalmazható kapcsolatokat, tehát magát a szabályrendszert.

A modell alapadati különböző forrásokból (műszaki nyilvántartás, eseménystatisztika, kábeldiagnosztika, munkairányítási rendszerek, terhelésmérések) adatai közül kerültek beállításra, általában természetes adatok, és a legkülönbözőbb természetes dimenzióival.

(például kV, m, mm², MOhm * km, év, db stb.)

Ezek a dimenziók kábelvonalakra, kábelszakaszokra, vagy kábelszegmensre értelmezhetők.

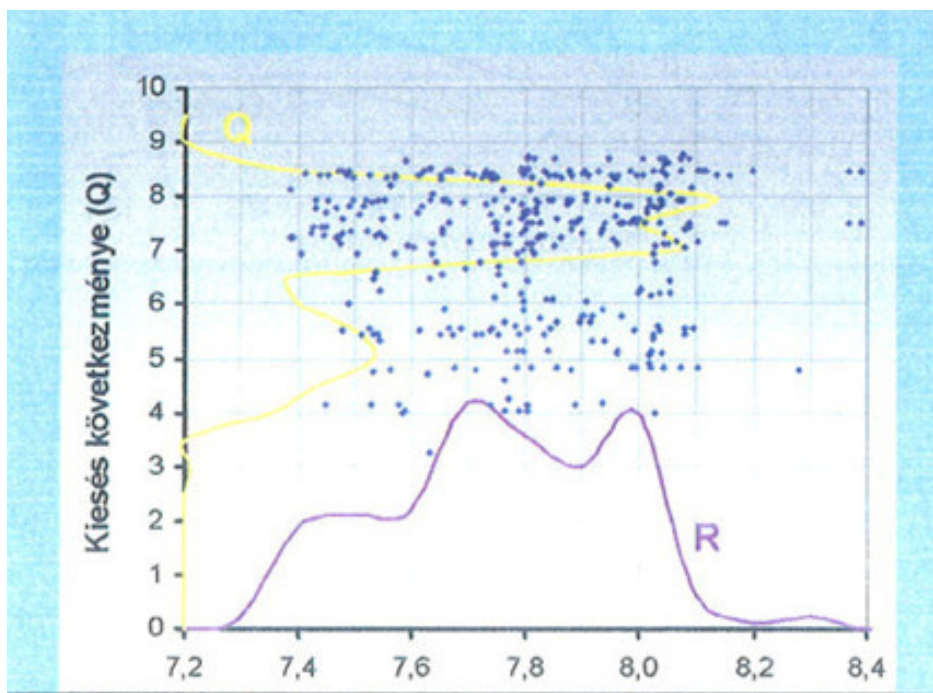
Ezen adatokból kerülnek előállításra az input adatok melyek már közvetlenül a modell bemenő adatait alkotják. Ezek kizárólag egy-egy kábelszegmensre vonatkoznak, értékük pedig megfelel a fuzzy motor bemeneteihez tartozó tagsági függvények tartományainak. A modell bemeneti adatai összefüggő csoportokba vannak rendezve, így strukturáltan elemezhető és kezelhető az egyes kockázati tényezők előállítása.

ELMŰ-ÉMÁSZ modell

A modell előzőekben ismertetett elvi sémája az ELMŰ-ÉMÁSZ-nál elvégzett adaptálás során további elemekkel került kiegészítésre:

- Szomszédos, sorosan kapcsolódó szegmensek vizsgálata:
célja, hogy a rövid szegmensek egy logikai felújítási egységbe kerüljenek a szomszédos szegmensekkel, melynek nyomán a rövid betoldások idővel felszámolódnak.
- Párhuzamosan haladó elemek figyelembevétele:
célja, hogy egy logikai felújítási egységet képezzenek a rossznak értékelt, egymással párhuzamos szegmensek. Ennek eredménye, hogy a rekonstrukció kijelölésénél kihasználásra kerül az egy árokban végezhető kábelcsere fajlagos árának a csökkenése.

