

Egy új módszer az informatikai projektek optimalizálására

Szerző: Németh Anikó

Témavezetők: Dr. Kosztyán Zsolt Tibor és Kiss Judit

Pannon Egyetem

Szervezési és Vezetési Tanszék

Kivonat

A projektek céljai valamilyen egyedi probléma megoldása, beruházás, fejlesztés megvalósítása. Minden projekt esetében az egyik legfontosabb kérdés, hogy egy-egy ilyen projekt megvalósítása mennyibe kerül, illetve mennyi ideig tart.

Számos olyan projekttel találkozhatunk, ahol a tevékenységek időtartamán túl a tevékenységek rákövetkezései sem biztosak, determinisztikusak (pl. informatikai, innovációs projektek). Az informatikai projekteknél sokszor alkalmazott agilis projekttervezési „filozófia” amely a cél helyett az időt, illetve erőforrás-, költség-szükségletet kezeli merev korlátként. Azonban a megközelítéshez nagyon kevés módszertani támogatás található. A hagyományos hálóttervezési módszerek (CPM, MPM, PERT, GERT) nem igazán használhatók.

Az igazi megoldást a projektstruktúra változtatási lehetősége jelentheti, mely a tevékenységek átszervezését is lehetővé teszi. Az informatikai projektek esetében ugyanis a tevékenységek végrehajtásának sorrendje nem minden esetben rögzített, sokszor a tevékenységek sorrendje felcserélhető.

Célom az volt, hogy olyan módszert fejlesszek ki, amellyel logikai hálóstruktúra átrendezésével a legvalószínűbb, végrehajtható a projektváltozatot képezzük le. Ezek mellett legyen lehetőség korábbi projekttervek felhasználására is. A tervezési fázis során határozzuk meg a projekt átfutási idejét, költség- és erőforrásigényét. A szakértők bevonásával vagy korábbi tapasztalatok alapján a tevékenységek végrehajtásának sorrendje logikailag változtatható és a merev idő- és erőforráskorlát betartható.

A projektek, folyamatok tervezésének és ütemezésének egyszerű és átlátható módja a mátrixban való ábrázolás. A függőségi mátrix (DSM), vagy akár a sztochasztikus hálóttervezési módszer (SNPM) a tevékenységek sorrendjének tervezésére szolgál. Az SNPM a tevékenységek közötti kapcsolatok erősségét is figyelembe veszi, valamint paraméterei változtathatóak, tehát szélesebb körben alkalmazható. Ennek a módszernek a továbbfejlesztése a projekt szakértői mátrix (PEM), amely a tevékenységek közötti összes lehetséges kapcsolat mellett tartalmazza a tevékenységek előfordulásának valószínűségeit.

Dolgozatomban rávilágítok, hogy milyen módon lehet tevékenységeket (biztos, lehetséges és elhagyható tevékenységeket) rangsorolni, értékelni. Hogyan lehet egy olyan projektstruktúrát/projektváltozatot meghatározni, amely valamennyi fontos elvégzendő tevékenységet tartalmazza, és az adott idő- és költségkorlátba belefér, továbbá a lehetséges projektszenáriók (projektváltozatok) közül a legvalószínűbb.

A módszer segítségével lehetőség nyílik a legvalószínűbb projektváltozat leképzésére, amely mind a hagyományos, mind pedig az agilis projekttervezést támogatja. Kisebb terjedelmű projektek esetén manuálisan is végezhetők a számítások. Viszont nagyobb projektek esetében szoftveres támogatást igényel. Reményeim szerint a javasolt módszert széles körben lehet majd alkalmazni informatikai és innovációs projektek esetén is.

Tartalomjegyzék

Bevezetés	1
1 A projekt céljai és fázisai	2
1.1 Az informatikai projektek kiemelt fontossága	4
1.1.1 Az informatikai projektek típusai	4
1.1.2 Információs rendszerek fejlesztési menete	5
1.2 Agilis fejlesztési megközelítés	7
2 Projektütemezési, hálótervezési módszerek	9
2.1 Mátrixokkal támogatott logikai tervezés	11
2.1.1 Sztochasztikai hálótervezési módszer	13
2.1.2 Eltérő tevékenységeket tartalmazó logikai tervek kezelése	15
3 Legvalószínűbb projektváltozatok rangsorolása és kiválasztása	18
3.1 Az algoritmikus módszerhez kapcsolódó fogalmak ismertetése	18
3.2 Projekt változatok számítása (RPL-módszer)	25
3.3 Struktúramátrixok létrehozása	26
3.4 RPL- módszer egy példán keresztül	27
4 Bemutatott módszer(ek) gyakorlati használhatósága példákon keresztül	29
4.1 Tevékenységek rangsorolása megvalósulási valószínűségük szerint	36
4.2 Kapcsolatok rangsorolása a kapcsolati erősségek alapján	40
4.3 Elhagyható tevékenységek és kapcsolatokat tartalmazó feladat esetén a kiválasztási sorrendek meghatározása	44
4.3.1 Tevékenységek kiválasztási sorrendje	44
4.3.2 Kapcsolatok kiválasztásának sorrendje	47
Összefoglalás	49
Függelék	52
Irodalomjegyzék	52

Ábrajegyzék

1. ábra: Szoftverfejlesztési folyamat [6], [15].....	5
2. ábra: MoSCoW - elemzés ábrája az elemzés fázisához [17]	6
3. ábra: A hagyományos és az agilis megközelítések közti különbség [8]	7
4. ábra: DSM reprezentációja [11], [20]	11
5. ábra: DSM reprezentációja – be- és kimenetek[11]	12
6. ábra: Felső és alsó háromszög a DSM-ben	12
7. ábra: DSM alapvető kapcsolatai [11], [21], [23].....	13
8. ábra: Az SNPM reprezentálása [6].....	15
9. ábra: Az PEM reprezentálása [6]	17
10. ábra: PEM kapcsolati mátrixokká alakításának menete	25
11. ábra: SNPM-ekből a struktúra mátrixok kialakításának menete	26
12. ábra: PEM reprezentációs gráfja	29
13. ábra: A tevékenységek megvalósulásának valószínűségi értékei	40
14. ábra: PEM és reprezentációs gráfja.....	44
15. ábra: rPEM redukált reprezentációs gráfja F tevékenység elhagyása után	46
16. ábra: rPEM redukált reprezentációs gráfja B tevékenység elhagyása után.....	46
17. ábra: Tevékenységek megvalósulásának valószínűségi értékei	47

Bevezetés

Informatikai projektek esetében hagyományos hálótervezési (CPM, MPM, PERT, GERT) módszerek nem igazán használhatók, mert a projekt átfutási idejét meghatározza a projektstruktúra. Azonban informatikai projektek esetében a tevékenységek végrehajtásának sorrendje nem mindig rögzített, felcserélhető, vagy helyettesíthető más tevékenységekkel, esetleg némelyikük el is hagyható. Az ilyen projektekre az agilis projekttervezési megközelítés jellemző, ahol merev korlátként kezelik az időt, erőforrás- és költségigényeket. Igazi megoldás a projektstruktúra változtatása, a tevékenységek átszervezése lehet.

Kutatásom célja elsősorban egy kiválasztási módszer megalkotása, amely a logikai tervezői munkát segíti, illetve hatékony segítséget nyújthat vállalati szakembereknek, projektvezetőknek, különösen a bizonytalansággal jellemezhető informatikai projektek esetén. Az informatikai projektek során elvégzendő tevékenységeket rangsorolni, értékelni lehet. Fontos, hogy a kiválasztási módszer azon tevékenységeket, kapcsolatokat válassza ki, amelyek szükségesek a projekt elvégzéséhez, illetve a legvalószínűbb projektváltozatot kapjuk meg eredményül.

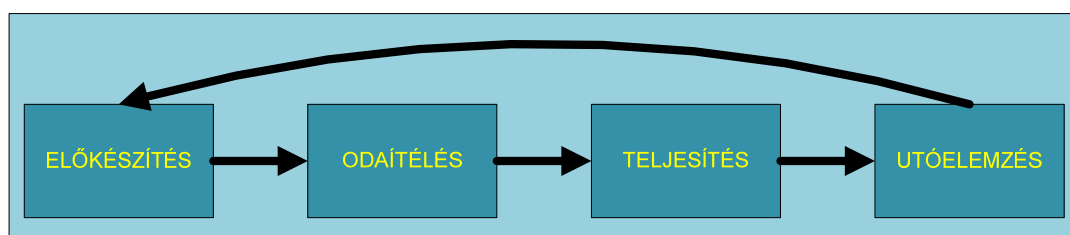
A dolgozatom első fejezetében ismertetem a hagyományos projektekhez képest az informatikai projektek sajátosságait, típusait. A második fejezetben a munkám során érintett hálótervezési módszereket mutatom be, illetve hasonlítom össze egymással. A harmadik fejezetben a kutatásomhoz nagyon szorosan kapcsolódó fogalmakat foglalom össze, melyeket a könnyebb érthetőség kedvéért példákkal illusztráltam. A legutolsó fejezetben pedig gyakorlati példákön keresztül szemléltetem kutatásom eredményeit.

1 A projekt céljai és fázisai

A *projekt* minden olyan egyszeri, összetett tevékenységek sorozatából álló feladat, melyeket meghatározott cél elérése érdekében hajtanak végre, előre definiált műszaki paraméterek, valamint meghatározott idő- és költségtényezők megtartása mellett.

- Projekt = célmegvalósítási folyamat
- Projektmenedzsment = folyamat vezetése és szervezése + megvalósításhoz szükséges módszertani és technikai eszközök.

A létesítménymegvalósítási projektek életciklus általában négy fázisból áll, melyek úgynevezett döntési pontokkal kapcsolódnak egymáshoz. Ezen ciklus működőképességét a beruházó fejlesztési stratégia indukálja. [1]



Előkészítés Projektkialakítás	Odaítélés	Teljesítés	Utóelemzés
Itt kell leszögezni a létesítménnyel kapcsolatos elképzeléseket, a stratégiai célt, valamint az egész projekt megvalósíthatóságának feltételeit, amely az egyes változatok közötti döntés fontos előkészítő eleme.	Itt történik a projektstratégia kialakítása, melynek alapvető célja a fizikai megvalósításban résztvevők felelősségeinek definiálása mellett olyan körülmények tisztázása, amelyet a teljes kivitelezési folyamat során figyelembe kell venni. Itt kell meghatározni azt a modellt, melynek teljesítésével az adott projektet megvalósítani kívánjuk.	Megvalósul az elkészült projekteredmény, melynek módosítására már nincs lehetőség, legfeljebb egy újabb projekt keretében.	Próbaüzemmel zárul a projektmegvalósítási folyamat, melynek vizsgálati eredményei egyfajta visszacsatolásként kerülnek felhasználásra. Amennyiben a visszacsatolás negatív, a hibafeltárást követően azok negatív hatását a megfelelő fázisban szükséges semlegesíteni.

1. Táblázat: A projektmegvalósítás folyamata [1], [2]

Eredményesebb teljesítéshez vezetne, ha már a korábbi fázisok során is kapnának visszajelzéseket a megrendelők, a paraméterek betartását illetően. Valamint fontos lenne, hogy a kivitelezési, teljesítési fázist is nyomon tudják követni, így ha bármi kérdés merülne fel, azonnal közbe tudnának avatkozni. Minden projekt egyik sajátossága az egyedisége, azonban különböző feladatok tartalmazhatnak ismétlődő lépéseket. Tehát, ha egy lépéssor végrehajtására már van egy jól alkalmazható eljárás, akkor az a következőkben is felhasználható lehet másik projekthez. [3]

„Egy projekt időterve tulajdonképpen nem más, mint a projekteredményt létrehozó tevékenységfolyamat elemeinek időbeli összefüggéseit grafikai úton is megjelenítő teljesítési programja.” [1]

Az elvégzendő folyamat összes komponensére elkészített modell segítségével a teljes folyamat megismerése lehetővé válik. A teljes folyamat megértéséhez nélkülözhetetlen a vezetés és az alkalmazottak támogatása. Végző soron pedig különösen összetett projektek esetén egy támogató szoftver nagymértékben segíteni tudja a tervezési szakasz hatékonyságát. [4]

A célkitűzést követően a projekt életciklus első fontos és meghatározó lépése a tervezés, amely az előkészítési fázis egyik fő része. Egy itt felmerülő probléma (például statikai kivitelezhetetlenség, beépíthetetlen terület stb.) súlyos negatív hatásokat okozhat a későbbi szakaszokat illetően, veszélybe sodorva akár a projekt megvalósítását is. Olyan jellemzők kerülnek meghatározásra, amelyeket az egész életciklus folyamán figyelembe kell venni, ezen jellemzők pontatlan meghatározása szintén kockázati tényezőként jelentkezik. A teljes terv tartalmazza az összes feladatot, határidőket, a szükséges erőforrásokat, felelőségeket és hatásköröket, a feladatok egymással való kapcsolatait és minden információt, amely a projekt sikeres kivitelezéséhez szükséges.

A tervezési szakaszban nagyon nagy jelentőségük van a projekttervezési technikáknak, azon belül is a leggyakrabban használt hálótervezési módszereknek és technikáknak, illetve az ezeket támogató számítástechnikai eszközöknek.

Nagy figyelmet kell fordítani a feladatok ütemezésénél, illetve a szükséges erőforrások meghatározásánál, hogy a projekt kivitelezése a munkavállalók napi tevékenységeivel összeférhető legyen. Eddigi munkájukat nem hanyagolhatják el, nem hátráltathatja a projektmegvalósítás munkájuk elvégzésében sem. [5]

A tervezési folyamat egyik alapvető, sok mai projekttervezést támogató szoftver alapjául is szolgáló eszköze a logikai háló. A logikai háló létrehozásához a tevékenységek, valamint a közöttük lévő rákövetkezések, relációk ismerete szükséges. A jó logikai háló tükrözi a folyamat tevékenységeinek logikai, technológiai, idő és gazdasági összefüggéseit. A logikai háló a feladatok kapcsolatának és esetenként időtartamának meghatározására szolgál. Komplex tevékenységek (rész)feladatokra bontása során nagy hangsúlyt kell fektetni a követő, megelőző, illetve párhuzamosan végezhető feladatokra. A logikai háló még konkrét időadatokat nem tartalmaz, egyszerűen a hálótervezés során felmért és felismert kapcsolatokra épül. Logikai hálók használatával a teljes tevékenység jól átlátható, ezáltal kezelhetőbbé válik, elősegíti a koordinációt, a megvalósítás jobban nyomon követhető, ellenőrizhető. Számítógépes szoftverek igénybevétele pedig gyorsítja a tervezési, ellenőrzési folyamatokat. [3]

1.1 Az informatikai projektek kiemelt fontossága

Informatikai projektek alatt értünk minden olyan, az adott szervezet stratégiai céljainak megvalósítása érdekében kialakított projektet, amely az elérendő projekteredmény tekintetében informatikai megoldások bevezetését, fejlesztését, illetve továbbfejlesztését valósítja meg. Ez nem feltétlenül számítástechnikai eszközök alkalmazását jelenti, hiszen az információ előállítása, feldolgozása, áramoltatása, és megjelenítése nem csak ilyen konstrukciók felhasználásával végezhető. Jelentős komplexitásuk és speciális kompetenciaigényük miatt az informatikai projektek egyre inkább külső projektként jelennek meg a szervezetek életében. [6]

A vállalatok elengedhetetlen üzleti céljainak kiszolgálója az informatika és eszközei. Az informatikai projektek általában egy évnél rövidebb időtartamot ölelnek fel, de egyes rendszerek bevezetése akár még hosszabb ideig is eltarthat. Ilyenek lehetnek például az integrált vállalatirányítási rendszerek bevezetései. Az eredményes informatikai projektek végrehajtásához szükség van a pontos tervezésre, de be kell látnunk, hogy a rendelkezésre álló módszerek az informatikai projektekhez nem minden esetben a legalkalmasabbak. A nem megfelelő módszer hiányában megnő a valószínűsége, hogy a projekt végrehajtása a tervezett idő-, erőforrás-, költségkorlátokat meghaladja.

Az informatikai projektek esetében nem mindig határozható meg előre, nehezen becsülhető az egyes tevékenységek végrehajtásához szükséges időtartam, illetve ezek mellett még a tevékenységek végrehajtási sorrendje sem kötött, mint ahogy a hagyományos projektek esetében. Informatikai projektek tevékenységei felcserélődhetnek, ismétlődhetnek, sőt szakértői vélemények alapján akár a megvalósítás során el is hagyhatóak, amiket természetesen a későbbiekben még pótolhatnak. [7]

Integrált vállalatirányítási rendszerek fejlesztése során, vagy akár más fejlesztési projekteknél egyes tevékenységek, tevékenységcsoportok ismétlődhetnek más projekteken is, azaz ugyanazon intézkedéseket végezhetik el. Célfüggvény(ek) alapján kiválasztható az optimális projektterv, illetve a korábbi tapasztalatok felhasználhatók. A tevékenységek közötti kapcsolatok, illetve valószínűségi változók módosulhatnak attól függően, hogy milyen volt az előzetes bevezetés. [8]

1.1.1 Az informatikai projektek típusai

Az informatika nagyon széles területet ölel fel, műszaki tartalom alapján pedig sok fajtáját különböztethetjük meg.

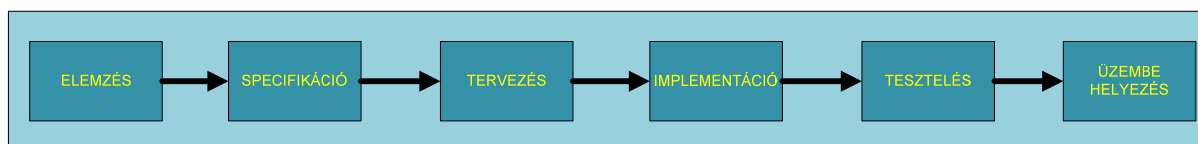
- A termékfejlesztési projekt célja, valamilyen általános célú, kereskedelmi forgalomba kerülő szoftvertermék kifejlesztése.
- Az egyedi alkalmazásfejlesztési projekt esetén az előbbivel ellentétben az ügyfél speciális igényei szerint történik a program vagy rendszer fejlesztése.
- Az alkalmazásintegrációnál az ügyfélnél futó különböző módon és különböző időben elkészített programok, rendszerek közötti együttműködés kialakítása a cél. Különböző hardverek és szoftverek beszerzését foglalja magába az infrastruktúrafejlesztés. A különböző gyártó által készített hardver- és szoftverelemek működő rendszerbe történő összeállítását jelenti a rendszerintegráció.

- A bevezetési projekt egy nagyobb, bonyolultabb, paraméterezzhető szoftvertermék üzembeállítása, melynek során el kell végezni a termék paraméterezéssel történő tesztre szabását, a vállalati folyamatok és a szoftver közelítését, valamint a betanítást (például ilyen egy integrált vállalatirányítási rendszer bevezetése is).
- További projekttypusok lehetnek:
 - „tanulmánykészítési” projekt (előkészítés, felmérés, bevizsgálás),
 - tesztelési projekt. [8]

A legtöbb informatikai projekt ezen projekttypusok keveréke, mert nem tartozik egyértelműen egyik csoportba sem. Például nincs bevezetési projekt infrastruktúrafejlesztés, alkalmazásfejlesztés nélkül. [9]

1.1.2 Információs rendszerek fejlesztési menete

Egy program kifejlesztése során általánosságban a következő 6 elemről, fázisról beszélhetünk:



1. ábra: Szoftverfejlesztési folyamat [2], [8]

Az első fázis során – **elemzés** - mérik fel az igényeket, ez elsősorban annak a vállalatnak a feladata, ahova majd bevezetésre kerül a rendszer. Az első lépés indulhat ötlet vagy egy konkrét megrendelés alapján is. Tartalmaznia kell a felhasználói célokat, elvárásokat, a megvalósíthatóság határait, az elkészítés határidejét, valamint az elfogadás és visszautasítás előre rögzített feltételeit. A legfontosabb kérdések egyike, hogy mi lesz a program funkciója, illetve célja. [2], [8], [10]

Az elemzés fázisát segítheti az úgynevezett **MoSCoW**-elemzés készítése. 4 területre osztjuk azokat a funkciókat, tevékenységeket, tevékenységek kapcsolatait, rákövetkezéseket, amelyek a projektben szerepelnek. Az első terület az **'M'**-mel jelölt (must have) kategória. Ide írjuk azokat a funkciókat, amit mindenképpen meg akarunk valósítani. Ha ezek nem készülnek el, akkor nem vesszük át a rendszert. Ezért ezeket a követelményeket a specifikációban és majd a szerződés mellékletében is rögzítenünk kell. Az **'S'**-sel jelölt területen (should have) sorolhatjuk fel azokat a funkciókat, amelyek bár ajánlottak, szükségesek számunkra, de ha nem készülnek el, a projekt teljesítésének sikeres kimenetelét nem befolyásolják. A későbbiekben viszont kisebb változtatásokkal megvalósíthatóak. A **'C'**-vel jelölt kategória (could have) a „nem árt, ha van” funkciók kategóriája. Az ide sorolandó tevékenységek megvalósíthatók, de vagy túl sok költséget/erőforrást igényelnek, vagy megvalósításuk túl sok ideig tart. Az itt felsorolt funkciók majd egy későbbi fejlesztés alapjai lehetnek. A **'W'** kategória (won't have) lesz azon funkciók gyűjtőhelye, ami biztosan nem fog az adott projekt keretein belül elkészülni. [10]



2. ábra: MoSCoW - elemzés ábrája az elemzés fázisához [10]

A tevékenységek (relatív) fontosságának meghatározása során mi is ezt a felosztási elvet követjük. A kötelezően végrehajtandó tevékenységek (relatív) fontosságát 1-gyel jelöljük. Azoknak a funkcióknak a relatív fontosságát, amelyek, ugyan a szerződésben nem szerepelnek, de viszonylag kis idő-, költség-, erőforrás-ráfordítással megvalósíthatók és ezáltal a szakértők a lehetőség szerint megvalósítandó (should have) kategóriába sorolták, 0,5-nél nagyobb értéket rendelünk. A megvalósítható, de magas költség-, idő-, és erőforrás-igényű tevékenységek végrehajtásához 0,5 vagy az alatti relatív fontosság rendelhető (could have kategória). Az ebben a projektben biztosan el nem készülő tevékenységek végrehajtásának (relatív) fontossága 0.