4.3 Modellvizsgálat



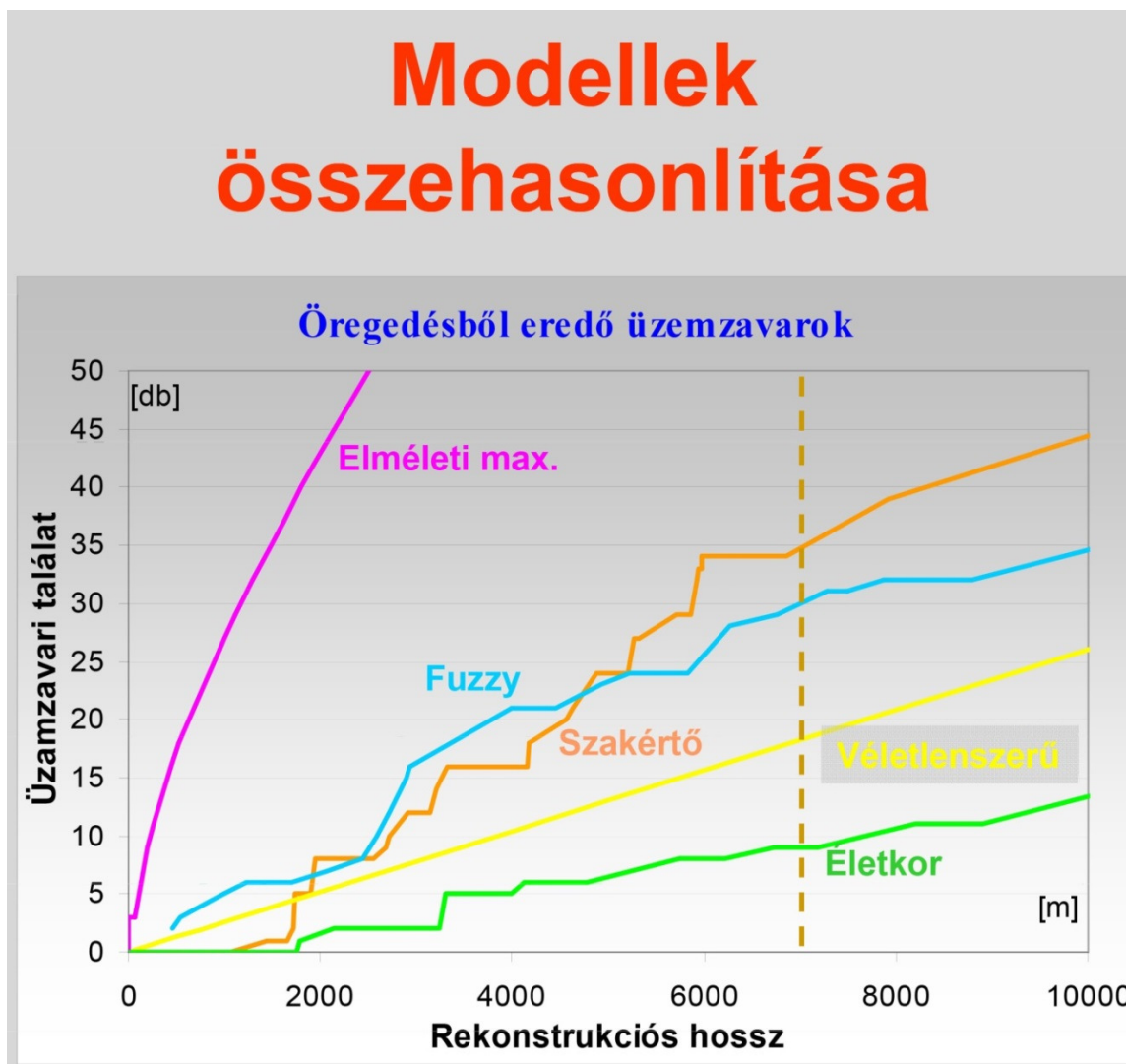
4. Kockázatkiértékelő modell futási eredményei [7]

Mintahálózat

A modellvizsgálat érdekében kiválasztott hálózati minta két 120/10 kV-os alállomás (Markó utca és Lágymányos) összesen 33 db 10 kV-os kábelvonalát tartalmazza, 91 km hosszban. Az általuk ellátott 10/0,4 kV-os transzformátorállomások a vonalakat 216 kábelszakaszra bontják, melyek összességében 514 db különböző korú, típusú és állapotú szegmensenet tartalmaznak. A kockázatértékelő modell segítségével meghatároztuk minden egyes kábelszegmens meghibásodási valószínűségére jellemző **R**, és az esetleges kiesés okozta hatást reprezentáló **Q** értéket egy 0 - 10-ig terjedő skálán. Az eredő **K** kockázatot a két érték szorzata adja, értelemszerűen egy 0 -100 skálán.

Az **R**, **Q** kockázati tényezők eloszlását az 4. ábra diagramja mutatja.

4.4 Modell-validálás



5.Értékelési modellek összevetése[8]

Kulcskérdés, hogy a kialakított modell állapotértékelési hatékonyságát (azaz a kiesés valószínűségére vonatkozó értékelését) lehet-e valamilyen objektív módon igazolni. Nem állnak rendelkezésre olyan független tudományos modellek, amelyek alapján a modell eredményeit meg lehetne ítélni, még a korszerű diagnosztikai mérések eredményeinek elemzése is hordoz magában dilemmákat az állapot megítélésének kérdésében. Ezen a területen egy olyan fogódzó kínálkozik, amely objektívnek tekinthető: magának a kábelnek a meghibásodása. Annak érdekében, hogy az üzempertési adatokkal összevethető legyen a modell értékelése a mintahálózat adatait egy korábbi állapotra (1999) kellett előállítani. Ezt a hálózati mintát a kifejlesztett modell állapotértékelő részével (továbbiakban állapotértékelő

modell), egy új szakértői értékeléssel és csak életkor szerint értékeltük. Az összevetést a háromféle értékelési mód, illetve a véletlenszerű kiválasztás között azok üzemzavart megjósoló perdikciós képessége tekintetében végeztük el: ez a találati „gyorsaságot” és „felfutási” meredekséget jelenti a várható rekonstrukciós nagyságrendbe eső legrosszabbnak ítélt elemek körében

Az 5. ábra kiértékelése:

A vízszintes tengelyen az adott értékelési módszer szerint sorba rendezett (cserélendő) elemek kumulált, teljes hosszra vetített százalékos aránya látható, a függőleges tengely mentén pedig az adott elemek kumulált meghibásodási darabszáma. Amely görbe meredekebben emelkedik, annak jobb az előrejelző képessége, azaz az a módszer hatékonyabb. Az ábrán feltüntettük a mintahálózaton az adott időszakban ténylegesen elvégzett 6900 m-nyi (7,6%) rekonstrukció egyenesét, láthatóvá téve a vizsgált időtávra jellemző rekonstrukciós hossz mellett az egyes értékelések használatával elméletileg „elkerülhető” meghibásodásokat. Az ábrán látható, hogy az üzemzavarok előrejelzésében a kialakított modell és a szakértői értékelés szignifikánsan jobbnak mutatkozik a csak az életkor szerinti vagy a véletlenszerű választásos értékeléseknél a reálisan megcélozható volumenű rekonstrukciós hossz mellett.

5. Eredmények és következtetések & Projekt management [7] [8]

5.1 . Eredmények

Az elvégzett vizsgálatok bebizonyították, hogy a kockázatértékelő modell alkalmazásával a szakértői tapasztalatok jól leképezhetők, illetve az így elvégzett értékelések szignifikánsan jobb eredményt szolgáltatnak a csak életkor szerinti vagy véletlenszerű kiválasztás eredményeinél. Kimutattuk továbbá, hogy a modell alkalmazásából jelentős, legalább 20%-os megtakarítás származhat. Ezt tovább javítják a szomszédos és párhuzamos kábelekkel történő logikai felújítási egységek képzése és értékelésben való tükröztetése.