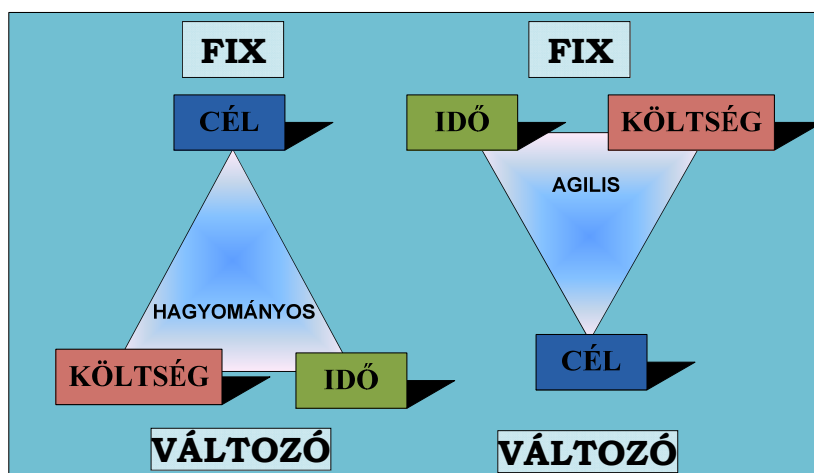
A következő a rendszer fejlesztési menetében a **specifikáció**, amely már egy közös munka eredménye. Ebben a fázisban meghatározzák, mit tartalmazzanak, és hogy nézzenek ki a modulok, hogyan kapcsolódjanak egymáshoz. Itt már a cél, hogy olyan részletességig dolgozzák ki a funkciókat, hogy abból a fejlesztő el tudjon kezdeni dolgozni. A **tervezést** már szinte kizárólag a fejlesztő cég fogja elkészíteni. A tervezésnek ki kell részletekbe menően térnie a bemenő/ kimenő paraméterek meghatározására, a kommunikációra, valamint a felhasználói felületre. A részletes tervezés után következhet az **implementáció**. Az implementáció a program konkrét megvalósításáról szól. E fejlesztési lépcső végeredménye maga a futtatható program. A fejlesztői környezet kiválasztását nagyban befolyásolja a megvalósítani kívánt feladat.

Az üzembe helyezést megelőzi a tesztelés fázisa. A **tesztelés** célja a programban előforduló hibák kiszűrése és kijavítása, hogy a felhasználó már egy hibamentes, az elvárásoknak és a specifikációnak megfelelően működő programot kapjon a kezébe. A fejlesztés során még sok hibával találkozhatunk, de minél alaposabbak voltak az előző fázisok, annál kisebb a valószínűsége, hogy a program hibásan fog működni. Az **üzembe helyezés** során a kész programot átadják a felhasználónak, természetesen a programhoz tartozó valamennyi adathordozó és dokumentáció kíséretében. Az üzembe helyezés egyik fontos része maga a telepítés, és az

abban nyújtott támogatás, valamint a leendő felhasználók betanítása a használatra. [2],[8], [10]

1.2 Agilis fejlesztési megközelítés

Néhány projekt speciális megközelítést kíván. A projektmenedzsment két fő megközelítést ismer, név szerint a tradicionálist, azaz a hagyományost, illetve az agilist. A hagyományos projektmegközelítések esetében adott az elérni kívánt cél, amelyet adott idő-, költségkereten belül el kell érni. Az agilis „filozófia” esetén viszont korlátként az idő és költségek szolgálnak, de hogy ezen kereteken belül a kitűzött célt hogyan, milyen tevékenységek sorozataként érem el, már nem. [11]



3. ábra: A hagyományos és az agilis megközelítések közti különbség [11]

A klasszikus, hagyományos projektek esetében a kérdés mindig az, hogy mennyi lesz a projekt költségkerete. A hagyományos személet szerint merev korlátként kezeljük a célt, eredményt, amit el szeretnénk érni, viszont a kívánalmakhoz mérten az idő és költségek változni fognak. Az agilis megközelítés esetében pedig a következő kérdés merül fel: adott költség- és időkorlát mellett mennyi projekttevékenység hajtható végre, meddig jutok el a projektmegvalósításban? A nevezett korlátokat a megbízó(k), jövőbeni vásárló(k) adjá(k), melyeket a fejlesztőkkel együttműködve határoztak meg. A céljuk az, hogy a korlátokat (idő és költség) ne lépjék túl, az eredmény vagy cél változása mellett. Informatikai projektek esetében inkább az utóbbi megközelítés használható, hiszen itt az idő- és költségkorlátok mellett nem ismert a kimeneti eredmény, csak egy tervszel, elképzeléssel rendelkeznek. [12], [13]

Egy egyszerű példán még szemléletesebb a különbség a két megközelítés között. Hasonlatképpen vegyünk egy 10 kilométeres távú versenyt. A tradicionális megközelítés szempontjából a célt, melyről tudja, hogy merre van, és hol keresse, el kell érnie amilyen gyorsan csak tudja. Abban az esetben, ha az agilis megközelítést részesíti előnyben a versenyző, akkor nem tudja pontosan, hogy merre is van a cél, de tudja, hogy mit tegyen, hogy oda elérjen. Az agilis „verseny” inkább egy időversenyhez hasonlítható, ahol is meg van adva, hogy minél gyorsabban és távolabb fusson 60 perc alatt. [13]

Esetenként nem a minőség a legfontosabb célfüggvény, hanem az idő- és a ráfordításkorlátok, melyeket be kell tartani, így az agilis módszer kerül a középpontba. Az agilis módszer elvei hangsúlyozzák, hogy

- a rövidebb periódust kell előnyben részesíteni,
- a megrendelőknek, üzleti szakembereknek és a szoftverfejlesztőknek naponta együtt kell dolgozniuk a teljes projekt során,
- a követelmények változása elfogadott, még a fejlesztés késői szakaszában is,
- a legnagyobb prioritás a megrendelő igényeinek megfelelő, értékes szoftver korai és folyamatos kiadása,
- a fejlesztési csapaton belül az információk átadásának leghatékonyabb módja a személyes kommunikáció.

Hátrányai, hogy kiforratlan, és csak gyakorlott fejlesztőknél használható. Az agilis megközelítésnek még nincs igazán megfelelő, kiforrott módszertana, túlságosan meg kell változtatni a fejlesztési kultúrát, hogy jól működjön az agilis szemlélet, megközelítés.

2 Projektütemezési, hálótervezési módszerek

A projektmenedzsment ma már széles szakirodalmi háttérrel rendelkezik. A projekttervezés és –irányítás során különböző technikák segítik a menedzsert, hogy kezelni tudja a projekt komplexitását és határidőkön alapuló természetét. Számítalan módszert és technikát fejlesztettek ki, melyek a projekt kezdetétől egészen annak végéig segítik a projektmenedzsereket feladatuk teljesítésében. A leggyakrabban használt eszközök közé különböző projektmenedzsment szoftverek, illetve a Gantt-diagram tartozik. Nagyon alkalmas arra, hogy bemutassuk a menedzsmentnek a projekttervet, a projekt helyzetét, valamint arra is, hogy napról-napra kövessük a projekt előrehaladását. [8], [14]

A projektmenedzsment szoftverek a megadott tevékenységek, illetve hozzá tartozó időtartamok, rákövetkezések segítségével képesek elkészíteni a Gantt-diagramot, illetve valamilyen hálótervet. A hálótervezési módszerek több szempont szerint csoportosíthatók. Egyrészt megkülönböztetünk AoA¹- és AoN²-hálókat, másrészt determinisztikus és sztochasztikus hálókat. Az alapvető különbség a hálótervezési módszerek ez utóbbi csoportosítása között, hogy a determinisztikus tervezés esetén a tevékenységidők jól meghatározott értékek, a sztochasztikus tervezésnél pedig a tevékenységidőket valamilyen valószínűségi eloszlás sűrűségfüggvényével határozhatjuk meg. [14], [15]

A projektek során gyakran előforduló probléma, hogy nem megfelelően gazdálkodnak az idővel és a rendelkezésre álló erőforrásokkal. Ennek következtében jelent meg az igény új technikák és módszerek kidolgozására, melyek ha megoldani nem is, de segíteni tudják a tervezés során felmerülő problémákat. A hálózatelemzési módszerek célja megtalálni a kritikus útvonalat a hálózatban, mely kritikus út lesz a projekt tervezésének és irányításának az alapja. [14]

¹ AoA (Activity on Arc) – tevékenység-nyíl háló

² AoN (Activity on Node) – tevékenység-csomópontú háló

A következő táblázat az ismertetett módszerek, ábrázolási technikák rövid összefoglalását tartalmazza, kiemelve előnyeiket és hátrányaikat, ezáltal lehetővé válik a módszertanok közötti fejlődés nyomon követése.

<i>Módszer</i>	<i>Jellemzői</i>	<i>Előnye</i>	<i>Hátránya</i>
Gantt-diagram	Vonalas ütemterv, oszlopdiagram	Egyszerű, áttekinthető, szemléletes.	Korlátozott számú tevékenység esetén használható.
CPM³	Determinisztikus, tevékenység-nyíl háló.	Elemzésre és ellenőrzésre is használható; különböző időadatok, tevékenységek közötti logikai kapcsolat megjelenítése.	Vizuálisan nem érzékelhetők a várakozások és átfedések, nem szemléletes, szigorú vég-kezdet kapcsolat.
MPM⁴	Determinisztikus, tevékenység-csomópontú háló.	Tevékenységszámtól függetlenül képes érzékelteni a logikai kapcsolatokat, többféle kapcsolat, korlátok.	Csak determinisztikus időadatokat kezel.
PERT⁵	Determinisztikus és sztochasztikus időadatokat is képes kezelni.	Alkalmas az időtartam becslési bizonytalanságának kezelésére.	A tevékenységek időtartamait függetleneknek feltételezzük. Csak a becslésből adódó bizonytalanságokat kezeli, a véletlen hatásokat nem.
GERT⁶	Determinisztikus és sztochasztikus időadatokat is képes kezelni. A tevékenységek közötti kapcsolatok valószínűségi változók.	Döntésemények, továbbá lehetséges projekt változatok kezelése.	A tevékenységek időtartamait függetleneknek feltételezzük, csak döntési alternatívákat kezel, de nem kezeli a tevékenységek között a rákövetkező relációkat valószínűségi változóként.
DSM	Komplex rendszerek reprezentálása, rendszer-elemek egymásra utaltságának megjelenítésére ideális.	Egyszerű, áttekinthető, nemcsak korlátozott számú események esetén használható. Visszacsatolásokat is enged.	Determinisztikus adatokat kezel, ha kezel

2. Táblázat: A projekttervezési és ábrázolási módszerek összehasonlítása [7], [8]

Az alapvető technika a CPM, illetve a PERT volt. Modellezési értelemben mindkettő alapja a tevékenység, illetve az azok közötti logikai összefüggést teremtő kapcsolat. [16]

A fejlődés következő lépése, az MPM ugyan még mindig csak determinisztikus adatokat használt, azonban már többféle kapcsolatot is tud kezelni, nemcsak befejezés-kezdés típusú kapcsolatot.

³ CPM (Critical Path Method) – kritikus út módszere

⁴ MPM (Metra Potential Method) – metra potenciális módszer – Tartalékidők módszere

⁵ PERT (Program (or Project) Evaluation and Review Technique) – Valószínűségi változók módszere

⁶ GERT (Graphical Evaluation & Review Technique)

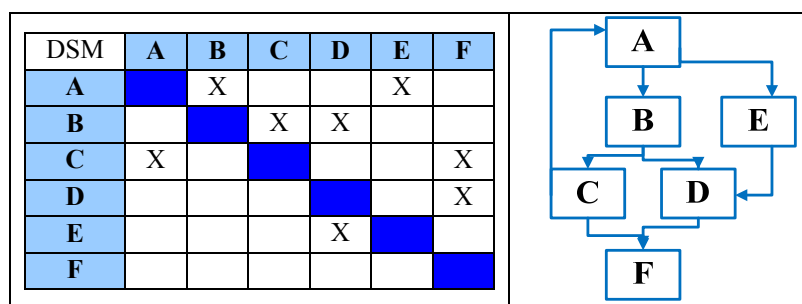
A PERT már sztochasztikus időadatokkal is dolgozik, hiszen optimista, pesszimista és legvalószínűbb becslést is rendel a tevékenységekhez. A tevékenységidőket valószínűségi változókként. A GERT-módszer esetében döntési helyzetekben már a tevékenységek közötti kapcsolatokat is valószínűségi változónak tekintik. [16]

Informatikai projektek során a tevékenységek átfutási idejét gyakran nehéz megbecsülni a számos befolyásoló tényező miatt. Emiatt sztochasztikus valószínűségi változónak célszerű tekinteni a tevékenységek időtartamait.

A gráfelméletben megismert adjacencia mátrix is használható az előbbieken ismertetett projektek illetve folyamatok leírására, hiszen a tevékenységek közötti kapcsolatokat nem csak hálótérvek, diagramok írhatják le, hanem ábrázolhatók akár mátrixban is. Ilyen mátrix a DSM⁷, illetve a későbbiekben ismertetett SNPM⁸, illetve PEM⁹. [8]

2.1 Mátrixokkal támogatott logikai tervezés

A **DSM** (Dependency Structure Matrix), azaz Függőségi mátrix, egy rendszermodellező és projektmenedzsment eszköz. Rendszermodellező eszköz, hiszen képes komplex rendszerek áttekinthető reprezentálására, továbbá rendszer elemek (alrendszerek és modulok) közötti kölcsönhatások, függőség/ egymásrautaltság, összeköttetés megjelenítésére. Projektmenedzsment eszköz, mert olyan projekt reprezentációt nyújt, amely a visszacsatolásokat is megengedi. A DSM lehetővé teszi bármilyen rendszer egységei közötti összefüggések modellezését, vizualizálását és elemzését, továbbá javaslatokat nyújt a rendszer fejlesztésére vagy felépítésére. A DSM a tevékenységek sorrendjének tervezésére szolgál. A mátrix tartalmaz egy listát minden érintett alrendszerről/ tevékenységről és ezek közti megfelelő függőségről. [17], [18], [19], [20]



4. ábra: DSM reprezentációja [17], [19]

A mátrix elrendezése a következő: a rendszer elemeinek nevei egymás alatt vannak felsorolva a sorok megnevezéseképpen, illetve az oszlopok fejléceként a mátrix tetején ugyanabban a sorrendben. A tevékenységek végrehajtási sorrendjét is mutatja. A tevékenységek közötti kapcsolatot 'X'-jel jelöli a diagonálon kívüli cellákban. Általában nincsenek értékek a diagonálisban, de akár tartalmazhatják a tevékenységek időtartamait. [8]

DSM	KIMENETEK
-----	-----------

⁷ DSM: Dependency Structure Matrix

⁸ SNPM: Stochastic Network Planning Method

⁹ PEM: Project Expert Matrix

		A	B	C	D	E	F
BEMENETEK	A		X			X	
	B			X	X		
	C	X					X
	D						X
	E				X		
	F						

5. ábra: DSM reprezentációja – be- és kimenetek [17]

Az itt feltüntetett ábra elvégzendő tevékenységek halmazából áll. A sorokban azokat a tevékenységeket jelölik, melyek kimenetei szükségesek a sorhoz tartozó oszlopokban feltüntetett tevékenységek elvégzéséhez. Az 'X'-jel kiváltható '1'-essel is a kapcsolatok ábrázolására, a kapcsolat hiányát pedig '0' mutathatja. Így egy bináris mátrix (bináris DSM) segítségével is lehetővé vált egy projektsablon megjelenítése.

A mátrix megmutatja, hogy mely tevékenységeknek mely tevékenységgel van kapcsolata, függősége, illetve, hogy közöttük milyen irányú az információáramlás.

DSM		KIMENETEK					
		A	B	C	D	E	F
BEMENETEK	A		X			X	
	B			X	X		
	C	X					X
	D						X
	E				X		
	F						

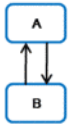
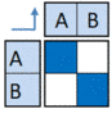
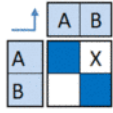
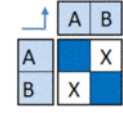
6. ábra: Felső és alsó háromszög a DSM-ben

A diagonális feletti jelek (mátrix felsőháromszögében) előremutató információ átadást mutatnak későbbi tevékenységeknek, míg a diagonális alatti jelek (mátrix alsóháromszögében) korábbi tevékenységekhez szolgáltatnak információkat a visszacsatolás által.

Három alapvető kapcsolattípust különböztetünk meg a rendszerelemek/tevékenységek között:

- párhuzamos,
- soros,
- összefüggő.

A párhuzamos rendszerelemek nem hatnak egymásra. Projekt esetén a projekt tevékenységek függetlenek egymástól, közöttük információáramlás nem megfigyelhető. Soros konfiguráció esetén egyik elem befolyásolja a másik elem viselkedését vagy döntését. Tehát ha a B tevékenység az A-n alapul, azaz A-t teljesíteni kell mielőtt B elkezdődhetne. Az összefüggő rendszer kölcsönössége figyelhető meg. A befolyásolás vagy az információ folyam összefonódik.

Kapcsolat	Párhuzamos	Soros	Összefüggő
Gráf reprezentáció			
DSM reprezentáció			

7. ábra: DSM alapvető kapcsolatai [17], [20], [21]

A mátrix-módszer legfőbb előnye a többi módszerrel szemben a tömörsége, továbbá a mátrix méretétől függetlenül könnyen átlátható, egyszerűen áttekinthetők a tevékenységek közötti kapcsolatok. Megfelelő tervezői keretrendszert nyújt a vezetői döntésekhez, ezáltal használható a tevékenységek sorrendjének tervezésére. [8], [20]

A **DSM** és a **GERT** is valószínűségi változókkal foglalkozik, azonban az első mátrix formában, míg a GERT hálóként írja le a tevékenységek közötti kapcsolatokat. A mátrix tudja kezelni a tevékenységek közötti ellentétes irányú rákövetkezéseket, azonban a GERT-hálónál ezt nem lehet ábrázolni. Mivel a DSM és a továbbiakban ismertetett SNPM is hasonlít egymásra. Mindkettő a tevékenységek végrehajtási sorrendjének megállapítására szolgál, azonban a DSM hátránya az SNPM-mel szemben, hogy a DSM csak az adott feladatok közötti úgynevezett információterjedési sebességet használja az egyes tevékenységek közötti rákövetkezési sorrendek megállapítására, nem valószínűségi változókat. Továbbá nincs lehetőség az összes lehetséges megoldás kiszámolására. Az új módszer azonban a tevékenységek közötti kapcsolatok erősségét is figyelembe veszi, valamint paraméterei változtathatóak, tehát az említett módszernél szélesebb körben alkalmazható. [22]

2.1.1 Sztochasztikus hálótervezési módszer

A bináris DSM továbbfejlesztése a numerikus DSM, melyben különböző szempontok szerint súlyok rendelhetők az egyes kapcsolatokhoz. Ilyen súlyozások lehetnek például a Szint számok (Level Numbers), Fontossági arány (Importance Ratings), Függőség erősség (Dependency Strength), Az ismétlődés valószínűsége (Probability of Repetition), Hatás erősség (Impact strength) [17]. Ezen kapcsolat/függőség súlyok lehetnek akár különböző kategóriák, de néhány esetben 0 és 1 közötti számok is kifejezhetik a súlyokat, ahogy az alábbi ábrán is látható. Minél nagyobb, annál erősebb a kapcsolat. Ez a módszer azonban nem elsősorban projektek elemzésére, tervezésére, hanem termékfejlesztés támogatására lett kidolgozva.

Kutatás során a NDSM-től függetlenül megalkottak egy hasonló megjelenésű, azonban tartalmában eltérő módszert, a sztochasztikus hálótervezési módszert (SNPM). Az SNPM-ben szintén 0 és 1 közötti számok jelenítik meg a kapcsolat erősségét. 0 mutatja a tevékenységek

közötti függetlenséget, 1 a biztos rákövetkezést, a 0 és 1 közötti érték pedig a bizonytalan vagy lehetséges kapcsolatokat reprezentálja.

Az SNPM különlegessége az eddig ismert módszerekhez képest, hogy „a bizonytalanságok kezelésének kiterjesztésével képes tevékenységek közötti rákövetkezési sorrend bekövetkezési valószínűségeinek figyelembevételével a lehetséges lefutási variációk kezelésére”. [22] Minden tevékenységhez tartoznak valószínűségi értékek, melyek tulajdonképpen a kapcsolódó tevékenységekhez tartozó relációk erősségét mutatják meg. Minden lehetséges lefutásnak meg tudjuk határozni a bekövetkezési valószínűségét. A bekövetkezési sorrend valószínűségértékeit a projektet érő hatások (pl. piaci igények, technológiai feltételek változása) függvényében módosítani tudjuk. [3]

Az SNPM (**Stochastic Network Planning Method**) részletesebb, jobb megértése érdekében célszerű a tevékenység-csomópontú hálók (AoN) alapul vétele. Az AoN-hálóknál a nyilak reprezentálják a tevékenységek közötti kapcsolatokat. A módszerhez pedig hozzátartozik, hogy foglalkozni kell a kapcsolatok erősségével vagy a kapcsolatok valószínűségeivel. Az SNPM-ben új fogalomként jelenik meg a kapcsolat erőssége, mely érték 0 és 1 között bármely valós számot felvehet. [3]

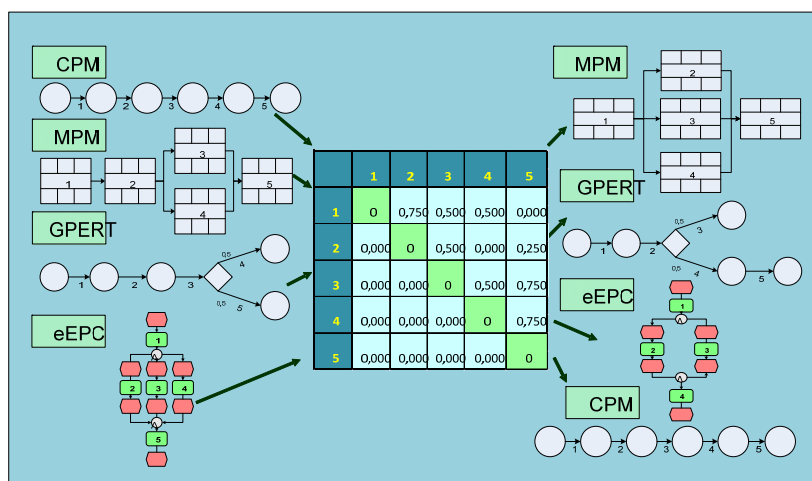
Az SNPM az egyes tevékenységek közötti kapcsolatok erősségének figyelembevételével képes meghatározni a projekt lehetséges megoldásainak halmazát. A valószínűségi változók a kapcsolaterősségeken keresztül a döntéshozók preferenciáit is tükrözik, de ezt a modellt bizonyos megszorításokkal a bekövetkezési valószínűségek kezelésére is lehet alkalmazni.

A tevékenységek közötti kapcsolatok valószínűségi változóként kezelhetők, melyek változtatásával a lehetséges megoldások halmaza, illetve egy adott célfüggvény esetén (például legrövidebb megvalósítási idő, legkevesebb összköltség, stb.) a megvalósítható projektek adott célfüggvény szerinti sorrendje is változik. Az összes lehetséges megoldásból a menedzsment által meghatározott célfüggvényekkel optimális megoldások számolhatók. [8], [23]

A tevékenységek közötti kapcsolat milyenségével nem foglalkozunk, ez ugyanis nincs hatással a lehetséges megoldások halmazára. A lehetséges megengedett megoldásokra csak az a kikötés vonatkozik, hogy topologikusan rendezhetők legyenek, illetve a kapott gráf egy kezdő- és egy végponttal rendelkezzen.

Az SNPM reprezentálása

A következő ábrán látható egy példa, hogyan lehet kapcsolatot teremteni a különböző módszerek között az SNPM segítségével. Látható, hogy a tevékenységek közötti kapcsolatok alapján különböző típusú hálók, illetve eEPC-diagram rajzolható fel, melyekből különböző logikai terveket lehet ábrázolni a mátrix közvetítésével.



8. ábra: Az SNPM reprezentálása [8]

Forrás:[23], [24] Kiss J. és Török O. ITDK- prezentációja alapján

A projektütemezésben és a folyamatszervezésben használt módszerek különböznek egymástól, azonban létesíthető közöttük kapcsolat, hiszen azonos logika szerint épülnek fel. Logikai tervek eltárolhatók az SNPM-mátrixban, ezáltal legenerálható belőle az összes lehetséges megoldás. [8]

Az SNPM segítségével tehát lehetővé válik adott korlátozó feltételek mellett, a lehetséges megoldások megadása, reprezentálása, illetve ezek közül a meghatározott célfüggvény alapján optimális megoldás kiválasztása.

A projektütemezés során egyes tevékenységek végrehajtása ismétlődhet, azonban a hozzájuk tartozó idő,- erőforrás- és költségadatok különbözőek lehetnek. Egyes projekttervező szoftverekben ezt kihasználva a logikai háló, mint egy projektsablon lementhető, és később felhasználható. Az SNPM lehetővé teszi, hogy ne kelljen több logikai hálót tárolni, hanem egyetlen mátrixban összefoglalható az összes lehetséges megoldás, a logikai kapcsolatok és a kapcsolaterősségek. Ezen felül a megvalósítás során szerzett tapasztalatok is tárolhatók egyetlen mátrixban. [22]

Fontos kiemelni, hogy nem feltétlenül az a legjobb megoldás, ha egy projektsablont mentenek le, célszerűbb lenne tevékenységek közötti kapcsolatokat rögzíteni. Informatikai projektek esetében előfordul, hogy tevékenységek sorrendje felcserélhető, nincs kötött technológiai sorrend, egyes tevékenységek elhagyhatók, vagy helyettesíthetők. A korábbi módszerek nem voltak képesek ilyen jellegű problémát kezelni, azonban az SNPM és a PEM már igen. Összegzik a lehetséges kapcsolatokat tartalmazó logikai terveket, melyekből legenerálhatók a lehetséges megoldások.[8]

2.1.2 Eltérő tevékenységeket tartalmazó logikai tervek kezelése

A logikai tervezés nehéz feladat, hiszen nehéz előre meghatározni az elvégzendő tevékenységeket, sorrendjüket, rákövetkezési relációjukat, időtartamukat, költség- és erőforrásadataikat. Amennyiben sok bizonytalan tényező merül fel a tervezés során, célszerű több szakértőt felkérni a logikai tervek elkészítéséhez, hiszen ahány szakértő, annyi terv. A logikai tervek ösz-

szevonásával, átlagolásával már becsülhető az adott projekt, folyamat várható végrehajtási ideje, melyhez ezáltal optimális logikai terv készíthető. [8]

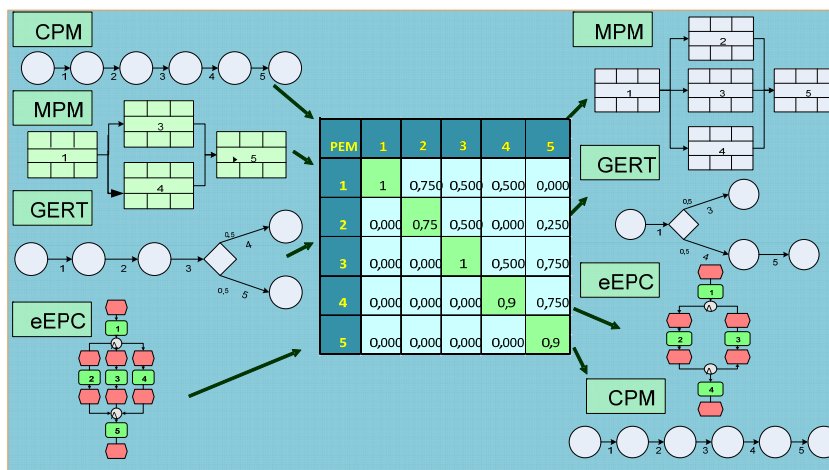
A szakértők különböző technikák, módszerek felhasználásával készíthetik el terveiket, melyeket a könnyebb kezelhetőség kedvéért AoN-hálóvá célszerű alakítani, melyből egyszerűen láthatók a logikai struktúrák. A tervek (hálótervek) alapján felállíthatók a kapcsolati mátrixok. A kapcsolati mátrixokban levő valószínűségi értékek cellánkénti átlagolásával megkapjuk, mekkora a valószínűsége két-két tevékenység közötti rákövetkezésnek, ez összevont kapcsolati mátrixban ábrázolható.

Több szakértő, több logikai tervet készít, mindegyik mást tart fontosnak a tevékenységekből. Informatikai fejlesztési projektek esetében fenn áll a lehetőség, hogy valamelyik szakértő egy tevékenységet elhagy a hálótervéből. Így már összevont SNPM felírására nincs lehetőség, mert nem tartalmazza az összes tevékenységet. Ennek kiküszöbölésére egy másik, úgynevezett szakértői mátrixot alkalmazunk. A mátrix érdekessége még, hogy míg a kapcsolati SNPM- mátrixban a diagonálisban '0' értékek vannak, hiszen az adott tevékenység önmagával nem alkothat logikai kapcsolatot, addig a PEM-ben a diagonálisban szereplő értékek azt mutatják, hogy a struktúráknak mekkora hányada tartalmazza az adott tevékenységet. [8]

A szakértői mátrix alapján felrajzolható a tevékenységek közötti összes lehetséges kapcsolatot ábrázoló reprezentációs gráf, melynek élei mutatják a tevékenységek közötti kapcsolat erősségét. Végül a reprezentációs gráfból kiválaszthatók a legjobb megoldások a bekövetkezési valószínűségek alapján. Minden tevékenységnek benne kell lennie a megoldásban úgy, hogy a legvalószínűbb kapcsolatok szerint épüljön fel a gráf.

A PEM reprezentálása

A következő ábrán látható, hogy hogyan lehet kapcsolatot teremteni a különböző módszerek között az PEM segítségével. A tevékenységek közötti kapcsolatok alapján különböző típusú hálók, illetve eEPC- diagram rajzolható fel, melyekből különböző logikai terveket lehet ábrázolni a mátrix közvetítésével. A logikai tervet meghatározók között akadt olyan is, aki az egyik tevékenységet feleslegesnek tartotta, ezért elhagyta a hálóból. Mondjuk az előbbi ábra MPM- hálójából a 2. tevékenységet, viszont a másik 3 bemenet változatlan. [8], [23]



9. ábra: A PEM reprezentálása [8]

Forrás:[25] Kiss J. AVA konferencián tartott angol nyelvű prezentációja alapján

3 Legvalószínűbb projektváltozatok rangsorolása és kiválasztása

A *heurisztikus* módszerek ugyan gyors megoldást adnak, de általában nem optimálisak. Ezzel szemben az *algoritmikus* módszerek garantálják az optimális megoldást, de általában jóval lassabbak a heurisztikus módszereknél. Az előző kettő közötti átmenetet képviselik az *evolúciós* módszerek. Egy heurisztikus módszer által megadott megengedett megoldásból indulnak ki, amelyet fokozatosan javítanak. Hátránya, hogy nem garantált az optimális megoldás megtalálása (véges lépésben).

3.1 Az algoritmikus módszerhez kapcsolódó fogalmak ismertetése

Háló: olyan súlyozott körmentes, irányított gráf, amelynek egy kezdő és egy végpontja van.

Tevékenység: olyan folyamat, mely adott időben, időtartam alatt játszódik le, és erőforrást, költséget igényel.

A és B tevékenység közötti erősséget $\rho(A,B)$ -vel jelöljük, és A,B tevékenység közötti **kapcsolaterősségnek** nevezzük. $\rho(A,B)$ értéke 0 és 1 között bármely valós számot felvehet $\rho(A,B) \in [0,1] \subset \mathbb{R}$. Annak a valószínűségét, hogy A tevékenység kapcsolatban van B-vel, a következőképpen jelöljük: $p(\rho(A,B)) = \rho(A,B) \in [0,1]$. Annak a valószínűsége, hogy A nincs relációban B-vel $p(\neg\rho(A,B)) = 1 - \rho(A,B) \in [0,1] \subset \mathbb{R}$.

Ha A és B tevékenység közötti kapcsolaterősség 1, akkor 100% annak a valószínűsége, hogy A tevékenység rákövetkezési relációban van B-vel. Ha A és B tevékenység közötti kapcsolat erőssége 0, akkor B tevékenység független A-tól, ekkor közöttük a kapcsolatot nem jelöljük. $p(\neg\rho(A,B)) = 1 - \rho(A,B) = 1 - 1 = 0$. **Lehetséges kapcsolatnak** nevezzük azokat a kapcsolatokat, ahol a kapcsolat erőssége 0-nál nagyobb, de 1-nél kisebb.

Legyen adott egy $A_1, A_2, \dots, A_n$ tevékenységekből álló tevékenységlista. Ekkor $\mathbf{P} \in [0,1]^{n \times n}$ **kapcsolati mátrixnak** nevezzük, melyben A_i, A_j tevékenység közötti kapcsolat erősségét $\rho(A_i, A_j) \in [0,1]$ jelöli ($1 \leq i, j \leq n, i \neq j$).

A diagonálban 0 értékek szerepelnek, hiszen a hurokél nem megengedett.

$$a_{i,j} = \begin{cases} 0 & \text{ha } i = j \\ \rho(A_i, A_j) \in [0,1] & \text{ha } i \neq j \end{cases}, a_{i,j} \in \mathbb{R}; i, j = 1..n$$

A kapcsolat milyenségével nem foglalkozunk, ez ugyanis nincs hatással a lehetséges megoldások halmazára. Azonban az egyszerűség kedvéért fel kell tennünk, hogy A_i - és A_j tevékenység között egyszerre csak egy kapcsolat definiálható.

A $\mathbf{P} \in [0,1]^{n \times n}$ kapcsolati mátrix **redukált kapcsolati mátrixának** nevezzük $\mathbf{R} \in [0,1]^{n \times n}$ -t, ha teljesül minden $1 \leq \forall i, j \leq n$ -re, hogy $\mathbf{R} \ni r(A_i, A_j) = \lfloor \rho(A_i, A_j) \rfloor$

Összes lehetséges megoldás felső becslése n csúcs esetén: $\sum_{i=0}^{n(n-1)} \binom{n(n-1)}{i} = 2^{n(n-1)}$.

Az n csúcs között összesen maximum $n(n-1)$ él lehet. Ezek közül i számú élt kell kiválasztani, ahol $0 \leq i \leq n(n-1)$. Ezt pedig $\binom{n(n-1)}{i}$ -féleképpen lehet megtenni. A lehetséges megoldásokat összeadva megkapjuk a fenti képletet.

Legyen $k \leq n(n-1)$ azon kapcsolatok száma, melyre a kapcsolat erőssége 0 és 1 között van. Ekkor a lehetséges gráfok száma $2^k \leq 2^{n(n-1)}$. A szóba jöhető megoldások között itt sem szerepelhet olyan gráf, ahol az élek száma kisebb, mint $n-1$.

Összevont kapcsolati mátrix megadása

Legyen adott m db ugyanazon $A_1..A_n$ tevékenységet tartalmazó tevékenységlista, valamint a hozzájuk tartozó $P_1..P_m \in [0,1]^{n \times n}$ kapcsolati mátrix, akkor az **összevont kapcsolati mátrix**

$$\bar{P} \in [0,1]^{n \times n} \quad \bar{p}_{i,j} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m a_{i,j}^k \in P^k, k = 1..m.$$

Példa az összevont kapcsolati mátrix létrehozására:

P ₁	1	2	3
1	0	1	1
2	0	0	1
3	0	0	0

P ₂	1	2	3
1	0	0	0
2	0	0	1
3	0	0	0

P ₃	1	2	3
1	0	1	1
2	0	0	0
3	0	0	0

P ₄	1	2	3
1	0	1	0
2	0	0	0
3	0	0	0

SNPM	1	2	3
1	0	0,75	0,5
2	0	0	0,5
3	0	0	0

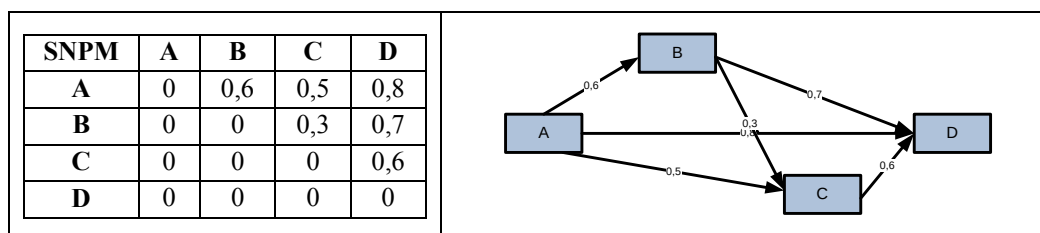
3. Táblázat: Összevont kapcsolati mátrix létrehozása

$\bar{P}^{3 \times 3}$ mátrix, melynek megfelelő celláiban az összes, meghatározott logikai tervnek a kapcsolati mátrixok azonos cellájában szereplő értékek (súlyozott) átlaga szerepel.

Legyen adott egy $P^{n \times n}$ -es (összevont) kapcsolati mátrix A tevékenységlistával. Ekkor a P adjacencia mátrixhoz tartozó $G(A,E)$ gráfot **reprezentációs gráfnak** nevezzük.

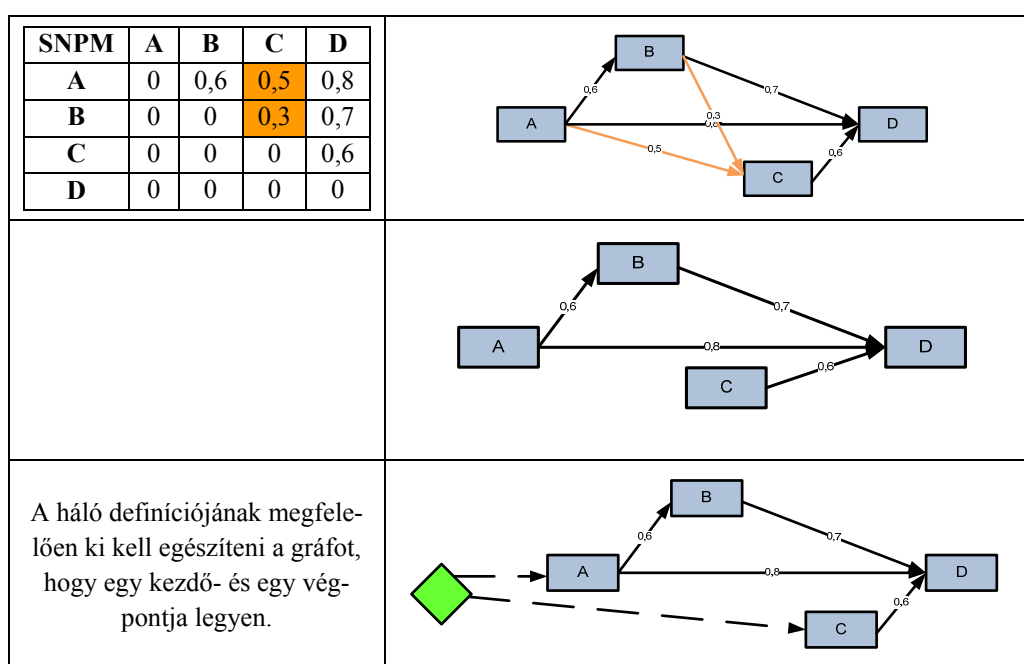
Tevékenységek száma: $|A| = n$. A $G_r(A, E_r) \subset G(A, E)$ gráfot **redukált reprezentációs gráfnak** nevezzük, ha $G_r(A, E_r) = \{G(A, E) | p(E) = p(E) > 0,5\}$, amely a legvalószínűbb projekt megvalósítást reprezentálja.

Reprezentációs gráf (minden tevékenységet és kapcsolat tartalmaz).



4. Táblázat: Összevont kapcsolati mátrix és a reprezentációs gráfja

Redukált reprezentációs gráf (a 0,5 illetve az annál kisebb értékű tevékenységeket és kapcsolatokat nem tartalmazza):



5. Táblázat: Redukált reprezentációs gráf illusztrálása

A módosított kapcsolati mátrix és az összevont tevékenységlista

Módosított kapcsolati mátrix: $\overline{\mathbf{M}}^{n \times n}$ mátrix, melyben A_i, A_j tevékenység közötti kapcsolat erősségét $\rho(A_i, A_j) \in [0,1]$ jelöli ($1 \leq i, j \leq n, i \neq j$). A diagonálban szereplő cellaértékek $\delta(A_i, A_i) \in [0,1]$ ($1 \leq i \leq n$).

$$a_{i,j} = \begin{cases} \delta(A_i, A_i) \in [0,1] \\ \rho(A_i, A_j) \in [0,1] \text{ ha } i \neq j \end{cases}$$

A diagonálban 0 érték helyett az adott tevékenység (bemenetek) megvalósulásának valószínűségei szerepelnek, melyek adott tevékenység hálójában való megjelenésének valószínűségét mutatják.

Legyen adott m db $\mathbf{M}_1, \mathbf{M}_m$ módosított kapcsolati mátrix $A_1^1 \dots A_{n1}^1$ (1. módosított kapcsolati mátrix tevékenységei), $A_1^2 \dots A_{n2}^2$ (2. módosított kapcsolati mátrix), ..., $A_1^m \dots A_{nm}^m$ tevékenységlist-

tákkal. Ekkor az $A_1..A_n$ tevékenységlistát **összevont tevékenységlistának** nevezzük, ahol $\bar{A}_i \in \bigcup_{k=1}^m \{A_1^k, \dots, A_{n_k}^k, i = 1..n\}$.

Ekkor $\bar{\mathbf{M}}$ mátrixot **projekt szakértői mátrixnak** nevezzük (**PEM**), ahol $[0,1]^{n \times n} \ni \bar{\mathbf{M}} \ni \bar{a}_{i,j} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \begin{cases} a_{i,j}^k, & \text{ha } (\bar{A}_i, \bar{A}_j) \in \{A_1^k .. A_{n_k}^k\}, \\ 0 & \text{különben} \end{cases} a_{i,j}^k \in M_k$.

Példa projekt szakértői mátrix (PEM) számolására:

	A	B	C
A	1	1	0
B	0	0,5	1
C	0	0	0

+

	B	C	D
B	1	0,5	0
C	0	0	0,5
D	0	0	1

 $\Rightarrow$

PEM	A	B	D
A	0,5	0,5	0
B	0	0,75	0
D	0	0	0,5

6. Táblázat: PEM létrehozása

$\bar{\mathbf{M}}^{4 \times 4}$ mátrix, melynek értékei a módosított kapcsolati mátrixban szereplő valószínűségi értékek átlagai, beleértve a diagonálisban levő valószínűségek átlagolását is.

Lehetséges kapcsolatok vizsgálata SNPM esetén

Legyen adott $\mathbf{P} \in [0,1]^{n \times n}$ (összevont) kapcsolati mátrix k db **lehetséges kapcsolattal**, ekkor a lehetséges kapcsolatok halmaza legyen $U = \{a_{i,j} \mid a_{i,j} \in]0,1[\}$,

A h -adik eleme $U_h \in U$, $h=1..k$. Az ℓ -edik $\mathbf{S}^\ell \in \{0,1\}$ **struktúramátrix** ($\ell=1..2^k$). $\{0,1\} \ni s_{i,j}^\ell \in \mathbf{S}^\ell$, $(i,j = 1..n)$ elemei a következők lesznek:

$$s_{i,j}^\ell = \begin{cases} 0, & \text{ha } 0 = a_{i,j} \in P \\ 1, & \text{ha } 1 = a_{i,j} \in P \\ \text{bin}(\ell - 1) h - \text{adik tagja,} & \text{ha } a_{i,j} = U_h \in U \end{cases}$$

Egy struktúramátrix egy lehetséges projektváltozat megvalósítását definiálja.