A döntéstámogató rendszer integrációjával lehetővé válik az automatikus adat-előállítás a különböző adatforrásokból, illetve az eredmények alapján meghatározott hálózati munkák más, végrehajtást támogató rendszerek felé történő továbbítása. A kockázati mutató értéke

a modell használatának kezdetén csak relatív értékelésre ad lehetőséget, azaz a hálózatelemeket ez alapján lehet rangsorolni. A későbbiekben a modellel számított kockázat és a hálózat tényleges, mutatószámokban kifejezett teljesítménye (szolgáltatási színvonal és hálózati üzembiztonság) közötti összefüggések meghatározhatók. Így a modell eredményei már nemcsak relatív, hanem abszolút értelemben vett kiértékelésre is lehetőséget fognak adni, azaz a tervezés közvetlenül az elérendő teljesítménymutatók vonatkozásában történhet

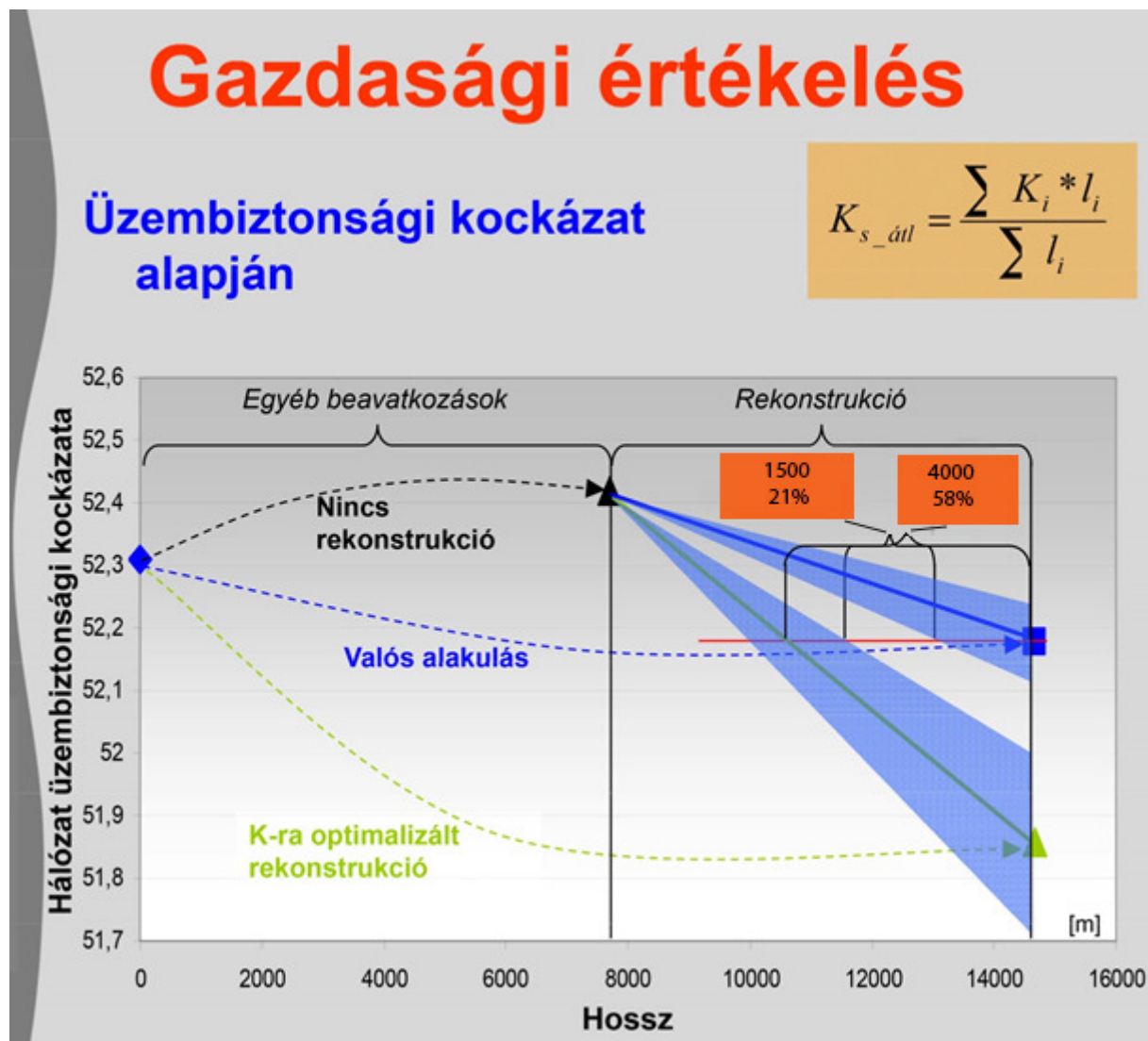
5.2 A modell alkalmazásának előnyei

- Egységes, konzisztens, átlátható kiválasztási metodika
- Megismételhető eredmények
- Adat- és ismerethiány kezelhetősége
- Automatizált működés
- Fejlesztési és rekonstrukciós munkák összekapcsolása
- Több évre történő tervezés
- Párhuzamos és szomszédos kábelek figyelembevétele
- Szakértők tudása leképzése, új ismeret beépítése
- Szignifikánsan jobb kiválasztási eredmények az életkor szerinti vagy véletlenszerű értékelésnél