Példa az SNPM-ből választott lehetséges struktúramátrix alapján:

<table><tr><th>SNPM</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>A</td><td>0</td><td>0,4</td><td>0,6</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>0</td><td>0,7</td></tr><tr><td>C</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	SNPM	A	B	C	A	0	0,4	0,6	B	0	0	0,7	C	0	0	0		<table><tr><td>000</td><td>0</td></tr><tr><td>001</td><td></td></tr><tr><td>010</td><td></td></tr><tr><td>011</td><td>$\text{bin}(\ell - 1)$</td></tr><tr><td>100</td><td></td></tr><tr><td>101</td><td></td></tr><tr><td>110</td><td></td></tr><tr><td>111</td><td>k</td></tr></table>	000	0	001		010		011	$\text{bin}(\ell - 1)$	100		101		110		111	k		<table><tr><td></td><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td>A</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>C</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>		A	B	C	A	0	0	1	B	0	0	1	C	0	0	0
SNPM	A	B	C																																																	
A	0	0,4	0,6																																																	
B	0	0	0,7																																																	
C	0	0	0																																																	
000	0																																																			
001																																																				
010																																																				
011	$\text{bin}(\ell - 1)$																																																			
100																																																				
101																																																				
110																																																				
111	k																																																			
	A	B	C																																																	
A	0	0	1																																																	
B	0	0	1																																																	
C	0	0	0																																																	
U= { (1,2);(1,3);(2,3) } k=3, azaz 3 db a lehetséges kapcsolat		$\ell = 4$, azaz 4. struktúramátrix																																																		

7. Táblázat: 4. struktúramátrix

Projektstruktúra valószínűsége

Legyen a **biztos kapcsolatok** száma $b = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \begin{cases} a_{i,j}, & \text{ha } a_{i,j} = 1; i \neq j \\ 0, & \text{különben} \end{cases}$

Egy ℓ -edik **struktúramátrix** /projekt (átlagos) megvalósítási **valószínűsége** / a kapcsolatok átlagos erőssége a következőképpen számítható

$$[0,1] \ni p^\ell = \frac{1}{b+k} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \begin{cases} a_{i,j} = \delta(A_i, A_j) = p(\delta(A_i, A_j)), \text{ha } a_{i,j} > 0 \wedge s_{i,j}^\ell = 1 & (s_{i,j}^\ell \in S^\ell, a_{i,j} \in P) \\ 1 - a_{i,j} = 1 - \delta(A_i, A_j) = -p(\delta(A_i, A_j)), \text{ha } a_{i,j} > 0 \wedge s_{i,j}^\ell = 0 & (s_{i,j}^\ell \in S^\ell, a_{i,j} \in P) \\ 0 & \text{különben} \end{cases}, \quad b+k > 0$$

Példa projektstruktúra valószínűségének számolására:

<table><tr><th>SNPM</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>A</td><td>0</td><td>0,4</td><td>0,6</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>0</td><td>0,7</td></tr><tr><td>C</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	SNPM	A	B	C	A	0	0,4	0,6	B	0	0	0,7	C	0	0	0	⇒	<table><tr><td>000</td><td>0.</td></tr><tr><td>001</td><td></td></tr><tr><td>010</td><td></td></tr><tr><td>011</td><td>bin(ℓ - 1)</td></tr><tr><td>100</td><td></td></tr><tr><td>101</td><td></td></tr><tr><td>110</td><td></td></tr><tr><td>111</td><td>k.</td></tr></table>	000	0.	001		010		011	bin(ℓ - 1)	100		101		110		111	k.	⇒	<table><tr><td></td><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td>A</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>C</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>		A	B	C	A	0	0	1	B	0	0	1	C	0	0	0	Projektstruktúra valószínűségének számítása: ((1-0,4)+0,6+0,7)/3= =0,63333
SNPM	A	B	C																																																		
A	0	0,4	0,6																																																		
B	0	0	0,7																																																		
C	0	0	0																																																		
000	0.																																																				
001																																																					
010																																																					
011	bin(ℓ - 1)																																																				
100																																																					
101																																																					
110																																																					
111	k.																																																				
	A	B	C																																																		
A	0	0	1																																																		
B	0	0	1																																																		
C	0	0	0																																																		
U= { (1,2);(1,3);(2,3) } k=3, azaz 3 db a lehetséges kapcsolat		ℓ =4, azaz 4. struktúramátrix, azaz a 2. és 3. kapcsolatot veszem figyelembe	b=0, k=3, b+k>0, ahol is b a biztos kapcsolatok számát jelöli, ami jelen esetben 0																																																		

8. Táblázat: Projektstruktúra valószínűségének számolási eljárása

A struktúramátrix adja meg, hogy mely tevékenységek valósulnak meg, és melyek nem, majd ezt alapul véve számoljuk ki a projekt struktúra valószínűségét az eredeti mátrixban szereplő kapcsolaterősségek alapján

Tevékenységek típusainak megállapítása

Legyen adott $\mathbf{M} \in [0,1]^{n \times n}$ módosított kapcsolati mátrix/ projekt szakértői mátrix. Ekkor a **kötelezően megvalósítható tevékenységek** halmaza $T_r = \{A_{i,j} \in \mathbf{M} | a_{i,i} = 1\}$. A kötelezően megvalósítandó tevékenységek száma $r = |T_r|$.

A **lehetséges tevékenységek** halmaza: $T_p = \{A_i \in \mathbf{M} | a_{i,i} \in]0,1[\}$, a tevékenységek száma $p = |T_p|$.

Azokat a tevékenységeket, melyekre teljesül, hogy $a_{i,i} = 0$ **elhagyható tevékenységeknek** nevezzük. Az elhagyható tevékenységek halmaza $T_\ell = \{A_i \in \mathbf{M} | a_{i,i} = 0\}$, tevékenységek száma $\ell = |T_\ell|$.

Az $\mathbf{M} \in [0,1]^{n \times n}$ módosított kapcsolati/ **projekt szakértői mátrix redukált mátrixa** (rPEM) $\tilde{\mathbf{M}} \in [0,1]^{\tilde{n} \times \tilde{n}}$, amely az $\mathbf{M}$ mátrixban levő elhagyható tevékenységeket nem tartalmazza.

Példa redukált PEM-re:

PEM	A	B	C
A	1	0,4	0,6
B	0	0	0,7
C	0	0	0,5

 $\Rightarrow$

PEM	A	B	C
A	1	0,4	0,6
B	0	0	0,7
C	0	0	0,5

 $\Rightarrow$

rPEM	A	C
A	1	0,6
C	0	0,5

9. Táblázat: Példa rPEM-re

Projektváltozatok megvalósulási valószínűsége

Egy ℓ -edik lehetséges **projektváltozat (szcenárió) mátrixa**:

$\mathbf{S}^\ell \in [0,1]^{n \times n}$, $s_{i,i} \in [0,1]$, $i = 1..n$ elemei:

$$s_{i,j}^\ell = a_{i,j}, \text{ ha } i \neq j, a_{i,j} \in \mathbf{M}, \text{ illetve}$$

$$s_{i,i} = \begin{cases} 0, & \text{ha } a_{i,i} = 0, a_{i,i} \in \mathbf{M} \\ 1, & \text{ha } a_{i,i} = 1, a_{i,i} \in \mathbf{M} \\ \text{bin}(\ell - 1) \text{'h'-adik eleme, } h = 1..p \end{cases}$$

Példa lehetséges projektváltozatok mátrixainak megalkotására:

<table><tr><th>PEM</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><th>A</th><td>0,5</td><td>0,4</td><td>0,8</td></tr><tr><th>B</th><td>0</td><td>0,6</td><td>0,6</td></tr><tr><th>C</th><td>0</td><td>0</td><td>0,7</td></tr></table>	PEM	A	B	C	A	0,5	0,4	0,8	B	0	0,6	0,6	C	0	0	0,7	$\Rightarrow$	<table><tr><td>000</td><td>0.</td></tr><tr><td>001</td><td></td></tr><tr><td>010</td><td></td></tr><tr><td>011</td><td>$\text{bin}(\ell -1)$</td></tr><tr><td>100</td><td></td></tr><tr><td>101</td><td></td></tr><tr><td>110</td><td></td></tr><tr><td>111</td><td>k.</td></tr></table>	000	0.	001		010		011	$\text{bin}(\ell -1)$	100		101		110		111	k.	<table><tr><th>PEM</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><th>A</th><td>0</td><td>0,4</td><td>0,8</td></tr><tr><th>B</th><td>0</td><td>1</td><td>0,6</td></tr><tr><th>C</th><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>	PEM	A	B	C	A	0	0,4	0,8	B	0	1	0,6	C	0	0	1
PEM	A	B	C																																																
A	0,5	0,4	0,8																																																
B	0	0,6	0,6																																																
C	0	0	0,7																																																
000	0.																																																		
001																																																			
010																																																			
011	$\text{bin}(\ell -1)$																																																		
100																																																			
101																																																			
110																																																			
111	k.																																																		
PEM	A	B	C																																																
A	0	0,4	0,8																																																
B	0	1	0,6																																																
C	0	0	1																																																
$T_p=(A,B,C)$		$\ell=4$	S^4																																																

10. Táblázat: Projekt szakértői mátrix 4. projekt szcenáriója

Az ℓ -edik lehetséges projektváltozat kapcsolati mátrixát ($\tilde{\mathbf{S}}^\ell - \mathbf{E}$) megkapjuk, ha a lehetséges projektváltozat mátrixából levonjuk az egység mátrixot, amely egy olyan mátrix, amely diagonáljában csak 1-es értékek szerepelnek.

<table><tr><th>PEM</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>A</td><td>0,5</td><td>0,4</td><td>0,8</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>0,6</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td>0</td><td>0</td><td>0,7</td></tr></table>	PEM	A	B	C	A	0,5	0,4	0,8	B	0	0,6	0,6	C	0	0	0,7	$\Rightarrow$	<table><tr><td>000</td><td>0.</td></tr><tr><td>001</td><td></td></tr><tr><td>010</td><td></td></tr><tr><td>011</td><td>$\text{bin}(\ell -1)$</td></tr><tr><td>100</td><td></td></tr><tr><td>101</td><td></td></tr><tr><td>110</td><td></td></tr><tr><td>111</td><td>k.</td></tr></table>	000	0.	001		010		011	$\text{bin}(\ell -1)$	100		101		110		111	k.	$\Rightarrow$	<table><tr><th>S⁴</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>A</td><td>0</td><td>0,4</td><td>0,8</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>1</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>	S ⁴	A	B	C	A	0	0,4	0,8	B	0	1	0,6	C	0	0	1	$\Rightarrow$	<table><tr><th>E</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>C</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>	E	A	B	C	A	1	0	0	B	0	1	0	C	0	0	1	$\Rightarrow$	<table><tr><th>$\tilde{\mathbf{S}}^4 - \mathbf{E}$</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	$\tilde{\mathbf{S}}^4 - \mathbf{E}$	B	C	B	0	0,6	C	0	0
PEM	A	B	C																																																																														
A	0,5	0,4	0,8																																																																														
B	0	0,6	0,6																																																																														
C	0	0	0,7																																																																														
000	0.																																																																																
001																																																																																	
010																																																																																	
011	$\text{bin}(\ell -1)$																																																																																
100																																																																																	
101																																																																																	
110																																																																																	
111	k.																																																																																
S ⁴	A	B	C																																																																														
A	0	0,4	0,8																																																																														
B	0	1	0,6																																																																														
C	0	0	1																																																																														
E	A	B	C																																																																														
A	1	0	0																																																																														
B	0	1	0																																																																														
C	0	0	1																																																																														
$\tilde{\mathbf{S}}^4 - \mathbf{E}$	B	C																																																																															
B	0	0,6																																																																															
C	0	0																																																																															
T _p =(A,B,C)		$\ell =4$ 011 , azt jelenti, hogy a második illetve a harmadik tevékenységet veszem figyelembe, azaz jelen esetben az A _B és A _C tevékenységeket	S ⁴		E (egységmátrix)		$\tilde{\mathbf{S}}^4 - \mathbf{E}$																																																																										

11. táblázat: Lépésről lépésre PEM-ből a projektváltozat kapcsolati mátrixáig

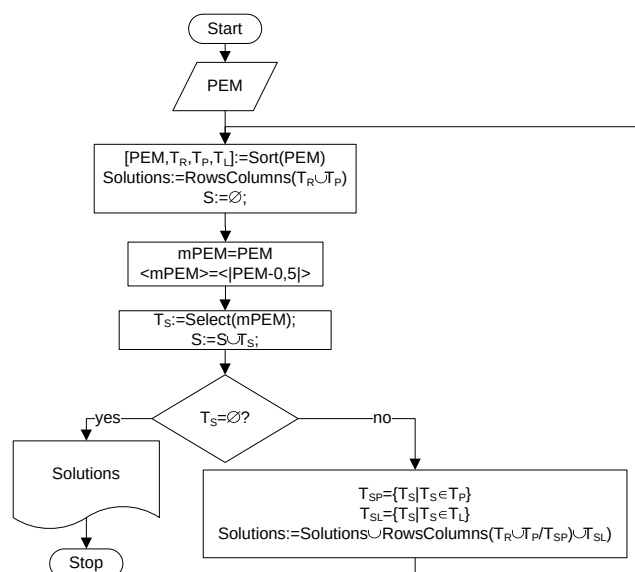
Ezen módosítások elvégzése után elmondhatjuk, hogy már PEM-ből kaphatunk SNPM-et, amely az **RPL- módszer** elnevezést viseli, hiszen a biztos (r) tevékenységek (required activity) mellett figyelembe vehetjük a lehetséges (p) tevékenységeket (possible activity), illetve az elhagyhatóakat (l) is (leavable activity).

Tegyük fel, hogy (kötelező (r) és lehetséges (p) összege nagyobb, mint 0), ekkor a **projektváltozat megvalósítási valószínűsége** (a tevékenységek megvalósítási fontosságának átlaga) a következőképp számítható:

$$P^\ell = \frac{1}{p+r} \sum_{i=1}^n \left\{ \begin{array}{ll} a_{i,i} = \delta(A_i, A_i) = p(\delta(A_i, A_i)), \text{ ha } a_{i,i} > 0 \wedge s_{i,i}^\ell = 1 \\ 1 - a_{i,i} = 1 - \delta(A_i, A_i) = \neg p(\delta(A_i, A_i)), \text{ ha } a_{i,i} > 0 \wedge s_{i,i}^\ell = 0 \\ 0 & \text{különben} \end{array} \right\}$$

3.2 Projekt változatok számítása (RPL-módszer)

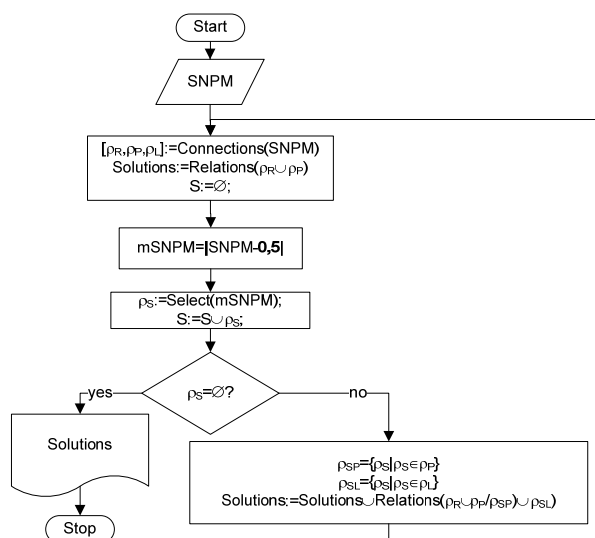
0. lépés: Projekt szakértői mátrix (PEM) felvétele.
1. lépés: A mátrix átrendezése (Sort függvény segítségével) a tevékenységek megvalósulási valószínűségei szerint csökkenő sorrendbe, így megkapjuk a T_r kötelezően végrehajtandó, T_p a lehetséges és T_l elhagyható tevékenységeket.
Az első megoldás a kötelezően végrehajtandó és a lehetséges végrehajtandó tevékenységek lesznek. A többi sor és oszlop elhagyható. Ezek után (RowsColumns) a függvény kimenete a bemeneti tevékenységeket tartalmazó SNPM-mátrix.
2. lépés: Módosított PEM felvétele; a T_l tevékenységeket nem tartalmazza, csak a T_r , illetve T_p tevékenységeket, a PEM mátrix diagonális értékeinek 0,5-tel csökkentett abszolút értéke.
3. lépés: Korábban a kiválasztási listában (S) még nem szereplő tevékenységeket T_s választunk ki. (A kiválasztás menetét a 4.1-es illetve a 4.3-as fejezetben részletesebben ismertetem).
4. a. lépés: Amennyiben további tevékenységek nem választhatók ki, kiíratjuk az eddigi megoldásokat.
4. b. lépés: További tevékenységeket választunk ki. T_{sp} lesz azon tevékenységek listája, amely a kiválasztott lehetséges tevékenységeket tartalmazza, ezeket elhagyjuk a megoldásból. T_{sl} lesz azon elhagyható, de kiválasztott tevékenységek listája, amit a megoldáshoz hozzáveszünk.



10. ábra: PEM kapcsolati mátrixokká alakításának menete

3.3 Struktúramátrixok létrehozása

0. lépés: Bemenetekként bekérjük az egyes projektváltozatokat, SNPM-mátrixokat.
1. lépés: Kapcsolati függvény (Connections) segítségével megkapjuk az egyes relációkat ρ_R a kötelező kapcsolatok, ρ_P a lehetséges, ρ_L elhagyható kapcsolatok lesznek. Az első megoldás a kötelező (biztos) és a lehetséges kapcsolatok (0,5-nél nagyobb valószínűséggel rendelkező) lesznek. A többi sor és oszlop elhagyható. Ezek után (Relations) a függvény kimenete a bemeneti kapcsolatokat tartalmazó DSM vagy struktúramátrix.
2. lépés: Módosított SNPM (mSNPM) minden eleméből 0,5-öt levonunk és az elemek abszolút értékét vesszük (Másképpen egy 0,5-öt tartalmazó mátrixot vonunk ki az SNPM-mátrixból).
3. lépés: A korábbi kiválasztási listában (S) még nem szereplő relációk (ρ_S) közül választunk ki. (A kiválasztás menetét a 4.2-es illetve 4.3-as fejezetben részletesebben is ismertetem.)
4. a. lépés: Amennyiben további kapcsolatok nem választhatók ki, kiíratjuk az eddigi megoldásokat.
4. b. lépés: További kapcsolatokat választunk ki. A ρ_{SP} lesz azon kapcsolatok listája, amely a kiválasztott lehetséges kapcsolatokat tartalmazza, ezeket elhagyjuk a megoldásból. ρ_{SL} lesz azon elhagyható, de kiválasztott relációk listája, amit a megoldáshoz hozzáveszünk.

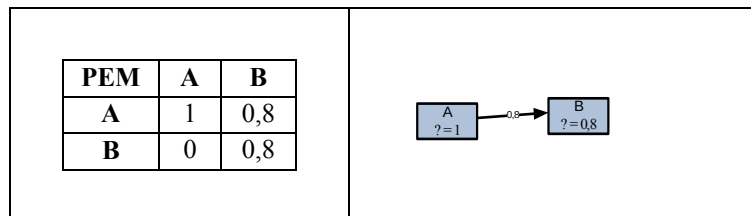


11. ábra: SNPM-ekből a struktúramátrixok kialakításának menete

3.4 RPL- módszer egy példán keresztül

Az RPL- módszer kiindulási alapja mindig egy PEM-mátrix. Ebből először a tevékenységek szintjén készítünk sztochasztikus hálótervekből/ projekttervekből lehetséges projektváltozatokat, felírjuk minden tevékenység, illetve azok kombinációja esetén a két lehetőséget, hogy a kiválasztott tevékenység(ek) benne lesz(nek)-e a mátrixban, azaz megvalósításra kerül-e, vagy sem. Majd kapcsolati szinten vizsgáljuk minden egyes projektváltozatnál, hogy a bent tevékenységek között fennálló kapcsolatot figyelembe veszem-e vagy sem, így létrehozhatjuk a lehetséges projektek struktúramátrixait.

Vegyünk egy 2x2-es projekt szakértői mátrixot, ahol A után a B tevékenység következik, ezt a reprezentációs gráf is illusztrálja. A tevékenység megvalósulási valószínűsége 100%, B tevékenységé pedig 80%. Annak a valószínűsége, hogy A tevékenység után B következik 80%, de akár azt is mondhatjuk, hogy A és B tevékenységeknek kapcsolaterőssége 0,8.



12. Táblázat: PEM és reprezentációs gráfja

A mátrixon belül különbséget teszünk a kötelezően megvalósítandó (r), illetve a lehetséges tevékenységek (p) között.

	T _r	T _p
PEM	A	B
A	1	0,8
B	0	0,8

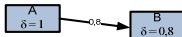
13. Táblázat: PEM kötelező és lehetséges tevékenységeinek csoportosítása

Célunk mindig a legvalószínűbb projektváltozatot megtalálni, és ez minden esetben az a projektszenárió lesz, amely a biztos és lehetséges tevékenységeket tartalmazza. Az összes lehetséges megoldás (projektváltozat) leképezhető a bináris számsor segítségével. Ahol a számsorban 0 szerepel, azt a tevékenységet nem veszem figyelembe, tehát kihagyom a hálóból, ahol pedig 1-es szerepel, azokat a tevékenységeket bent hagyom a projektváltozatban

<table><tr><td>PEM</td><td>A</td><td>B</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0,8</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>0,8</td></tr></table>	PEM	A	B	A	1	0,8	B	0	0,8	Projektszenárió mátrixok		A projekt során megvalósításra kerülő tevékenységek	Projektváltozatok megvalósítási valószínűsége
	PEM	A	B										
	A	1	0,8										
B	0	0,8											
1 azaz benne van a mátrixban	<table><tr><td></td><td>A</td><td>B</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0,8</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>		A	B	A	1	0,8	B	0	1	B δ = 0,8 A δ = 1	$P = (1+0,8)/2 = 0,9$	
	A	B											
A	1	0,8											
B	0	1											
0 azaz nincs benne a mátrixban	<table><tr><td></td><td>A</td><td>B</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0,8</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>		A	B	A	1	0,8	B	0	0	A δ = 1	$P = (1+(1-0,8))/2 = 0,6$	
	A	B											
A	1	0,8											
B	0	0											

14. Táblázat: PEM és a lehetséges projektváltozatai

A továbbiakban szintén a bináris számsor segítségével megalkotott struktúramátrixok alapján írom fel a kapcsolatokat, mely megmutatja, hogy a tevékenységeket, hogyan is tudom megvalósítani.

				Projektszenárió mátrixok	Struktúra mátrixok az E mátrix levonása előtt	A projekt során megvalósításra kerülő tevékenységek; Redukált reprezentációs gráfok	Projektváltozatok megvalósítási valószínűsége	Projektváltozatok bekövetkezési valószínűsége																									
<table><tr><td>PEM</td><td>A</td><td>B</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0,8</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>0,8</td></tr></table>	PEM	A	B	A	1	0,8	B	0	0,8	1	<table><tr><td>S¹</td><td>A</td><td>B</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0,8</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>	S ¹	A	B	A	1	0,8	B	0	1	1 <table><tr><td></td><td>A</td><td>B</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>		A	B	A	1	1	B	0	1		P = (1+0,8)/2 = 0,9	p=0,8
	PEM	A	B																														
	A	1	0,8																														
B	0	0,8																															
S ¹	A	B																															
A	1	0,8																															
B	0	1																															
	A	B																															
A	1	1																															
B	0	1																															
0	<table><tr><td>S²</td><td>A</td><td>B</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0,8</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	S ²	A	B	A	1	0,8	B	0	0	0 <table><tr><td></td><td>A</td><td>B</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>		A	B	A	1	0	B	0	1		p=1-0,8=0,2											
S ²	A	B																															
A	1	0,8																															
B	0	0																															
	A	B																															
A	1	0																															
B	0	1																															
	0	<table><tr><td>S²</td><td>A</td><td>B</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0,8</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	S ²	A	B	A	1	0,8	B	0	0	Mivel már a tevékenységek között sem szerepel, így a kapcsolat ugyanaz marad			P = (1+(1-0,8))/2 = 0,6																		
S ²	A	B																															
A	1	0,8																															
B	0	0																															

15. Táblázat: PEM projektszenáriók és struktúramátrixok; megvalósulási és bekövetkezési valószínűségei

Ezek után már könnyedén fel tudjuk írni, esetünkben például a második projektváltozat kapcsolati mátrixát:

$\ell=1, S^I$				E				$\widetilde{S}^2\text{-}E$																													
<table><tr><td>S^I</td><td>A</td><td>B</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0,8</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>			S ^I	A	B	A	1	0,8	B	0	1	$\Updownarrow$	<table><tr><td>E</td><td>A</td><td>B</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>			E	A	B	A	1	0	B	0	1	$\Updownarrow$	<table><tr><td>$\widetilde{S}^2\text{-}E$</td><td>A</td><td>B</td></tr><tr><td>A</td><td>0</td><td>0,8</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>			$\widetilde{S}^2\text{-}E$	A	B	A	0	0,8	B	0	0
S ^I	A	B																																			
A	1	0,8																																			
B	0	1																																			
E	A	B																																			
A	1	0																																			
B	0	1																																			
$\widetilde{S}^2\text{-}E$	A	B																																			
A	0	0,8																																			
B	0	0																																			

16. Táblázat: Projekt szenárióból képzett projektváltozat kapcsolati mátrixa

4 Bemutatott módszer(ek) gyakorlati használhatósága példákon keresztül

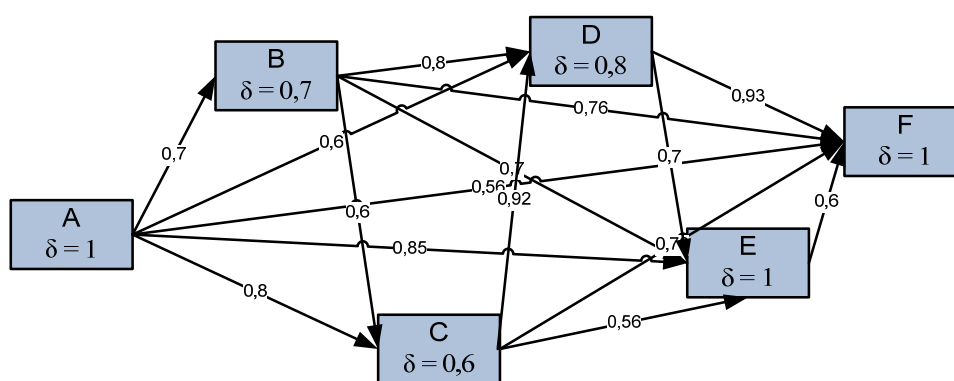
Tegyük fel, hogy a logikai terveket meghatározó szakértők között akad, aki egyik tevékenységet, vagy akár többet is feleslegesnek tart ezért elhagyja a hálóból, vagy más tevékenységgel helyettesíti, illetve a legvalószínűbb projektváltozat nem valósítható meg, és így a következő projektváltozat kialakításánál elhagyunk tevékenysége(ke)t, vagy hozzáveszünk, esetleg helyettesítünk másokkal.

Mint ismerjük a PEM érdekessége, hogy míg a kapcsolati SNPM-mátrixnál a diagonálisban '0' valószínűségi értékek vannak, hiszen adott tevékenység önmagával nem alkothat logikai kapcsolatot – addig a PEM-ben a diagonálisban szereplő értékek azt mutatják, hogy a logikai terveknek mekkora hányada tartalmazza az adott tevékenységet. A szakértői mátrixban a tevékenységek közötti kapcsolaterősségeket a mátrix cellaértékei mutatják (például az A-E tevékenységek közötti kapcsolati erősség 85%). A PEM átlójában található értékek pedig a tevékenységek megvalósulásának valószínűségeit tükrözik.

PEM	A	B	C	D	E	F
A	1	0,7	0,8	0,6	0,85	0,56
B	0	0,7	0,6	0,8	0,7	0,76
C	0	0	0,6	0,92	0,56	0,73
D	0	0	0	0,8	0,7	0,93
E	0	0	0	0	1	0,6
F	0	0	0	0	0	1

17. Táblázat: PEM – projekt szakértői mátrix

A PEM minden tevékenységét és azok kapcsolatait a reprezentációs gráfban ábrázolhatjuk.



12. ábra: PEM reprezentációs gráfja

Az összes lehetséges megoldás meghatározásához először is rendezzük át a mátrix tevékenységeit csökkenő sorrendbe, a tevékenységek megvalósulásának valószínűsége szerint.

PEM	A	B	C	D	E	F
A	1	0,7	0,8	0,6	0,85	0,56
B	0	0,7	0,6	0,8	0,7	0,76
C	0	0	0,6	0,92	0,56	0,73
D	0	0	0	0,8	0,7	0,93
E	0	0	0	0	1	0,6
F	0	0	0	0	0	1

PEM	A	E	F	D	B	C
A	1	0,85	0,56	0,6	0,7	0,8
E		1	0,6			
F			1			
D		0,7	0,93	0,8		
B		0,7	0,76	0,8	0,7	0,6
C		0,56	0,73	0,92		0,6

18. Táblázat: PEM átrendezés előtt és átrendezés után

A PEM tevékenységeinek átrendezésével lehetővé válik a projekt tevékenységei közötti rákövetkezések modellezése, vizualizálása és elemzése, mint a DSM esetében. Viszont a projekt reprezentációs gráfja csakis kizárólag az eredeti PEM alapján rajzolható fel, ahol is a felsőháromszögben az előremutató információk az átadást mutatják a későbbi tevékenységeknek.

Az átrendezéssel együtt megoldottuk, hogy egy csoportban helyezkedjenek el a biztos, kötelezően megvalósítandó tevékenységek (T_r) illetve a lehetséges tevékenységek (T_p). A mátrix jelen esetben nem tartalmaz elhagyható (T_l) tevékenységet.

	T_r			T_p		
PEM	A	E	F	D	B	C
A	1	0,85	0,56	0,6	0,7	0,8
E		1	0,6			
F			1			
D		0,7	0,93	0,8		
B		0,7	0,76	0,8	0,7	0,6
C		0,56	0,73	0,92		0,6

19. Táblázat: Biztos és lehetséges tevékenységek a PEM-mátrixban

Mindig a legvalószínűbb projektváltozatot keressük, ez minden esetben a biztos és lehetséges tevékenységeket tartalmazza, amennyiben nem valósítható meg ez a változat, e példa esetében lehetséges tevékenységek (T_p) elhagyásával képezünk további projektváltozatokat.

Mivel $p=3$, azaz 3 db lehetséges tevékenység van, amelyet vagy a mátrixban hagyunk, vagy pedig azzal redukálunk. A bináris számsor alapján 8 db lehetséges megoldás generálható ($2^3=8$). Ezen példa esetében az A, E, F biztos tevékenységekből álló 3x3-as mátrixot tekinthetjük egy alaplátrixnak, amelyhez a bináris kombinációk szerint elhagyjuk vagy hozzáteszünk a lehetséges tevékenységeket, így leképezhetők a projektváltozatok (szcenáriók) mátrixai.

A kapott projektszenárió mátrixokból levonva az egység mátrixokat megkapjuk a lehetséges projektváltozatok kapcsolati mátrixait ($\tilde{S}^\ell - E$).

111	0. struktúra mátrix	<table><tr><td></td><td>D</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td>D</td><td>1</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td>0,8</td><td>1</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td>0,92</td><td></td><td>1</td></tr></table>		D	B	C	D	1			B	0,8	1	0,6	C	0,92		1	<table><tr><td>S⁰</td><td>A</td><td>E</td><td>F</td><td>D</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,8</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td>1</td><td>0,6</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,7</td><td>0,93</td><td>1</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,7</td><td>0,76</td><td>0,8</td><td>1</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,56</td><td>0,73</td><td>0,92</td><td></td><td>1</td></tr></table>	S ⁰	A	E	F	D	B	C	A	1	0,85	0,56	0,6	0,7	0,8	E		1	0,6				F			1				D		0,7	0,93	1			B		0,7	0,76	0,8	1	0,6	C		0,56	0,73	0,92		1	<table><tr><td>$\widetilde{S}^0 - E$</td><td>A</td><td>E</td><td>F</td><td>D</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td>A</td><td>0</td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,8</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td>0</td><td>0,6</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td>0</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,7</td><td>0,93</td><td>0</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,7</td><td>0,76</td><td>0,8</td><td>0</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,56</td><td>0,73</td><td>0,92</td><td></td><td>0</td></tr></table>	$\widetilde{S}^0 - E$	A	E	F	D	B	C	A	0	0,85	0,56	0,6	0,7	0,8	E		0	0,6				F			0				D		0,7	0,93	0			B		0,7	0,76	0,8	0	0,6	C		0,56	0,73	0,92		0
			D	B	C																																																																																																																	
		D	1																																																																																																																			
		B	0,8	1	0,6																																																																																																																	
		C	0,92		1																																																																																																																	
S ⁰	A	E	F	D	B	C																																																																																																																
A	1	0,85	0,56	0,6	0,7	0,8																																																																																																																
E		1	0,6																																																																																																																			
F			1																																																																																																																			
D		0,7	0,93	1																																																																																																																		
B		0,7	0,76	0,8	1	0,6																																																																																																																
C		0,56	0,73	0,92		1																																																																																																																
$\widetilde{S}^0 - E$	A	E	F	D	B	C																																																																																																																
A	0	0,85	0,56	0,6	0,7	0,8																																																																																																																
E		0	0,6																																																																																																																			
F			0																																																																																																																			
D		0,7	0,93	0																																																																																																																		
B		0,7	0,76	0,8	0	0,6																																																																																																																
C		0,56	0,73	0,92		0																																																																																																																
110	1. struktúra mátrix	<table><tr><td></td><td>D</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td>D</td><td>1</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td>0,8</td><td>1</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td>0,92</td><td></td><td>0</td></tr></table>		D	B	C	D	1			B	0,8	1	0,6	C	0,92		0	<table><tr><td>S¹</td><td>A</td><td>E</td><td>F</td><td>D</td><td>B</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,6</td><td>0,7</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td>1</td><td>0,6</td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,7</td><td>0,93</td><td>1</td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,7</td><td>0,76</td><td>0,8</td><td>1</td></tr></table>	S ¹	A	E	F	D	B	A	1	0,85	0,56	0,6	0,7	E		1	0,6			F			1			D		0,7	0,93	1		B		0,7	0,76	0,8	1	<table><tr><td>$\widetilde{S}^1 - E$</td><td>A</td><td>E</td><td>F</td><td>D</td><td>B</td></tr><tr><td>A</td><td>0</td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,6</td><td>0,7</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td>0</td><td>0,6</td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td>0</td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,7</td><td>0,93</td><td>0</td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,7</td><td>0,76</td><td>0,8</td><td>0</td></tr></table>	$\widetilde{S}^1 - E$	A	E	F	D	B	A	0	0,85	0,56	0,6	0,7	E		0	0,6			F			0			D		0,7	0,93	0		B		0,7	0,76	0,8	0																										
			D	B	C																																																																																																																	
		D	1																																																																																																																			
		B	0,8	1	0,6																																																																																																																	
		C	0,92		0																																																																																																																	
S ¹	A	E	F	D	B																																																																																																																	
A	1	0,85	0,56	0,6	0,7																																																																																																																	
E		1	0,6																																																																																																																			
F			1																																																																																																																			
D		0,7	0,93	1																																																																																																																		
B		0,7	0,76	0,8	1																																																																																																																	
$\widetilde{S}^1 - E$	A	E	F	D	B																																																																																																																	
A	0	0,85	0,56	0,6	0,7																																																																																																																	
E		0	0,6																																																																																																																			
F			0																																																																																																																			
D		0,7	0,93	0																																																																																																																		
B		0,7	0,76	0,8	0																																																																																																																	
101	2. struktúra mátrix	<table><tr><td></td><td>D</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td>D</td><td>1</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td>0,8</td><td>0</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td>0,92</td><td></td><td>1</td></tr></table>		D	B	C	D	1			B	0,8	0	0,6	C	0,92		1	<table><tr><td>S²</td><td>A</td><td>E</td><td>F</td><td>D</td><td>C</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,6</td><td>0,8</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td>1</td><td>0,6</td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,7</td><td>0,93</td><td>1</td><td></td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,56</td><td>0,73</td><td>0,92</td><td>1</td></tr></table>	S ²	A	E	F	D	C	A	1	0,85	0,56	0,6	0,8	E		1	0,6			F			1			D		0,7	0,93	1		C		0,56	0,73	0,92	1	<table><tr><td>$\widetilde{S}^2 - E$</td><td>A</td><td>E</td><td>F</td><td>D</td><td>C</td></tr><tr><td>A</td><td>0</td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,6</td><td>0,8</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td>0</td><td>0,6</td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td>0</td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,7</td><td>0,93</td><td>0</td><td></td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,56</td><td>0,73</td><td>0,92</td><td>0</td></tr></table>	$\widetilde{S}^2 - E$	A	E	F	D	C	A	0	0,85	0,56	0,6	0,8	E		0	0,6			F			0			D		0,7	0,93	0		C		0,56	0,73	0,92	0																										
			D	B	C																																																																																																																	
		D	1																																																																																																																			
		B	0,8	0	0,6																																																																																																																	
		C	0,92		1																																																																																																																	
S ²	A	E	F	D	C																																																																																																																	
A	1	0,85	0,56	0,6	0,8																																																																																																																	
E		1	0,6																																																																																																																			
F			1																																																																																																																			
D		0,7	0,93	1																																																																																																																		
C		0,56	0,73	0,92	1																																																																																																																	
$\widetilde{S}^2 - E$	A	E	F	D	C																																																																																																																	
A	0	0,85	0,56	0,6	0,8																																																																																																																	
E		0	0,6																																																																																																																			
F			0																																																																																																																			
D		0,7	0,93	0																																																																																																																		
C		0,56	0,73	0,92	0																																																																																																																	
011	3. struktúra mátrix	<table><tr><td></td><td>D</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td>D</td><td>0</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td>0,8</td><td>1</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td>0,92</td><td></td><td>1</td></tr></table>		D	B	C	D	0			B	0,8	1	0,6	C	0,92		1	<table><tr><td>S³</td><td>A</td><td>E</td><td>F</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,7</td><td>0,8</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td>1</td><td>0,6</td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,7</td><td>0,76</td><td>1</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,56</td><td>0,73</td><td></td><td>1</td></tr></table>	S ³	A	E	F	B	C	A	1	0,85	0,56	0,7	0,8	E		1	0,6			F			1			B		0,7	0,76	1	0,6	C		0,56	0,73		1	<table><tr><td>$\widetilde{S}^3 - E$</td><td>A</td><td>E</td><td>F</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td>A</td><td>0</td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,7</td><td>0,8</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td>0</td><td>0,6</td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td>0</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,7</td><td>0,76</td><td>0</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,56</td><td>0,73</td><td></td><td>0</td></tr></table>	$\widetilde{S}^3 - E$	A	E	F	B	C	A	0	0,85	0,56	0,7	0,8	E		0	0,6			F			0			B		0,7	0,76	0	0,6	C		0,56	0,73		0																										
			D	B	C																																																																																																																	
		D	0																																																																																																																			
		B	0,8	1	0,6																																																																																																																	
		C	0,92		1																																																																																																																	
S ³	A	E	F	B	C																																																																																																																	
A	1	0,85	0,56	0,7	0,8																																																																																																																	
E		1	0,6																																																																																																																			
F			1																																																																																																																			
B		0,7	0,76	1	0,6																																																																																																																	
C		0,56	0,73		1																																																																																																																	
$\widetilde{S}^3 - E$	A	E	F	B	C																																																																																																																	
A	0	0,85	0,56	0,7	0,8																																																																																																																	
E		0	0,6																																																																																																																			
F			0																																																																																																																			
B		0,7	0,76	0	0,6																																																																																																																	
C		0,56	0,73		0																																																																																																																	
100	4. struktúra mátrix	<table><tr><td></td><td>D</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td>D</td><td>1</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td>0,8</td><td>0</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td>0,92</td><td></td><td>0</td></tr></table>		D	B	C	D	1			B	0,8	0	0,6	C	0,92		0	<table><tr><td>S⁴</td><td>A</td><td>E</td><td>F</td><td>D</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,6</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td>1</td><td>0,6</td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td>1</td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,7</td><td>0,93</td><td>1</td></tr></table>	S ⁴	A	E	F	D	A	1	0,85	0,56	0,6	E		1	0,6		F			1		D		0,7	0,93	1	<table><tr><td>$\widetilde{S}^4 - E$</td><td>A</td><td>E</td><td>F</td><td>D</td></tr><tr><td>A</td><td>0</td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,6</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td>0</td><td>0,6</td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td>0</td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,7</td><td>0,93</td><td>0</td></tr></table>	$\widetilde{S}^4 - E$	A	E	F	D	A	0	0,85	0,56	0,6	E		0	0,6		F			0		D		0,7	0,93	0																																																
			D	B	C																																																																																																																	
		D	1																																																																																																																			
		B	0,8	0	0,6																																																																																																																	
		C	0,92		0																																																																																																																	
S ⁴	A	E	F	D																																																																																																																		
A	1	0,85	0,56	0,6																																																																																																																		
E		1	0,6																																																																																																																			
F			1																																																																																																																			
D		0,7	0,93	1																																																																																																																		
$\widetilde{S}^4 - E$	A	E	F	D																																																																																																																		
A	0	0,85	0,56	0,6																																																																																																																		
E		0	0,6																																																																																																																			
F			0																																																																																																																			
D		0,7	0,93	0																																																																																																																		

010	5. struktúra mátrix	<table><tr><td></td><td>D</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td>D</td><td>0</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td>0,8</td><td>1</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td>0,92</td><td></td><td>0</td></tr></table>		D	B	C	D	0			B	0,8	1	0,6	C	0,92		0	<table><tr><td>S⁵</td><td>A</td><td>E</td><td>F</td><td>B</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,7</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td>1</td><td>0,6</td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td>1</td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,7</td><td>0,76</td><td>1</td></tr></table>	S ⁵	A	E	F	B	A	1	0,85	0,56	0,7	E		1	0,6		F			1		B		0,7	0,76	1	<table><tr><td>$\widetilde{S}^5 - E$</td><td>A</td><td>E</td><td>F</td><td>B</td></tr><tr><td>A</td><td>0</td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,7</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td>0</td><td>0,6</td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td>0</td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,7</td><td>0,76</td><td>0</td></tr></table>	$\widetilde{S}^5 - E$	A	E	F	B	A	0	0,85	0,56	0,7	E		0	0,6		F			0		B		0,7	0,76	0
	D	B	C																																																																			
D	0																																																																					
B	0,8	1	0,6																																																																			
C	0,92		0																																																																			
S ⁵	A	E	F	B																																																																		
A	1	0,85	0,56	0,7																																																																		
E		1	0,6																																																																			
F			1																																																																			
B		0,7	0,76	1																																																																		
$\widetilde{S}^5 - E$	A	E	F	B																																																																		
A	0	0,85	0,56	0,7																																																																		
E		0	0,6																																																																			
F			0																																																																			
B		0,7	0,76	0																																																																		
001	6. struktúra mátrix	<table><tr><td></td><td>D</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td>D</td><td>0</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td>0,8</td><td>0</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td>0,92</td><td></td><td>1</td></tr></table>		D	B	C	D	0			B	0,8	0	0,6	C	0,92		1	<table><tr><td>S⁶</td><td>A</td><td>E</td><td>F</td><td>C</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,8</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td>1</td><td>0,6</td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td>1</td><td></td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,56</td><td>0,73</td><td>1</td></tr></table>	S ⁶	A	E	F	C	A	1	0,85	0,56	0,8	E		1	0,6		F			1		C		0,56	0,73	1	<table><tr><td>$\widetilde{S}^6 - E$</td><td>A</td><td>E</td><td>F</td><td>C</td></tr><tr><td>A</td><td>0</td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,8</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td>0</td><td>0,6</td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td>0</td><td></td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,56</td><td>0,73</td><td>0</td></tr></table>	$\widetilde{S}^6 - E$	A	E	F	C	A	0	0,85	0,56	0,8	E		0	0,6		F			0		C		0,56	0,73	0
	D	B	C																																																																			
D	0																																																																					
B	0,8	0	0,6																																																																			
C	0,92		1																																																																			
S ⁶	A	E	F	C																																																																		
A	1	0,85	0,56	0,8																																																																		
E		1	0,6																																																																			
F			1																																																																			
C		0,56	0,73	1																																																																		
$\widetilde{S}^6 - E$	A	E	F	C																																																																		
A	0	0,85	0,56	0,8																																																																		
E		0	0,6																																																																			
F			0																																																																			
C		0,56	0,73	0																																																																		
000	7. struktúra mátrix	<table><tr><td></td><td>D</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td>D</td><td>0</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td>0,8</td><td>0</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td>0,92</td><td></td><td>0</td></tr></table>		D	B	C	D	0			B	0,8	0	0,6	C	0,92		0	<table><tr><td>S⁷</td><td>A</td><td>E</td><td>F</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0,85</td><td>0,56</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td>1</td><td>0,6</td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td>1</td></tr></table>	S ⁷	A	E	F	A	1	0,85	0,56	E		1	0,6	F			1	<table><tr><td>$\widetilde{S}^7 - E$</td><td>A</td><td>E</td><td>F</td></tr><tr><td>A</td><td>0</td><td>0,85</td><td>0,56</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td>0</td><td>0,6</td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td>0</td></tr></table>	$\widetilde{S}^7 - E$	A	E	F	A	0	0,85	0,56	E		0	0,6	F			0																		
	D	B	C																																																																			
D	0																																																																					
B	0,8	0	0,6																																																																			
C	0,92		0																																																																			
S ⁷	A	E	F																																																																			
A	1	0,85	0,56																																																																			
E		1	0,6																																																																			
F			1																																																																			
$\widetilde{S}^7 - E$	A	E	F																																																																			
A	0	0,85	0,56																																																																			
E		0	0,6																																																																			
F			0																																																																			

20. Táblázat: Projektváltások és azok kapcsolati mátrixai

A projektváltás megvalósítási valószínűségének számítása:

$$p^0 = \frac{1+1+1+0,8+0,7+0,6}{6} = \mathbf{0,85}$$

$$p^1 = \frac{1+1+1+0,8+0,7+(1-0,6)}{6} = \mathbf{0,817}$$

$$p^2 = \frac{1+1+1+0,8+(1-0,7)+0,6}{6} = \mathbf{0,783}$$

$$p^3 = \frac{1+1+1+(1-0,8)+0,7+0,6}{6} = \mathbf{0,75}$$

$$p^4 = \frac{1+1+1+0,8+(1-0,7)+(1-0,6)}{6} = \mathbf{0,75}$$

$$p^5 = \frac{1+1+1+(1-0,8)+0,7+(1-0,6)}{6} = \mathbf{0,717}$$

$$p^6 = \frac{1+1+1+(1-0,8)+(1-0,7)+0,6}{6} = \mathbf{0,683}$$

$$p^7 = \frac{1+1+1+(1-0,8)+(1-0,7)+(1-0,6)}{6} = \mathbf{0,65}$$

Következő lépésben pedig azt határozzuk meg, hogy a kiválasztott projektszenárión belül a tevékenységek hogyan valósulnak meg, azaz milyen kapcsolatok figyelembe vételével.

Tekintsük most kiindulásnak az $\ell=7$, azaz a 7. projektszenáriót, mivel az előző projektváltások nem voltak megvalósíthatók, például az időkorlát miatt. Meghatároztuk, hogy mely tevékenységeket valósítjuk meg, most majd a kapcsolatokat ugyanúgy, mint korábban a tevékenységek esetében, bináris kombináció által válogatjuk le. Struktúramátrixokat alkotunk, erre 8-féleképpen van lehetőségünk.