5.3 A modell bevezetésének lépései

- A modell megalkotása, leprogramozása
- A modell hangolása, pilot vizsgálata
- Bemenő adatok előállítása:
 - Kábelhálózat műszaki adatainak gyűjtése
 - Kábelhibák helyének pontos, egységes rögzítése a nyilvántartási rendszerekben
 - Rendszerintegráció megvalósítása az automatizált adat-előállításhoz
- A program futtatása az ELMŰ-ÉMÁSZ teljes kábelhálózatán, finomhangolások elvégzése

5.4 Gazdasági értékelés



7. Gazdasági értékelés [8]

A modell használhatóságának bizonyítását követően megvizsgáltuk a modell alkalmazásával várható gazdasági előnyöket. Ehhez a modell használatával kétféle forgatókönyv hatását értékeltük a 1999-2009 közötti időszakra vonatkozóan: valós alakulásnak megfelelő, illetve a kockázatértékelő modell alapján kijelölt rekonstrukciókat végzik el. A hálózat állapotát a szegmensek kockázatának hosszal súlyozott átlagértékével jellemeztük: A nagyobb kockázati érték kockázatosabb állapotot jelent. A gazdasági összehasonlításhoz azt vizsgáltuk meg, hogy a valós alakulás szerinti 2009-es hálózati kockázatérték eléréséhez a kockázatértékelő modell használatával mennyivel kevesebb kábel rekonstrukciója elegendő. A kapott megtakarítás összességében 50-60% között adódik. Ha feltételezzük, hogy a szolgáltatói

program hatékonysága 20%-kal jobb, illetve a modell hatékonysága 20%-kal rosszabb a teljes hálózati minta esetén, akkor a várható megtakarítás legalább 20% mértékű.

A Rendszer egy hasonló adaptációja a MAVIR-nál és DÉMÁSZNÁL is bevezetésre került.

6. Források

1. <http://www.biprojekt.hu/Dontestamogato-rendszer.htm>
BI PROJEKT: ADATTÁRHÁZ és ÜZLETI INTELLIGENCIA (2013.nov.08-ai állapot)
2. http://hu.wikipedia.org/wiki/D%C3%B6nt%C3%A9st%C3%A1mogat%C3%B3_rendszer
Wikipédia- Döntéstámogató rendszer (2013.nov.08-ai állapot)
3. Fuzzy rendszerek - Kóczy T. László, Tikk Domonkos (2013.nov.08-ai állapot)
<http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/fuzzy-rendszerek-fuzzy/ch01s05.html>
4. http://hu.wikipedia.org/wiki/Elmos%C3%B3dott_halmazok_logik%C3%A1ja
Wikipédia - Elmosódott halmazok logikája (2013.nov.08-ai állapot)
5. <http://users.iit.uni-miskolc.hu/~szkovacs/Research/SzdipPR.pdf>
6. <http://www.geometria.hu/?p=374>
Geometria kft. hírarchívum (2013.nov.08-ai állapot)
7. ELEKTROTECHNIKA folyóirat 2011/03. szám
8. http://www.mee.hu/files/images/5/2_MEE2010_FuzzyLogika_A1_2.pdf
Csank András – ELMŰ Hálózati Kft., Dunay András – Geometria Kft.
Fuzzy-alapú- döntéstámogató rendszer bevezetése az ELMŰ-ÉMÁSZ-nál
(2013.nov.08-ai állapot)
9. <http://ganyemedes.lib.unideb.hu:8080/dea/bitstream/2437/3158/1/Diploma.pdf>
TÖBBÉRTÉKŐ LOGIKÁK - Muzsnai Adrienn (Łukasiewicz többértékő rendszere)
(2013.nov.08-ai állapot)