<table><tr><th>$\widetilde{\mathbf{S}}^7 - \mathbf{E}$</th><th>A</th><th>E</th><th>F</th></tr><tr><th>A</th><td>0</td><td>0,85</td><td>0,56</td></tr><tr><th>E</th><td></td><td>0</td><td>0,6</td></tr><tr><th>F</th><td></td><td></td><td>0</td></tr></table>	$\widetilde{\mathbf{S}}^7 - \mathbf{E}$	A	E	F	A	0	0,85	0,56	E		0	0,6	F			0	1110. A p^0 változat esetében, ahol is mindegyik kapcsolat érvényesül, a projekt átlagos megvalósítási valószínűsége a definíció szerint: 0,650 110 101 100 011 010 001 0007.	<pre>graph LR; A["A δ = 1"] -- 0,85 --> E["E δ = 1"]; A -- 0,56 --> F["F δ = 1"]; E -- 0,6 --> F;</pre>
$\widetilde{\mathbf{S}}^7 - \mathbf{E}$	A	E	F															
A	0	0,85	0,56															
E		0	0,6															
F			0															

21. Táblázat: Lehetséges projektváltozat és reprezentálása

Mivel már rendelkezünk azzal az információval, hogy melyek azok a tevékenységek, illetve kapcsolatok, amelyek megvalósításával létrejöhet a projekt, most már korlátozó tényezőket is alkalmazhatunk, hogy a felállított projektváltozatok közül melyik is lesz elfogadható (például időkorlát szempontjából optimális).

Tegyük fel, hogy $D_A=5$ nap; $D_E=6$ nap, $D_F=7$ nap, és a TPT^{10} legyen 12 nap, vagy legjobb esetben, annál kevesebb.

¹⁰ TPT (total project time): teljes projekt átfutási idő

A p^7 változat esetében a kapcsolatokra 8 darab lehetséges megoldás létezik, hiszen a bináris számsor segítségével 8-féleképpen tudunk struktúramátrixot alkotni.

<table><tr><th>S⁷-E</th><th>A</th><th>E</th><th>F</th></tr><tr><th>A</th><td>0</td><td>0,85</td><td>0,56</td></tr><tr><th>E</th><td></td><td>0</td><td>0,6</td></tr><tr><th>F</th><td></td><td></td><td>0</td></tr></table>	S ⁷ -E	A	E	F	A	0	0,85	0,56	E		0	0,6	F			0	0. struktúra esetében (111)	TPT = 12 nap	
	S ⁷ -E	A	E	F															
	A	0	0,85	0,56															
	E		0	0,6															
	F			0															
	1. struktúra esetében (101)	TPT = 18 nap																	
	2. struktúra esetében (110)	TPT = 12 nap																	
3. struktúra esetében (100)	TPT = 11 nap																		
4. struktúra esetében (011)	TPT = 13 nap																		
5. struktúra esetében (001)	TPT = 13 nap																		
6. struktúra esetében (010)	TPT = 12 nap																		
	7. struktúra esetében (000)	TPT = 7 nap																	

22. Táblázat: TPT számolás egyes projekt struktúra mátrixok esetében

4.1 Tevékenységek rangsorolása megvalósulási valószínűségük szerint

Kutatásom első jelentős része, hogy a szakértők logikai tervei alapján összeállított projekt szakértői mátrixot projektszenáriókra bontjuk fel, melyeket a kiválasztott tevékenységek megvalósulási valószínűségei szerint rangsoroltunk. Ehhez segítséget nyújtanak a tevékenységek megvalósulási valószínűségei, úgy választunk ki tevékenysége(ke)t, hogy a tevékenységekre számolt megvalósulási valószínűség monoton csökkenő lesz.

Megfigyelhető (l.d.: 24. táblázat), hogy több tevékenység esetén is azonos kapcsolaterősségi érték van a példában. Például $A_A=A_E=A_F=1$, illetve $a_{A,B}=a_{B,E}=a_{D,E}=0,7$. A tevékenységeket, illetve a kapcsolatokat rangsorolni kell, hogy a későbbiekben el tudjunk dönteni, hogy mely tevékenységek, illetve kapcsolatok lesznek azok, amelyek elhagyhatók vagy felcserélhetők.

Erre segítségül szolgál az informatikai projektek, elemzési fázisában használatos **MoSCoW-elemzés**, melynek segítségével kategorizáljuk, hogy melyek azok a tevékenységek, kapcsolatok, amelyeknek mindenképpen („must have”) be kell következniük, azaz egyáltalán nem hagyhatók el. Vannak kapcsolatok, tevékenységek, amelyeknek a megvalósíthatóság miatt benne kell maradnia a hálóban („should have”). Harmadik kategória alá soroljuk azokat, melyek benne lehetnek, de nem okoz problémát, ha kimaradnak („could have”), illetve a legvégén azokat, amelyek szükségtelennek tűnnek („won’t have”). Természetesen, hogy az adott 4 kategóriába be tudjuk sorolni a tevékenységeket, illetve kapcsolatokat, korlátokat kell meghatározunk.

Táblázatos formában a következőképpen néz ki az említett korlátokkal együtt:

M (must have) = 1	S (should have) >0,5
A, E, F	B, C, D AB, AC, AD, AE, AF BC, BD, BE, BF CD, CE, CF DE, DF EF
C (could have) ≤ 0,5	W (won't have) = 0
-	-

23. Táblázat: PEM tevékenységeinek és kapcsolatainak csoportosítása MoSCoW-elemzés által

Amelyek 'M' alá kerültek besorolásra, azaz biztos kapcsolatok, vagy kötelező tevékenységek, mindenképpen bent maradnak, nem hagyhatók el. Számunkra érdekes kategória jelen esetben az 'S' (should have), azaz a lehetséges kategória.

A kiindulási PEM-mátrixot, amelyet már korábban átrendeztünk az átláthatóság miatt, módosítjuk későbbi optimális kiválasztás elősegítése miatt. Minden egyes értéket, kivéve a biztos tevékenységeket, illetve kapcsolatokat (1-es értékűek), redukálunk 0,5-tel, és vesszük az eredmény abszolútértékét. Ezeket a továbbiakban egy-egy elsötétített cella fogja jelölni.

PEM	A	E	F	D	B	C
A	1	0,85	0,56	0,6	0,7	0,8
E		1	0,6			
F			1			
D		0,7	0,93	0,8		
B		0,7	0,76	0,8	0,7	0,6
C		0,56	0,73	0,92		0,6

24. Táblázat: Rendezett PEM

Így a következő módosított PEM-et kapjuk amelyet mPEM-mel jelölök a továbbiakban.

mPEM	A	E	F	D	B	C
A		0,35	0,06	0,1	0,2	0,3
B			0,1			
C						
D		0,2	0,43	0,3		
E		0,2	0,26	0,3	0,2	0,1
F		0,06	0,23	0,42		0,1

25. Táblázat: mPEM - módosított projekt szakértői mátrix

Ez a módosítási eljárás csak egy segítség számunkra, hogy meg tudjuk mondani, melyek lesznek azok a lehetséges tevékenységek, majd később a lehetséges kapcsolatok, amelyek elhagyhatók a mátrixból, amennyiben a legvalószínűbb projektváltozat nem valósítható meg.

A kiinduláshoz ki kell számolnunk a kötelezően (r) megvalósítandó illetve lehetséges (p) tevékenységekre vonatkozó **megvalósulási valószínűségi értéket**, amely nem más, mint a tevékenységek megvalósulásának átlagos értéke lesz.

Tevékenységek megvalósulásának valószínűségi értéke következőképpen számolható:

$$P^{\ell} = \frac{1}{p+r} \sum_{i=1}^n \begin{cases} a_{i,i} = \delta(A_i, A_i) = p(\delta(A_i, A_i)), \text{ ha } a_{i,i} > 0 \wedge s_{i,i}^1 = 1 \\ 1 - a_{i,i} = 1 - \delta(A_i, A_i) = -p(\delta(A_i, A_i)), \text{ ha } a_{i,i} > 0 \wedge s_{i,i}^1 = 0 \\ 0 \quad \text{különben} \end{cases}$$

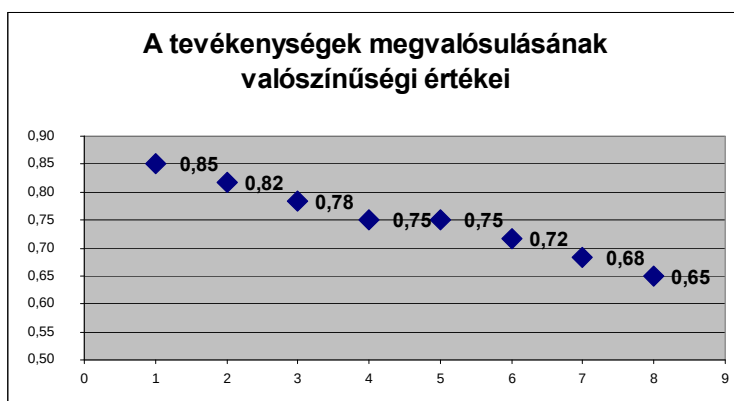
A módosított kapcsolati mátrix (mPEM) tevékenységei közül választjuk ki egymás után a tevékenységeket (elsőként a legkisebbet, majd egyre nagyobb) a módosított megvalósulási valószínűségük alapján, így a tevékenységekre számolt megvalósulási valószínűségek sorrendje - amit a PEM értékeivel számolunk – monoton csökkenő lesz.

Azokat a lehetséges tevékenységeket, melyeket megvalósulási valószínűségeik alapján nem veszünk figyelembe, azaz például a szakértő úgy dönt, hogy kihagyja, elhagyja a mátrixból, a számolás során nem hagyjuk a képletből, hanem pont az ellenkezőjét vesszük figyelembe, tehát mennyi annak a valószínűsége, hogy nem fog megvalósulni: $(1-\delta_i)$ képlettel.

Amennyiben a módosított tevékenységi értékek kombinációjának $(A_B + A_C = A_D)$ összege egy másik tevékenység módosított értékével megegyezik, minden esetben az önálló (pl.: A_D) tevékenység értéke kerül elsőként elhagyásra.

<table><tr><th>PEM</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th><th>F</th></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0,7</td><td>0,8</td><td>0,6</td><td>0,85</td><td>0,56</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>0,7</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,7</td><td>0,76</td></tr><tr><td>C</td><td>0</td><td>0</td><td>0,6</td><td>0,93</td><td>0,56</td><td>0,73</td></tr><tr><td>D</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0,8</td><td>0,7</td><td>0,93</td></tr><tr><td>E</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0,6</td></tr><tr><td>F</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>	PEM	A	B	C	D	E	F	A	1	0,7	0,8	0,6	0,85	0,56	B	0	0,7	0,6	0,7	0,7	0,76	C	0	0	0,6	0,93	0,56	0,73	D	0	0	0	0,8	0,7	0,93	E	0	0	0	0	1	0,6	F	0	0	0	0	0	1	<table><tr><th>PEM</th><th>A</th><th>E</th><th>F</th><th>D</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,8</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td>1</td><td>0,6</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,7</td><td>0,93</td><td>0,8</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,7</td><td>0,76</td><td>0,8</td><td>0,7</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,56</td><td>0,73</td><td>0,92</td><td></td><td>0,6</td></tr></table>	PEM	A	E	F	D	B	C	A	1	0,85	0,56	0,6	0,7	0,8	E		1	0,6				F			1				D		0,7	0,93	0,8			B		0,7	0,76	0,8	0,7	0,6	C		0,56	0,73	0,92		0,6	$P=(1+1+1+0,7+0,6+0,8)/6=0,85$
PEM	A	B	C	D	E	F																																																																																														
A	1	0,7	0,8	0,6	0,85	0,56																																																																																														
B	0	0,7	0,6	0,7	0,7	0,76																																																																																														
C	0	0	0,6	0,93	0,56	0,73																																																																																														
D	0	0	0	0,8	0,7	0,93																																																																																														
E	0	0	0	0	1	0,6																																																																																														
F	0	0	0	0	0	1																																																																																														
PEM	A	E	F	D	B	C																																																																																														
A	1	0,85	0,56	0,6	0,7	0,8																																																																																														
E		1	0,6																																																																																																	
F			1																																																																																																	
D		0,7	0,93	0,8																																																																																																
B		0,7	0,76	0,8	0,7	0,6																																																																																														
C		0,56	0,73	0,92		0,6																																																																																														
1: Elhagyjuk a 'C' tevékenységet, mivel az rendelkezik, a legalacsonyabb módosított tevékenység megvalósulási valószínűségi értékkel. Majd megnézzük, hogy az összes tevékenységre nézve a megvalósulási valószínűség hogyan változik.																																																																																																				
<table><tr><th>PEM</th><th>A</th><th>E</th><th>F</th><th>D</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>A</td><td></td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,8</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td></td><td>0,6</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,7</td><td>0,93</td><td>0,8</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,7</td><td>0,76</td><td>0,8</td><td>0,7</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,56</td><td>0,73</td><td>0,92</td><td></td><td>0,6</td></tr></table>	PEM	A	E	F	D	B	C	A		0,85	0,56	0,6	0,7	0,8	E			0,6				F							D		0,7	0,93	0,8			B		0,7	0,76	0,8	0,7	0,6	C		0,56	0,73	0,92		0,6	<table><tr><th>mPEM</th><th>A</th><th>E</th><th>F</th><th>D</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>A</td><td></td><td>0,35</td><td>0,06</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,3</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td></td><td>0,1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,2</td><td>0,43</td><td>0,3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,2</td><td>0,26</td><td>0,3</td><td>0,2</td><td>0,1</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,06</td><td>0,23</td><td>0,42</td><td></td><td>0,1</td></tr></table>	mPEM	A	E	F	D	B	C	A		0,35	0,06	0,1	0,2	0,3	E			0,1				F							D		0,2	0,43	0,3			B		0,2	0,26	0,3	0,2	0,1	C		0,06	0,23	0,42		0,1	$P=(1+1+1+0,7+(1-0,6)+0,8)/6=0,82$
PEM	A	E	F	D	B	C																																																																																														
A		0,85	0,56	0,6	0,7	0,8																																																																																														
E			0,6																																																																																																	
F																																																																																																				
D		0,7	0,93	0,8																																																																																																
B		0,7	0,76	0,8	0,7	0,6																																																																																														
C		0,56	0,73	0,92		0,6																																																																																														
mPEM	A	E	F	D	B	C																																																																																														
A		0,35	0,06	0,1	0,2	0,3																																																																																														
E			0,1																																																																																																	
F																																																																																																				
D		0,2	0,43	0,3																																																																																																
B		0,2	0,26	0,3	0,2	0,1																																																																																														
C		0,06	0,23	0,42		0,1																																																																																														
2: Elhagyjuk a 'B' tevékenységet és megnézzük, hogy az összes tevékenységre nézve a megvalósulási valószínűség hogyan változik.																																																																																																				
<table><tr><th>PEM</th><th>A</th><th>E</th><th>F</th><th>D</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>A</td><td></td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,8</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td></td><td>0,6</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,7</td><td>0,93</td><td>0,8</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,7</td><td>0,76</td><td>0,8</td><td>0,7</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,56</td><td>0,73</td><td>0,92</td><td></td><td>0,6</td></tr></table>	PEM	A	E	F	D	B	C	A		0,85	0,56	0,6	0,7	0,8	E			0,6				F							D		0,7	0,93	0,8			B		0,7	0,76	0,8	0,7	0,6	C		0,56	0,73	0,92		0,6	<table><tr><th>mPEM</th><th>A</th><th>E</th><th>F</th><th>D</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>A</td><td></td><td>0,35</td><td>0,06</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,3</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td></td><td>0,1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,2</td><td>0,43</td><td>0,3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,2</td><td>0,26</td><td>0,3</td><td>0,2</td><td>0,1</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,06</td><td>0,23</td><td>0,42</td><td></td><td>0,1</td></tr></table>	mPEM	A	E	F	D	B	C	A		0,35	0,06	0,1	0,2	0,3	E			0,1				F							D		0,2	0,43	0,3			B		0,2	0,26	0,3	0,2	0,1	C		0,06	0,23	0,42		0,1	$P=(1+1+1+(1-0,7)+0,6+0,8)/6=0,78$
PEM	A	E	F	D	B	C																																																																																														
A		0,85	0,56	0,6	0,7	0,8																																																																																														
E			0,6																																																																																																	
F																																																																																																				
D		0,7	0,93	0,8																																																																																																
B		0,7	0,76	0,8	0,7	0,6																																																																																														
C		0,56	0,73	0,92		0,6																																																																																														
mPEM	A	E	F	D	B	C																																																																																														
A		0,35	0,06	0,1	0,2	0,3																																																																																														
E			0,1																																																																																																	
F																																																																																																				
D		0,2	0,43	0,3																																																																																																
B		0,2	0,26	0,3	0,2	0,1																																																																																														
C		0,06	0,23	0,42		0,1																																																																																														
3: Elhagyjuk a 'D' tevékenységet és megnézzük, hogy az összes tevékenységre a megvalósulási valószínűség hogyan változik.																																																																																																				
<table><tr><th>PEM</th><th>A</th><th>E</th><th>F</th><th>D</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>A</td><td></td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,8</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td></td><td>0,6</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,7</td><td>0,93</td><td>0,8</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,7</td><td>0,76</td><td>0,8</td><td>0,7</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,56</td><td>0,73</td><td>0,92</td><td></td><td>0,6</td></tr></table>	PEM	A	E	F	D	B	C	A		0,85	0,56	0,6	0,7	0,8	E			0,6				F							D		0,7	0,93	0,8			B		0,7	0,76	0,8	0,7	0,6	C		0,56	0,73	0,92		0,6	<table><tr><th>mPEM</th><th>A</th><th>E</th><th>F</th><th>D</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>A</td><td></td><td>0,35</td><td>0,06</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,3</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td></td><td>0,1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,2</td><td>0,43</td><td>0,3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,2</td><td>0,26</td><td>0,3</td><td>0,2</td><td>0,1</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,06</td><td>0,23</td><td>0,42</td><td></td><td>0,1</td></tr></table>	mPEM	A	E	F	D	B	C	A		0,35	0,06	0,1	0,2	0,3	E			0,1				F							D		0,2	0,43	0,3			B		0,2	0,26	0,3	0,2	0,1	C		0,06	0,23	0,42		0,1	$P=(1+1+1+0,7+0,6+(1-0,8))/6=0,75$
PEM	A	E	F	D	B	C																																																																																														
A		0,85	0,56	0,6	0,7	0,8																																																																																														
E			0,6																																																																																																	
F																																																																																																				
D		0,7	0,93	0,8																																																																																																
B		0,7	0,76	0,8	0,7	0,6																																																																																														
C		0,56	0,73	0,92		0,6																																																																																														
mPEM	A	E	F	D	B	C																																																																																														
A		0,35	0,06	0,1	0,2	0,3																																																																																														
E			0,1																																																																																																	
F																																																																																																				
D		0,2	0,43	0,3																																																																																																
B		0,2	0,26	0,3	0,2	0,1																																																																																														
C		0,06	0,23	0,42		0,1																																																																																														
4: Elhagyjuk a 'B' és 'C' tevékenységet egyszerre és megnézzük, hogy az összes tevékenységre a megvalósulási valószínűség hogyan változik.																																																																																																				
<table><tr><th>PEM</th><th>A</th><th>E</th><th>F</th><th>D</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>A</td><td></td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,8</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td></td><td>0,6</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,7</td><td>0,93</td><td>0,8</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,7</td><td>0,76</td><td>0,8</td><td>0,7</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,56</td><td>0,73</td><td>0,92</td><td></td><td>0,6</td></tr></table>	PEM	A	E	F	D	B	C	A		0,85	0,56	0,6	0,7	0,8	E			0,6				F							D		0,7	0,93	0,8			B		0,7	0,76	0,8	0,7	0,6	C		0,56	0,73	0,92		0,6	<table><tr><th>mPEM</th><th>A</th><th>E</th><th>F</th><th>D</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>A</td><td></td><td>0,35</td><td>0,06</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,3</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td></td><td>0,1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,2</td><td>0,43</td><td>0,3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,2</td><td>0,26</td><td>0,3</td><td>0,2</td><td>0,1</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,06</td><td>0,23</td><td>0,42</td><td></td><td>0,1</td></tr></table>	mPEM	A	E	F	D	B	C	A		0,35	0,06	0,1	0,2	0,3	E			0,1				F							D		0,2	0,43	0,3			B		0,2	0,26	0,3	0,2	0,1	C		0,06	0,23	0,42		0,1	$P=(1+1+1+(1-0,7)+(1-0,6)+0,8)/6=0,75$
PEM	A	E	F	D	B	C																																																																																														
A		0,85	0,56	0,6	0,7	0,8																																																																																														
E			0,6																																																																																																	
F																																																																																																				
D		0,7	0,93	0,8																																																																																																
B		0,7	0,76	0,8	0,7	0,6																																																																																														
C		0,56	0,73	0,92		0,6																																																																																														
mPEM	A	E	F	D	B	C																																																																																														
A		0,35	0,06	0,1	0,2	0,3																																																																																														
E			0,1																																																																																																	
F																																																																																																				
D		0,2	0,43	0,3																																																																																																
B		0,2	0,26	0,3	0,2	0,1																																																																																														
C		0,06	0,23	0,42		0,1																																																																																														
...																																																																																																				
<table><tr><th>PEM</th><th>A</th><th>E</th><th>F</th><th>D</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>A</td><td></td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,8</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td></td><td>0,6</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,7</td><td>0,93</td><td>0,8</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,7</td><td>0,76</td><td>0,8</td><td>0,7</td><td>0,6</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,56</td><td>0,73</td><td>0,92</td><td></td><td>0,6</td></tr></table>	PEM	A	E	F	D	B	C	A		0,85	0,56	0,6	0,7	0,8	E			0,6				F							D		0,7	0,93	0,8			B		0,7	0,76	0,8	0,7	0,6	C		0,56	0,73	0,92		0,6	<table><tr><th>mPEM</th><th>A</th><th>E</th><th>F</th><th>D</th><th>B</th><th>C</th></tr><tr><td>A</td><td></td><td>0,35</td><td>0,06</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,3</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td></td><td>0,1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,2</td><td>0,43</td><td>0,3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,2</td><td>0,26</td><td>0,3</td><td>0,2</td><td>0,1</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,06</td><td>0,23</td><td>0,42</td><td></td><td>0,1</td></tr></table>	mPEM	A	E	F	D	B	C	A		0,35	0,06	0,1	0,2	0,3	E			0,1				F							D		0,2	0,43	0,3			B		0,2	0,26	0,3	0,2	0,1	C		0,06	0,23	0,42		0,1	$P=(1+1+1+(1-0,7)+(1-0,6)+(1-0,8))/6=0,65$
PEM	A	E	F	D	B	C																																																																																														
A		0,85	0,56	0,6	0,7	0,8																																																																																														
E			0,6																																																																																																	
F																																																																																																				
D		0,7	0,93	0,8																																																																																																
B		0,7	0,76	0,8	0,7	0,6																																																																																														
C		0,56	0,73	0,92		0,6																																																																																														
mPEM	A	E	F	D	B	C																																																																																														
A		0,35	0,06	0,1	0,2	0,3																																																																																														
E			0,1																																																																																																	
F																																																																																																				
D		0,2	0,43	0,3																																																																																																
B		0,2	0,26	0,3	0,2	0,1																																																																																														
C		0,06	0,23	0,42		0,1																																																																																														

26. Táblázat: PEM – tevékenységek csökkenő sorrendben történő kiválasztása a megvalósulási valószínűségek szerint



13. ábra: A tevékenységek megvalósulásának valószínűségi értékei projektváltozatonként

4.2 Kapcsolatok rangsorolása a kapcsolati erősségek alapján

Miután sikerült rangsorolnunk/ csökkenő sorrendbe rendeznünk a tevékenységeket megvalósulási valószínűségeik szerint, a következő lépésben a tevékenységeket projektváltozatonként a kapcsolatok szintjén vizsgáljuk. Itt is, az előzőhöz hasonlóan kell kiválasztani a tevékenységek kapcsolati erősségeit, hogy csökkenő sorrendet kapjunk az összes kapcsolatra számolt bekövetkezési valószínűségek szerint.

Ahogy a lehetséges tevékenységek esetén a mPEM-ből választunk ki lehetséges kapcsolatokat (k), de a PEM értékeivel számolunk.

A kapcsolatok bekövetkezési valószínűségének számítása az alábbi képlet szerint történik

$$[0,1] \ni p^l = \frac{1}{b+k} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \begin{cases} a_{i,j} = \delta(A_i, A_j) = p(\delta(A_i, A_j)), \text{ ha } a_{i,j} > 0 \wedge s_{i,j}^l = 1 & (s_{i,j}^l \in S^l, a_{i,j} \in P) \\ 1 - a_{i,j} = 1 - \delta(A_i, A_j) = -p(\delta(A_i, A_j)), \text{ ha } a_{i,j} > 0 \wedge s_{i,j}^l = 0 & (s_{i,j}^l \in S^l, a_{i,j} \in P) \\ 0 & \text{különben} \end{cases}, b+k > 0$$

Azokat a lehetséges kapcsolatokat, melyeket módosított kapcsolati erősségük alapján nem veszünk figyelembe, azaz például a szakértő úgy dönt, hogy kihagyja a mátrixból, a számolás során nem elhagyjuk a képletből, hanem pont az ellenkezőjét vesszük figyelembe, tehát hogy a két tevékenység nincs kapcsolatban egymással, azaz nincs reláció közöttük: $(1-p_i)$ képlettel.

Amennyiben a módosított kapcsolaterősségek értékkombinációjának (például: $a_{AB} + a_{AD} = a_{BD}$, vagy $a_{DE} + a_{EF} = a_{BD}$) összege egy másik kapcsolat módosított erősségi értékével megegyezik elsőként mindig az önálló kapcsolati érték (pl.: a_{BD}), kerül elhagyásra, ahogy a tevékenységek kiválasztása esetében is eljártunk.

Tegyük fel, hogy a legvalószínűbb projektváltozat nem valósítható meg, így a következő legvalószínűbbet vizsgálom tovább, így példaként vegyük figyelembe azt a mPEM-et, ahol is a 'C' tevékenység rendelkezik a legalacsonyabb tevékenység megvalósulási valószínűséggel. Így kapom meg a projekt szakértői mátrix redukált mátrixát $\tilde{M} \in [0,1]^{\tilde{n} \times \tilde{n}}$, amit a továbbiakban az egyszerűség kedvéért rPEM-mel jelölök.

Mivel a 'C' tevékenységet elhagytuk a mátrixból, így a hozzá tartozó kapcsolatokkal sem számolunk a továbbiakban, azaz a mátrixban benn maradt tevékenységek nincsenek relációban az elhagyottakkal.

Így számolható a bekövetkezési valószínűség az összes kapcsolatra:

PEM	A	E	F	D	B	C
A		0,85	0,56	0,6	0,7	0,8
E			0,6			
F						
D		0,7	0,93	0,8		
B		0,7	0,76	0,8	0,7	0,6
C		0,56	0,73	0,92		0,6

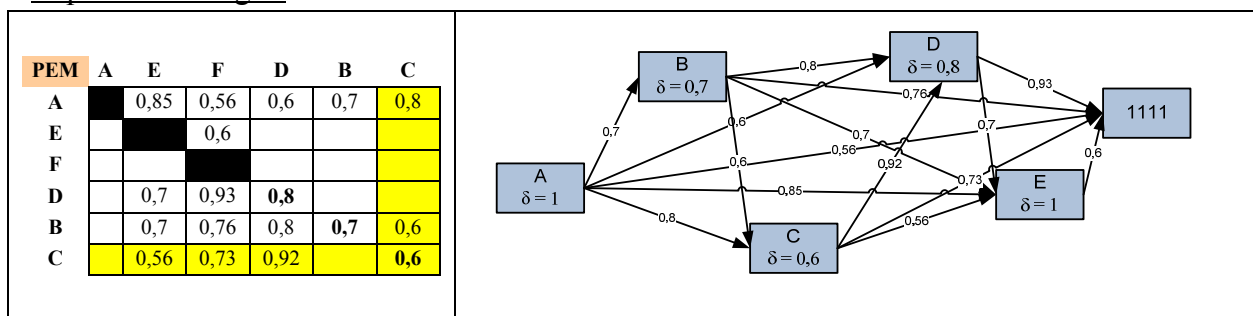
mPEM	A	E	F	D	B	C
A		0,35	0,06	0,1	0,2	0,3
E			0,1			
F						
D		0,2	0,43	0,3		
B		0,2	0,26	0,3	0,2	0,1
C		0,06	0,23	0,42		0,1

$$P=(1+1+1+0,7+(1-0,6)+0,8)/6 = \mathbf{0,81667}$$

$$p=(0,7+(1-0,8)+0,6+0,85+0,56+(1-0,6)+0,8+0,7+0,76+(1-0,92)+(1-0,56)+(1-0,73)+0,7+0,93+0,6)/15 = \mathbf{0,57267}$$

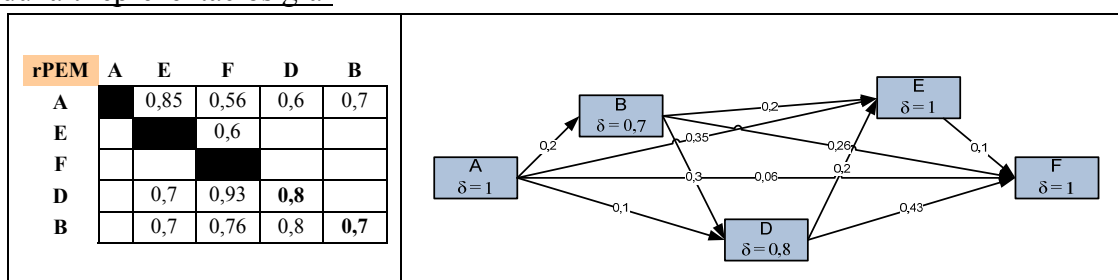
27. Táblázat: PEM tevékenységek megvalósulás (P_i), illetve kapcsolatok bekövetkezési valószínűségének (p) számolása

Reprezentációs gráf



28. Táblázat: PEM és reprezentációs gráfja

Redukált reprezentációs gráf



29. Táblázat: rPEM és redukált reprezentációs gráfja

A továbbiakban, mivel nemcsak a tevékenységek megvalósulásának valószínűségét módosítottuk, hanem a kapcsolatok értékeit is, így ahogy a tevékenységek esetében, itt is mindig a legkisebbet, majd az egyre nagyobb módosított értékkel rendelkező kapcsolatot hagyjuk el a mátrixból, ugyanúgy figyelve a kapcsolati értékkombinációkra, ahogy azt korábban is tettük. Lehetséges megoldások száma $1.024 (2^{10})$

Redukált projekt szakértői mátrix	Redukált-módosított projekt szakértői mátrix	Tevékenységek megvalósulásának valószínűsége és a kapcsolatok bekövetkezési valószínűségei	Redukált reprezentációs gráf																																																																								
rPEM <table><tr><th></th><th>A</th><th>E</th><th>F</th><th>D</th><th>B</th></tr><tr><th>A</th><td></td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,6</td><td>0,7</td></tr><tr><th>E</th><td></td><td></td><td>0,6</td><td></td><td></td></tr><tr><th>F</th><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><th>D</th><td></td><td>0,7</td><td>0,93</td><td>0,8</td><td></td></tr><tr><th>B</th><td></td><td>0,7</td><td>0,76</td><td>0,8</td><td>0,7</td></tr></table>		A	E	F	D	B	A		0,85	0,56	0,6	0,7	E			0,6			F						D		0,7	0,93	0,8		B		0,7	0,76	0,8	0,7	mPEM <table><tr><th></th><th>A</th><th>E</th><th>F</th><th>D</th><th>B</th></tr><tr><th>A</th><td></td><td>0,35</td><td>0,06</td><td>0,1</td><td>0,2</td></tr><tr><th>E</th><td></td><td></td><td>0,1</td><td></td><td></td></tr><tr><th>F</th><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><th>D</th><td></td><td>0,2</td><td>0,43</td><td>0,3</td><td>3</td></tr><tr><th>B</th><td></td><td>0,2</td><td>0,26</td><td>0,3</td><td>0,2</td></tr></table>		A	E	F	D	B	A		0,35	0,06	0,1	0,2	E			0,1			F						D		0,2	0,43	0,3	3	B		0,2	0,26	0,3	0,2	$P=(1+1+1+0,7+(1-0,6)+0,8)/6 = \mathbf{0,81667}$ $p=(0,7+(1-0,8)+0,6+0,85+0,56+(1-0,6)+0,8+0,7+0,76+(1-0,92)+(1-0,56)+(1-0,73)+0,7+0,93+0,6)/15 = \mathbf{0,57267}$	
	A	E	F	D	B																																																																						
A		0,85	0,56	0,6	0,7																																																																						
E			0,6																																																																								
F																																																																											
D		0,7	0,93	0,8																																																																							
B		0,7	0,76	0,8	0,7																																																																						
	A	E	F	D	B																																																																						
A		0,35	0,06	0,1	0,2																																																																						
E			0,1																																																																								
F																																																																											
D		0,2	0,43	0,3	3																																																																						
B		0,2	0,26	0,3	0,2																																																																						
rPEM <table><tr><th></th><th>A</th><th>E</th><th>F</th><th>D</th><th>B</th></tr><tr><th>A</th><td></td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,6</td><td>0,7</td></tr><tr><th>E</th><td></td><td></td><td>0,6</td><td></td><td></td></tr><tr><th>F</th><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><th>D</th><td></td><td>0,7</td><td>0,93</td><td>0,8</td><td></td></tr><tr><th>B</th><td></td><td>0,7</td><td>0,76</td><td>0,8</td><td>0,7</td></tr></table>		A	E	F	D	B	A		0,85	0,56	0,6	0,7	E			0,6			F						D		0,7	0,93	0,8		B		0,7	0,76	0,8	0,7	mPEM <table><tr><th></th><th>A</th><th>E</th><th>F</th><th>D</th><th>B</th></tr><tr><th>A</th><td></td><td>0,35</td><td>0,06</td><td>0,1</td><td>0,2</td></tr><tr><th>E</th><td></td><td></td><td>0,1</td><td></td><td></td></tr><tr><th>F</th><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><th>D</th><td></td><td>0,2</td><td>0,43</td><td>0,3</td><td>3</td></tr><tr><th>B</th><td></td><td>0,2</td><td>0,26</td><td>0,3</td><td>0,2</td></tr></table>		A	E	F	D	B	A		0,35	0,06	0,1	0,2	E			0,1			F						D		0,2	0,43	0,3	3	B		0,2	0,26	0,3	0,2	$P=(1+1+1+0,7+(1-0,6)+0,8)/6 = \mathbf{0,81667}$ $p=(0,7+(1-0,8)+0,6+0,85+(1-0,56)+(1-0,6)+0,8+0,7+0,76+(1-0,92)+(1-0,56)+(1-0,73)+0,7+0,93+0,6)/15 = \mathbf{0,56467}$	
	A	E	F	D	B																																																																						
A		0,85	0,56	0,6	0,7																																																																						
E			0,6																																																																								
F																																																																											
D		0,7	0,93	0,8																																																																							
B		0,7	0,76	0,8	0,7																																																																						
	A	E	F	D	B																																																																						
A		0,35	0,06	0,1	0,2																																																																						
E			0,1																																																																								
F																																																																											
D		0,2	0,43	0,3	3																																																																						
B		0,2	0,26	0,3	0,2																																																																						

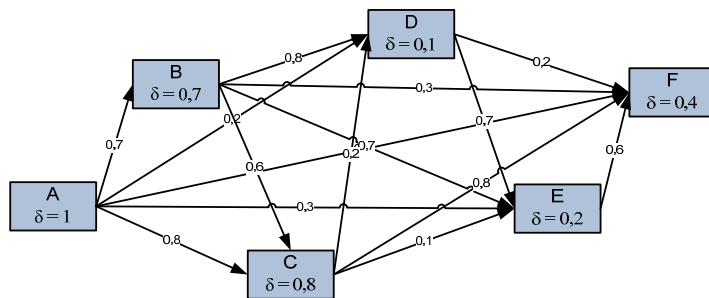
<table><tr><th>rPEM</th><th>A</th><th>E</th><th>F</th><th>D</th><th>B</th></tr><tr><td>A</td><td></td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,6</td><td>0,7</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td></td><td>0,6</td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,7</td><td>0,93</td><td>0,8</td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,7</td><td>0,76</td><td>0,8</td><td>0,7</td></tr></table>	rPEM	A	E	F	D	B	A		0,85	0,56	0,6	0,7	E			0,6			F						D		0,7	0,93	0,8		B		0,7	0,76	0,8	0,7	<table><tr><th>mPEM</th><th>A</th><th>E</th><th>F</th><th>D</th><th>B</th></tr><tr><td>A</td><td></td><td>0,35</td><td>0,06</td><td>0,1</td><td>0,2</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td></td><td>0,1</td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,2</td><td>0,43</td><td>0,3</td><td>3</td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,2</td><td>0,26</td><td>0,3</td><td>0,2</td></tr></table>	mPEM	A	E	F	D	B	A		0,35	0,06	0,1	0,2	E			0,1			F						D		0,2	0,43	0,3	3	B		0,2	0,26	0,3	0,2	$P=(1+1+1+0,7+(1-0,6)+0,8)/6 = \mathbf{0,81667}$ $p=(0,7+(1-0,8)+0,6+(1-0,85)+(1-0,56)+(1-0,6)+0,8+0,7+0,76+(1-0,92)+(1-0,56)+(1-0,73)+0,7+0,93+(1-0,6))/15 = \mathbf{0,55933}$	
rPEM	A	E	F	D	B																																																																						
A		0,85	0,56	0,6	0,7																																																																						
E			0,6																																																																								
F																																																																											
D		0,7	0,93	0,8																																																																							
B		0,7	0,76	0,8	0,7																																																																						
mPEM	A	E	F	D	B																																																																						
A		0,35	0,06	0,1	0,2																																																																						
E			0,1																																																																								
F																																																																											
D		0,2	0,43	0,3	3																																																																						
B		0,2	0,26	0,3	0,2																																																																						
...	...																																																																										
<table><tr><th>rPEM</th><th>A</th><th>E</th><th>F</th><th>D</th><th>B</th></tr><tr><td>A</td><td></td><td>0,85</td><td>0,56</td><td>0,6</td><td>0,7</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td></td><td>0,6</td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,7</td><td>0,93</td><td>0,8</td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,7</td><td>0,76</td><td>0,8</td><td>0,7</td></tr></table>	rPEM	A	E	F	D	B	A		0,85	0,56	0,6	0,7	E			0,6			F						D		0,7	0,93	0,8		B		0,7	0,76	0,8	0,7	<table><tr><th>mPEM</th><th>A</th><th>E</th><th>F</th><th>D</th><th>B</th></tr><tr><td>A</td><td></td><td>0,35</td><td>0,06</td><td>0,1</td><td>0,2</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td></td><td>0,1</td><td></td><td></td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D</td><td></td><td>0,2</td><td>0,43</td><td>0,3</td><td>3</td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,2</td><td>0,26</td><td>0,3</td><td>0,2</td></tr></table>	mPEM	A	E	F	D	B	A		0,35	0,06	0,1	0,2	E			0,1			F						D		0,2	0,43	0,3	3	B		0,2	0,26	0,3	0,2	$P=(1+1+1+0,7+(1-0,6)+0,8)/6 = \mathbf{0,81667}$ $p=(0,7+(1-0,8)+0,6+(1-0,85)+(1-0,56)+(1-0,6)+0,8+0,7+0,76+(1-0,92)+(1-0,56)+(1-0,73)+0,7+0,93+(1-0,6))/15 = \mathbf{0,50467}$	
rPEM	A	E	F	D	B																																																																						
A		0,85	0,56	0,6	0,7																																																																						
E			0,6																																																																								
F																																																																											
D		0,7	0,93	0,8																																																																							
B		0,7	0,76	0,8	0,7																																																																						
mPEM	A	E	F	D	B																																																																						
A		0,35	0,06	0,1	0,2																																																																						
E			0,1																																																																								
F																																																																											
D		0,2	0,43	0,3	3																																																																						
B		0,2	0,26	0,3	0,2																																																																						
...	...	...																																																																									

30. Táblázat: Kapcsolatok rangsorolása; illetve redukált reprezentációs gráfok ábrázolása

4.3 Elhagyható tevékenységeket és kapcsolatokat tartalmazó feladat esetén a kiválasztási sorrendek meghatározása

A szakértők logikai tervei által létrehozott projekt szakértői mátrix ebben a példában minden fajta tevékenységgel és kapcsolattal rendelkezik. Tartalmaz a kötelezően megvalósítható tevékenységek mellett lehetséges, illetve elhagyható tevékenységeket is, továbbá biztos és lehetséges kapcsolatokat egyaránt. Kitűnő alapot szolgáltat az RPL-módszer részletes bemutatására.

PEM	A	B	C	D	E	F
A	1	0,7	0,8	0,2	0,3	0,4
B	0	0,7	0,6	0,8	0,7	0,3
C	0	0	0,8	0,2	0,1	0,8
D	0	0	0	0,1	0,7	0,2
E	0	0	0	0	0,2	0,6
F	0	0	0	0	0	0,4



14. ábra: PEM és reprezentációs gráfja

Az összes lehetséges megoldás meghatározásához először átrendezzük a mátrix megvalósítható tevékenységeit csökkenő, majd az elhagyható tevékenységeket pedig növekvő sorrendbe a tevékenységek megvalósulási valószínűsége szerint. Az átrendezést követően pedig már egyértelműen megmondhatjuk, hogy melyek lesznek a kötelezően (T_r) megvalósítandó, lehetséges (T_p), illetve az elhagyható (T_l) tevékenységek.

PEM	A	C	B	D	E	F
A	1	0,8	0,7	0,2	0,3	0,4
C		0,8		0,2	0,1	0,8
B		0,6	0,7	0,8	0,7	0,3
D				0,1	0,7	0,2
E					0,2	0,6
F						0,4

PEM	T_r	T_p		T_l		
	A	C	B	D	E	F
A	1	0,8	0,7	0,2	0,3	0,4
C		0,8		0,2	0,1	0,8
B		0,6	0,7	0,8	0,7	0,3
D				0,1	0,7	0,2
E					0,2	0,6
F						0,4

31. Táblázat: Rendezett PEM; biztos, lehetséges és elhagyható tevékenységek a PEM-mátrixban

Mivel $p=2$ és $l=3$, azaz 2 db lehetséges és 3 db elhagyható tevékenysége van, amelyet vagy a mátrixban hagyok, vagy pedig redukálom. A bináris számsor alapján 32 db lehetséges megoldás generálható ($2^5=32$ db), azaz 32 darab struktúramátrix készíthető el. A generált projektváltozat mátrixokból levonva az egység mátrixokat megkapjuk a lehetséges projektváltozatok kapcsolati mátrixát, azaz így kaphatunk PEM-ből és SNPM-et.

4.3.1 Tevékenységek kiválasztási sorrendje

Csak a lehetséges megoldásokat állapítottuk meg eddig, először a tevékenységeket vizsgálva meghatározzuk az optimális kiválasztási sorrendet, majd a kapcsolatok szintjén válogatunk tovább, hogy ott is megállapíthassuk a kiválasztási sorrendet.

A kategorizálást ismét az elemzéssel kezdjük, ahogy azt már korábban is bemutattam. Abban az esetben, ha a tevékenységek és kapcsolatok értékei nem haladják meg a 0,5 korlátként feltüntetett értéket, tehát a MoSCoW-elemzés során a 'could have' kategóriába is sorolunk tevékenységeket és/vagy kapcsolatokat. Ezen értékeket nem hagyjuk el a mátrixból, hanem a továbbiakban is figyelembe vesszük.

M (must have) = 1	S (should have) > 0,5
A	B, C AB, AC, BC, BD, BE, CF, DE, EF
C (could have) ≤ 0,5	W (won't have) = 0
D AD, AE, AF, BF, CD, CE, DF	-

32. Táblázat: PEM tevékenységeinek és kapcsolatainak csoportosítása MoSCoW- elemzés által

A kiindulási PEM-mátrixot, amelyet már korábban átrendeztünk az átláthatóság miatt, módosítjuk a későbbi optimális kiválasztási sorrend elősegítése végett, így minden egyes értéket, amely a mátrixban van csökkentjük 0,5-tel, kivéve a biztos, kötelező tevékenységet. A módosított projekt szakértői mátrix (mPEM) képzése során a 0,5 alatti értékekből kivonva a 0,5 módosítási számot, az eredmény abszolút értékét veszem. Tehát, ha $\delta_i < 0,5$, akkor $|\delta_i - 0,5|$ -vel számolok.

PEM	A	C	B	D	E	F
A	1	0,8	0,7	0,2	0,3	0,4
C		0,8		0,2	0,1	0,8
B		0,6	0,7	0,8	0,7	0,3
D				0,1	0,7	0,2
E					0,2	0,6
F						0,4

mPEM	A	C	B	D	E	F
A		0,3	0,2	-0,3	-0,2	-0,1
C		0,3		-0,3	-0,4	0,3
B		0,1	0,2	0,3	0,2	-0,2
D				-0,4	0,2	-0,3
E					-0,3	0,1
F						-0,1

mPEM	A	C	B	D	E	F
A		0,3	0,2	0,3	0,2	0,1
C		0,3		0,3	0,4	0,3
B		0,1	0,2	0,3	0,2	0,2
D				0,4	0,2	0,3
E					0,3	0,1
F						0,1

33. Táblázat: PEM és mPEM; kiemelve az elhagyható tevékenységeket

A definíció alapján a tevékenységek megvalósulási valószínűségének számítása a legvalószínűbb projektváltozat esetén következőképpen fog alakulni:

$$P = \frac{\delta_A + \delta_B + \delta_C + (1 - \delta_D) + (1 - \delta_E) + (1 - \delta_F)}{r + p + l} \text{ melybe behelyettesítve a következő eredményre jutunk}$$

$$P = \frac{1 + 0,7 + 0,8 + (1 - 0,1) + (1 - 0,2) + (1 - 0,4)}{6} = 0,8$$

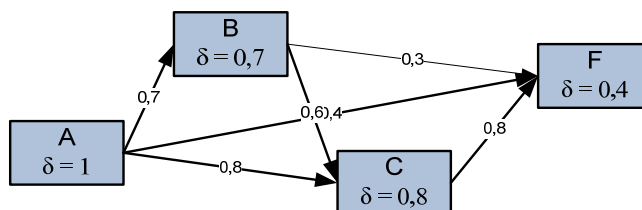
Amennyiben ez a változat nem valósítható meg elsőként a mPEM alapján az 'F' tevékenység kiválasztása következik a sorrend miatt, mivel a módosított projekt szakértői mátrixban ez a tevékenység rendelkezik a legalacsonyabb módosított megvalósulási valószínűséggel. Mivel

az 'F' tevékenység bekövetkezési valószínűsége 0,5-nél kisebb értékű volt, ezért nem elveszszük, hanem épp ellenkezőleg, hozzáadjuk a számolás során a következőképpen:

$$P = \frac{\delta_A + \delta_B + \delta_C + (1 - \delta_D) + (1 - \delta_E) + \delta_F}{r + p + 1} =$$

$$= \frac{(1 + 0,7 + 0,8 + (1 - 0,1) + (1 - 0,2) + 0,4)}{6} = 0,7667$$

Redukált reprezentációs gráf:



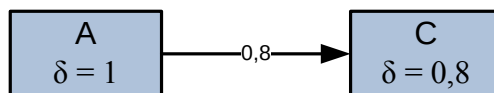
15. ábra: rPEM redukált reprezentációs gráfja F tevékenység kiválasztása

További projektváltozatok leképezése esetében a második legkisebb módosított tevékenység megvalósulási valószínűség a 'B' tevékenységhez kapcsolódik. A tevékenységnek bekövetkezési valószínűsége nagyobb, mint 0,5, így definíció szerint a következőképpen kell számolnunk:

$$P = \frac{\delta_A + (1 - \delta_B) + \delta_C + (1 - \delta_D) + (1 - \delta_E) + (1 - \delta_F)}{r + p + 1} =$$

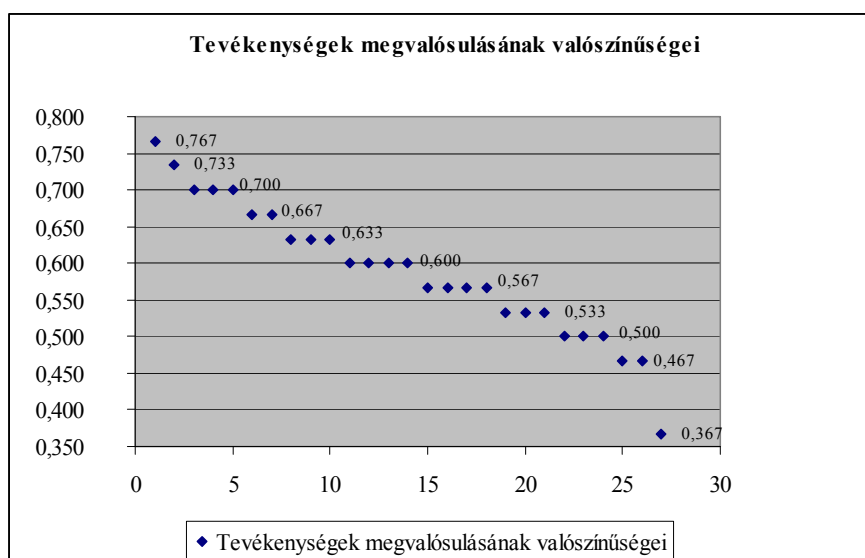
$$= \frac{(1 + (1 - 0,7) + 0,8 + (1 - 0,1) + (1 - 0,2) + (1 - 0,4))}{6} = 0,7333$$

Redukált reprezentációs gráf:



16. ábra: rPEM redukált reprezentációs gráfja B tevékenység elhagyása után

A továbbiakban - a kiválasztás során - a módosított tevékenység megvalósítási valószínűségeknak növekedniük kell. Minden egyes módosítást követően a tevékenységek megvalósulásának valószínűsége újraszámolva csökkenő tendenciát mutat.



17. ábra: Tevékenységek megvalósulásának valószínűségi értékei

4.3.2 Kapcsolatok kiválasztásának sorrendje

A definíció szerint a következő lépésben a kapcsolatok szintjén vizsgálom a legvalószínűbb projektváltozatot. Kapcsolati erősség esetén is meg kell határozni a kapcsolatok kiválasztási sorrendjét. A tevékenységek vizsgálata esetén elsőként állapítottuk meg, hogy a legvalószínűbb projektváltozat egyéb okok miatt nem valósítható meg, így a következő legvalószínűbb projektváltozat vizsgálatával folytatjuk, ami is az ACBF tevékenységeket tartalmazó mátrix. Mivel az 'F' tevékenység az elhagyható kategóriába soroltuk, ezért a legvalószínűbb mátrix ACB tevékenységei mellé figyelembe vesszük az 'F' kapcsolati erősségeit is. A redukált szakértői mátrix így a következőképpen fog alakulni.

<table><tr><th>rPEM</th><th>A</th><th>C</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><th>A</th><td>1</td><td>0,8</td><td>0,7</td><td>0,4</td></tr><tr><th>C</th><td></td><td>0,8</td><td></td><td>0,8</td></tr><tr><th>B</th><td></td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,3</td></tr><tr><th>F</th><td></td><td></td><td></td><td>0,4</td></tr></table>					rPEM	A	C	B	F	A	1	0,8	0,7	0,4	C		0,8		0,8	B		0,6	0,7	0,3	F				0,4	<table><tr><th>rmPEM</th><th>A</th><th>C</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><th>A</th><td></td><td>0,3</td><td>0,2</td><td>0,1</td></tr><tr><th>C</th><td></td><td>0,3</td><td></td><td>0,3</td></tr><tr><th>B</th><td></td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,2</td></tr><tr><th>F</th><td></td><td></td><td></td><td>0,1</td></tr></table>					rmPEM	A	C	B	F	A		0,3	0,2	0,1	C		0,3		0,3	B		0,1	0,2	0,2	F				0,1	$P = (1+0,7+0,8+(1-0,1)+(1-0,2)+0,4)/6 = \mathbf{0,7667}$ $p = (0,7+0,8+(1-0,2)+(1-0,3)+(1-0,4)+0,6+(1-0,2)+(1-0,1)+0,8+(1-0,8)+(1-0,7)+(1-0,3)+(1-0,7)+(1-0,2)+(1-0,6))/15 = \mathbf{0,627}$				
rPEM	A	C	B	F																																																												
A	1	0,8	0,7	0,4																																																												
C		0,8		0,8																																																												
B		0,6	0,7	0,3																																																												
F				0,4																																																												
rmPEM	A	C	B	F																																																												
A		0,3	0,2	0,1																																																												
C		0,3		0,3																																																												
B		0,1	0,2	0,2																																																												
F				0,1																																																												

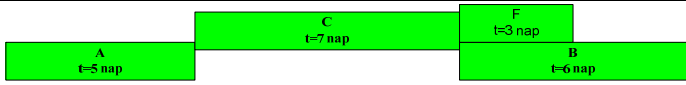
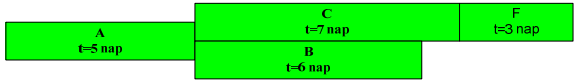
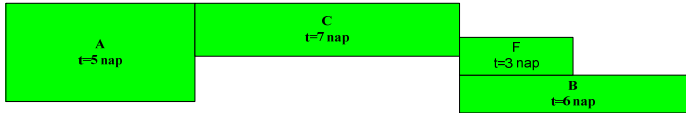
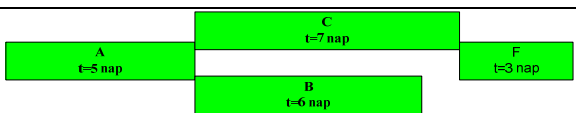
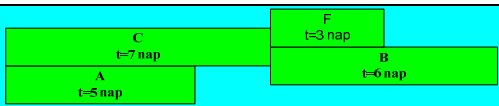
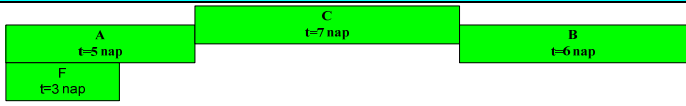
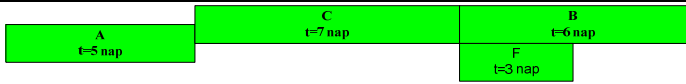
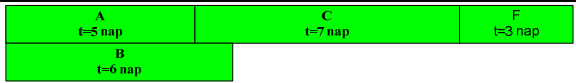
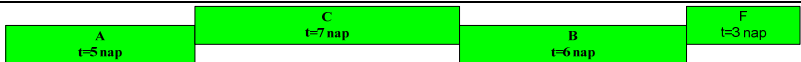
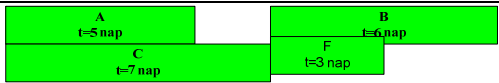
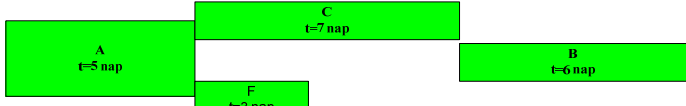
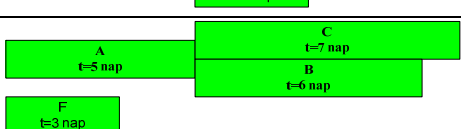
34. Táblázat: Redukált projekt szakértői mátrix és redukált módosított projekt szakértői mátrix

A második projektváltozat (ACBF) esetében a lehetséges projektstruktúrákat is le tudtam képezni. Itt is mindig a legkisebb módosított PEM értékű kapcsolatot választottam ki, majd egyre nagyobb. Amennyiben egy lehetséges kapcsolatra esett a választás, azt a hálóból elhagytam, illetve elhagyható kapcsolat esetében az figyelembe vettem. A kiválasztásokat követően a projektstruktúrákra számolt bekövetkezési valószínűségek is monoton csökkenők.

<table><tr><th>rPEM</th><th>A</th><th>C</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0,8</td><td>0,7</td><td>0,4</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,8</td><td></td><td>0,8</td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,3</td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td>0,4</td></tr></table>	rPEM	A	C	B	F	A	1	0,8	0,7	0,4	C		0,8		0,8	B		0,6	0,7	0,3	F				0,4	<table><tr><th>rmPEM</th><th>A</th><th>C</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><td>A</td><td></td><td>0,3</td><td>0,2</td><td>0,1</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,3</td><td></td><td>0,3</td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,2</td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td>0,1</td></tr></table>	rmPEM	A	C	B	F	A		0,3	0,2	0,1	C		0,3		0,3	B		0,1	0,2	0,2	F				0,1	$P = (1+0,7+0,8+(1-0,1)+(1-0,2)+0,4)/6 = \mathbf{0,7667}$ $p = (0,7+0,8+(1-0,2)+(1-0,3)+(1-0,4)+(1-0,6)+(1-0,2)+(1-0,1)+0,8+(1-0,8)+(1-0,7)+(1-0,3)+(1-0,7)+(1-0,2)+(1-0,6))/15 = \mathbf{0,613}$	
	rPEM	A	C	B	F																																																
	A	1	0,8	0,7	0,4																																																
	C		0,8		0,8																																																
	B		0,6	0,7	0,3																																																
F				0,4																																																	
rmPEM	A	C	B	F																																																	
A		0,3	0,2	0,1																																																	
C		0,3		0,3																																																	
B		0,1	0,2	0,2																																																	
F				0,1																																																	
	<table><tr><th>rmPEM</th><th>A</th><th>C</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><td>A</td><td></td><td>0,3</td><td>0,2</td><td>0,1</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,3</td><td></td><td>0,3</td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,2</td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td>0,1</td></tr></table>	rmPEM	A	C	B	F	A		0,3	0,2	0,1	C		0,3		0,3	B		0,1	0,2	0,2	F				0,1	$P = (1+0,7+0,8+(1-0,1)+(1-0,2)+0,4)/6 = \mathbf{0,7667}$ $p = (0,7+0,8+(1-0,2)+(1-0,3)+0,4+0,6+(1-0,2)+(1-0,1)+0,8+(1-0,8)+(1-0,7)+(1-0,3)+(1-0,7)+(1-0,2)+(1-0,6))/15 = \mathbf{0,613}$																										
rmPEM	A	C	B	F																																																	
A		0,3	0,2	0,1																																																	
C		0,3		0,3																																																	
B		0,1	0,2	0,2																																																	
F				0,1																																																	
	<table><tr><th>rmPEM</th><th>A</th><th>C</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><td>A</td><td></td><td>0,3</td><td>0,2</td><td>0,1</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,3</td><td></td><td>0,3</td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,2</td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td>0,1</td></tr></table>	rmPEM	A	C	B	F	A		0,3	0,2	0,1	C		0,3		0,3	B		0,1	0,2	0,2	F				0,1	$P = (1+0,7+0,8+(1-0,1)+(1-0,2)+0,4)/6 = \mathbf{0,7667}$ $p = ((1-0,7)+0,8+(1-0,2)+(1-0,3)+(1-0,4)+0,6+(1-0,2)+(1-0,1)+0,8+(1-0,8)+(1-0,7)+(1-0,3)+(1-0,7)+(1-0,2)+(1-0,6))/15 = \mathbf{0,600}$																										
rmPEM	A	C	B	F																																																	
A		0,3	0,2	0,1																																																	
C		0,3		0,3																																																	
B		0,1	0,2	0,2																																																	
F				0,1																																																	
	<table><tr><th>rmPEM</th><th>A</th><th>C</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><td>A</td><td></td><td>0,3</td><td>0,2</td><td>0,1</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td>0,3</td><td></td><td>0,3</td></tr><tr><td>B</td><td></td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,2</td></tr><tr><td>F</td><td></td><td></td><td></td><td>0,1</td></tr></table>	rmPEM	A	C	B	F	A		0,3	0,2	0,1	C		0,3		0,3	B		0,1	0,2	0,2	F				0,1	$P = (1+0,7+0,8+(1-0,1)+(1-0,2)+0,4)/6 = \mathbf{0,7667}$ $p = (0,7+0,8+(1-0,2)+(1-0,3)+(1-0,4)+0,6+(1-0,2)+(1-0,1)+(1-0,8)+(1-0,8)+(1-0,7)+(1-0,3)+(1-0,7)+(1-0,2)+(1-0,6))/15 = \mathbf{0,587}$																										
rmPEM	A	C	B	F																																																	
A		0,3	0,2	0,1																																																	
C		0,3		0,3																																																	
B		0,1	0,2	0,2																																																	
F				0,1																																																	
			...																																																		

35. Táblázat: Kapcsolatok kiválasztásának sorrendje; illetve redukált reprezentációs gráfok ábrázolása

Az első lépésben kiválasztott tevékenységeket elláttam időadatokkal, és projekt átfutási időket számoltam. Időkorlátként - az agilis megközelítésnek megfelelően – pedig a 13 napot adtam meg. Így a legoptimálisabb projektstruktúra az lesz, amelyik a legmagasabb bekövetkezési valószínűséggel rendelkezik, és az időkorlátnak is eleget tesz.

	p=0,627	TPT=18 nap
	p=0,613	TPT=15 nap
	p=0,613	TPT=18 nap
	p=0,600	TPT=21 nap
	p=0,600	TPT=21 nap
	p=0,600	TPT= 15 nap
	p=0,587	TPT=13 nap
	p=0,587	TPT=18 nap
	p=0,587	TPT=21 nap
	p=0,587	TPT=18 nap
	p=0,587	TPT=15 nap
	p=0,587	TPT=21 nap
	p=0,5723	TPT=21 nap
	P=0,573	TPT=13 nap
	p=0,573	TPT=11 nap
	p=0,573	TPT=18 nap
	p=0,573	TPT= 12 nap
...		

	$p=0,507$	TPT=7 nap
--	-----------	-----------

36. Táblázat: Optimális megoldás eleget téve az időkorlátnak

A projekt átfutási idő számítása mellett az agilis filozófiának eleget téve költségráfordítást is szükséges számolni. Korlátként a 700.000 Ft-ot határoztam meg, és a tevékenységekhez költségeket rendeltem.

	$p=0,587$ TPT = 13 nap c total = 682.000 Ft
--	---

Összefoglalás

Dolgozatomban ismertettem kutatásomat, melynek célja a projekttervezés során segít a legvalószínűbb projektváltozat megtalálásában a tevékenységek és kapcsolatok által. A logikai tervezés nehéz feladat, hiszen nehéz előre meghatározni az elvégzendő tevékenységeket, sorrendjüket, rákövetkezési relációjukat stb. Egy jó logikai terv tartalmazza valamennyi fontos tevékenységet, az agilis megközelítésnek megfelelően, azaz adott idő- és költségkorlátot nem lépi túl és ezek mellett a lehetséges projektváltozatok közül a legvalószínűbb.

Kutatásom során egy kiválasztási módszert alakítottam ki, amely segítséget nyújt, melyek is legyenek azok a tevékenységek, illetve kapcsolatok, amelyeket mindenképpen tartalmaznia kell egy projektnek.

A kiválasztási módszer két fő részre bontható. Elsőként a tevékenységek szintjén választunk ki, hogy mely tevékenységek szükségesek. A kiválasztást minden esetben kategorizálás előzi meg, ami egy sorba rendezés, és mindig a legvalószínűbb tevékenységgel kezdődik. Ezek után választunk a tevékenységek közül, így a legvalószínűbb projektváltozatot is elérhetjük.

A legvalószínűbb projektváltozat elérése után továbblépünk a kapcsolatok szintjére, ahol a csoportokba sorolás után szintén kiválasztási folyamat következik, hiszen nemcsak a tevékenységeket kell rangsorolni, és kiválasztani, hanem a tevékenységek közti kapcsolaterősségeket is projektváltozatonként, figyelembe véve a projekt bekövetkezési valószínűségének változását, (illetve akár még az adott idő- és költségkorlátot is).

A kiválasztásokat követően már tudni fogjuk, hogy mely tevékenységeket kell, és ezeket hogyan kell végrehajtani, adott idő- és költségkorláton belül.

Függelék

Irodalomjegyzék

- [1] Görög Mihály: Bevezetés a Projektmenedzsmentbe, Budapest, 2001
- [2] Görög Mihály: Általános projektmenedzsment, Aula Kiadó, Budapest, 2001
- [3] Dr. Kosztyán Zsolt Tibor – Fejes János: Projektütemterv hatékonyságnövelése, Pannon Egyetem, Szervezési és Vezetési Tanszék, 2007.
- [4] Raffai Mária: RTEBP – újjászervezési módszertan, Győr, 2003
- [5] Tanács Zoltán – Dr. Kupás Tibor: A projektmenedzsment módszertani támogatása, 2004
- [6] Görög Mihály – Ternyik László: Informatikai projektek vezetése, Budapest, 2001
- [7] Kiss Judit: Egy új módszer az informatikai projektek logikai tervezésére, VI. Jedlik Ányos Szakmai Napok, Veszprém, 2009.
- [8] Dr. Kosztyán Zsolt Tibor – Kiss Judit: Egy új módszer az informatikai projektek logikai tervezésére, Pannon Egyetem, Szervezési és Vezetési Tanszék, 2008
- [9] Langer Tamás: Projektmenedzsment a szoftverfejlesztésben, Panem Kft, Budapest, 2007
- [10] dr. Kosztyán Zsolt Tibor: Gazdasági Informatika előadás anyaga, Pannon Egyetem, Szervezési és Vezetési Tanszék, Veszprém, 2009
- [11] Darren J. Dalcher: AiPM book series & research at the NCPM, PMUni Conference, Vienna, 2009
- [12] Rick Freedman: Agile project management: Estimating the unknown, <http://blogs.techrepublic.com/tech-manager>
- [13] Mike Cohn, Robert C. Martin Series: Agile Estimating and Planning, Prentice Hall Professional Technical Reference, 2006
- [14] Heteyi József: ERP Rendszerek Magyarországon a 21. században, ComputerBooks Kft., Budapest, 2009
- [15] Papp Ottó: A hálós programozási módszerek gyakorlati alkalmazása, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1969
- [16] Keith Lockyer – James Gordon: Projektmenedzsment és hálós tervezési technikák, Kossuth Kiadó, Budapest, 1996
- [17] <http://www.dsmweb.org> honlapról letöltve, 2009. szeptember. 14-15.
- [18] Choo H.J., Hammond J., Tommelein I.D., Austin S.A., Ballard G., 2004: DePlan: a toll for integrated design management, Automation in Construction, Vol. 13, 313 – 326, Elsevier Science Inc. 10.1016/j.tautcon.2003.09.012
- [19] Chen C-H, Ling S.F, Chen W., 2002: Project scheduling for collaborative product development using DSM, International Journal of Project Management, Vol. 21, 291 – 299, Elsevier Science Inc. 10.1016/S0263-7863(02)00023-6
- [20] Danilovic M., Sandkull B., 2005: The use of dependence structure matrix and domain mapping matrix in managing uncertainty in multiple project situations, International Journal of Project Management, Vol. 23, 193 – 203, Elsevier Science Inc. 10.1016/j.ijproman.2004.11.001

- [21] Xiao R., Chen T., Tao Z., 2007: Information modeling and reengineering for product development process, International Journal of Management Science and Engineering Management, Vol. 2, 64 – 74, World Academic Press, World Academic Union
- [22] Dr. Kosztyán Zsolt Tibor – Fejes János: Sztochasztikus hálótervezési módszer, Pannon Egyetem, Szervezési és Vezetési Tanszék, 2007. alapján megjelent cikk: Dr. *Kosztyán Zsolt Tibor, Fejes János, Kiss Judit: Sztochasztikus hálóstruktúrák kezelése projektütemezési feladatokban, Sigma, 2008.
- [23] Dr. Kosztyán Zsolt Tibor, Kiss Judit, Török Orsolya: Az ERP-bevezetés támogatása logikai tervezés segítségével, Komplex Műszaki Tanácsadó Verlag Dashöfer, 2008
- [24] Dr. Kosztyán Zsolt Tibor, Kiss Judit, Török Orsolya: A logikai tervezés szerepe a projektek ütemezésében és folyamatszervezésben, Debrecen, OTDK, Közgazdaságtudományi szekció, Módszertan Tagozat. 2009.
- [25] Dr. Kosztyán Zsolt Tibor, Kiss Judit: The importance of logic planning in case of IT and innovation projects, AVA (International Congress on the Aspects and Vision of Applied Economics and Informatics), Debrecen, 2009